(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2025년04월30일
(11) 등록번호 10-2802910
(24) 등록일자 2025년04월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/02 (2006.01) *B08B 3/10* (2023.01)
H01L 21/67 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 21/02057 (2013.01)
B08B 3/10 (2023.02)
(21) 출원번호 10-2024-0118705
(22) 출원일자 2024년09월02일
심사청구일자 2024년09월02일
(56) 선행기술조사문헌
JP2008098561 A*
KR1020030031908 A*
KR1020190089189 A*
US20180361529 A1*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
울산대학교 산학협력단
울산광역시 남구 대학로 93(무거동)
(72) 발명자
김보홍
울산광역시 남구 대학로 93, 울산대학교 기계공학관
마수두자만 엠디
울산광역시 남구 대학로 93, 울산대학교 기계공학관
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인(유한) 대아

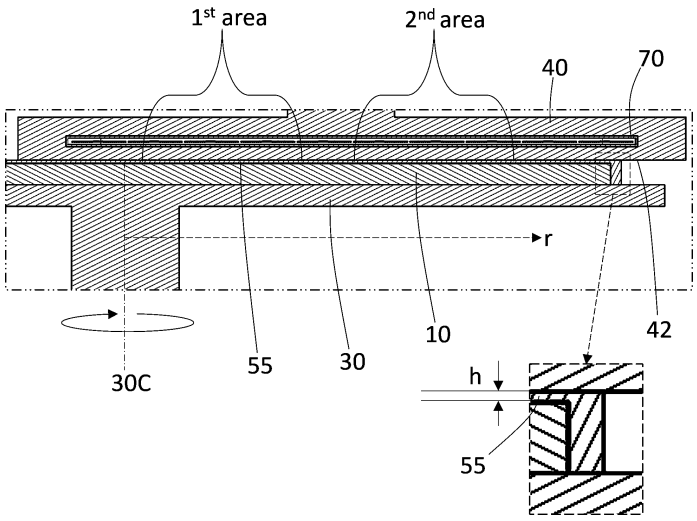
전체 청구항 수 : 총 19 항 심사관 : 강명희

(54) 발명의 명칭 **나노 유체 습식 웨이퍼 세정 방법 및 이를 적용한 세정 장치**

(57) 요 약

웨이퍼의 전체 면적에 고르게 세정할 수 있는 웨이퍼 세정 방법 및 이러한 방법이 적용된 웨이퍼 세정 장치를 제공한다. 상기 웨이퍼 세정 방법은, 세척이 요구되는 상기 웨이퍼의 표면과 마주하도록 세척 도구를 배치하고, 상기 웨이퍼의 표면과 세척 도구 사이의 간격을 조정하고, 상기 웨이퍼의 표면과 상기 세척 도구 사이에, 이온을 포함하는 세척액을 공급하고, 상기 세척액이 존재하는 영역 중 적어도 일부 영역에 전기장을 가한 상태에서 상기 웨이퍼와 세척 도구를 상대적으로 회전하도록 하여, 상기 세척액으로 웨이퍼의 표면을 세척하는 과정을 포함한다.

대 표 도 - 도12



(52) CPC특허분류
H01L 21/02096 (2013.01)
H01L 21/6704 (2013.01)

(72) 발명자
호세인 자베르 알
울산광역시 남구 대학로 93, 울산대학교 기계공학관
카림 카지 에사눌
울산광역시 남구 대학로 93, 울산대학교 기계공학관
이성민
울산광역시 남구 대학로 93, 울산대학교 기계공학관
우준식
울산광역시 남구 대학로 93, 울산대학교 기계공학관

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711199374
과제번호	00272214
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	국가반도체연구실(NSL)핵심기술개발
연구과제명	분자동역학기반 1나노까지의 한계도달을 위한 멀티스케일 반도체 공정 모델링 연구
과제수행기관명	울산대학교산학협력단
연구기간	2023.08.01 ~ 2027.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

웨이퍼를 습식 세정하는 방법으로서,

세척이 요구되는 상기 웨이퍼의 표면과 마주하도록 세척 도구를 배치하는 제1단계;

상기 웨이퍼의 표면과 상기 세척 도구 사이에, 이온을 포함하는 세척액을 공급하는 제2단계;

상기 웨이퍼의 표면과 세척 도구 사이의 세척액의 점성이 전기장에 의해 제어되도록, 상기 웨이퍼의 표면과 세척 도구 사이의 간격을 조정하는 제3단계; 및

상기 세척액이 존재하는 영역 중 적어도 일부 영역에 전기장을 가한 상태에서 상기 웨이퍼와 세척 도구를 상대적으로 회전하도록 하여, 상기 세척액으로 웨이퍼의 표면을 세척하는 제4단계;를 포함하는, 웨이퍼 세정 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 세척액이 존재하는 영역은, 제1영역 및 상기 제1영역보다 상대적으로 회전하는 상기 웨이퍼와 세척 도구의 회전 중심으로부터 더 멀리 배치된 제2영역을 포함하고,

상기 제1영역의 세척액에 전기장을 가하는, 웨이퍼 세정 방법.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

상기 제2영역의 세척액에 전기장을 가하고,

상기 제1영역에 가하는 전기장의 세기가 상기 제2영역에 가하는 전기장의 세기보다 더 큰, 웨이퍼 세정 방법.

청구항 4

청구항 2에 있어서,

상기 제1영역에는 전기장을 가하고, 상기 제2영역에는 전기장을 가하지 않는, 웨이퍼 세정 방법.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 영역에 가해지는 상기 전기장의 세기 분포는, 상대적으로 회전하는 상기 웨이퍼와 세척 도구의 회전 중심으로부터 멀어질수록 점진적으로 감소하는 분포를 포함하는, 웨이퍼 세정 방법.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 영역에 가해지는 상기 전기장의 세기 분포는, 상대적으로 회전하는 상기 웨이퍼와 세척 도구의 회전 중심

으로부터 멀어질수록 연속적으로 감소하는 분포를 포함하는, 웨이퍼 세정 방법.

청구항 7

청구항 1에 있어서,

상기 영역에 가해지는 상기 전기장의 세기 분포는, 상대적으로 회전하는 상기 웨이퍼와 세척 도구의 회전 중심으로부터 멀어질수록 계단식으로 감소하는 분포를 포함하는, 웨이퍼 세정 방법.

청구항 8

청구항 1에 있어서,

상기 영역에 가해지는 상기 전기장의 세기 분포는, 상대적으로 회전하는 상기 웨이퍼와 세척 도구의 회전 중심으로부터 멀어질수록 선형적으로 감소하는 분포를 포함하는, 웨이퍼 세정 방법.

청구항 9

청구항 1에 있어서,

상기 영역에 가해지는 상기 전기장의 세기 분포는, 상대적으로 회전하는 상기 웨이퍼와 세척 도구의 회전 중심으로부터 멀어질수록 비선형적으로 감소하는 분포를 포함하는, 웨이퍼 세정 방법.

청구항 10

청구항 1에 있어서,

상기 세척액은, 양이온과 음이온을 포함하는 H_2O 용액을 포함하는, 웨이퍼 세정 방법.

청구항 11

청구항 10에 있어서,

상기 양이온과 음이온은 Na^+, Cl^- 이온을 포함하는, 웨이퍼 세정 방법.

청구항 12

청구항 10에 있어서,

상기 세척액에 함유된 이온의 당량 농도는 0.1Meg/L 이상 10 Meg/L 이하인, 웨이퍼 세정 방법.

청구항 13

청구항 12에 있어서,

상기 세척액에 함유된 이온의 당량 농도는 1.0Meg/L 이상 2.0 Meg/L 이하인, 웨이퍼 세정 방법.

청구항 14

청구항 1에 있어서,

상기 간격은 1nm 이상 20nm 이하인, 웨이퍼 세정 방법.

청구항 15

청구항 14에 있어서,

상기 간격은 2nm 이상 4nm 이하인, 웨이퍼 세정 방법.

청구항 16

웨이퍼를 습식 세정하는 장치로서,

웨이퍼를 파지하는 웨이퍼 지지부;

상기 웨이퍼 지지부와 마주하는 세척 도구;

상기 세척 도구와 상기 웨이퍼 지지부 사이에 이온을 포함하는 세척액을 공급하는 세척액 공급장치;

상기 웨이퍼의 표면과 세척 도구 사이의 세척액의 점성이 전기장에 의해 제어되도록, 상기 웨이퍼의 표면과 세척 도구 사이의 간격을 조절하는 간격 조절장치;

상기 웨이퍼 지지부와 세척 도구를 상대적으로 회전시키는 구동장치; 및

상기 웨이퍼 상에 공급된 세척액에 전기장을 가하는 전기장 인가부;를 포함하는, 웨이퍼 세정 장치.

청구항 17

청구항 16에 있어서,

상기 웨이퍼 상에 세척액이 존재하는 영역은, 제1영역 및 상기 제1영역보다 상대적으로 회전하는 상기 웨이퍼와 세척 도구의 회전 중심으로부터 더 멀리 배치된 제2영역을 포함하고,

상기 전기장 인가부는, 상기 제1영역과 제2영역에 서로 다른 세기의 전기장을 인가하는, 웨이퍼 세정 장치.

청구항 18

청구항 16에 있어서,

상기 웨이퍼 상에 세척액이 존재하는 영역은, 제1영역 및 상기 제1영역보다 상대적으로 회전하는 상기 웨이퍼와 세척 도구의 회전 중심으로부터 더 멀리 배치된 제2영역을 포함하고,

상기 전기장 인가부는, 상기 제1영역에는 전기장을 가하고 상기 제2영역에는 전기장을 가하지 않는, 웨이퍼 세정 장치.

청구항 19

청구항 16에 있어서,

상기 전기장 인가부는, 상기 웨이퍼 상에 세척액이 존재하는 영역에 가하는 상기 전기장의 세기가, 상대적으로 회전하는 상기 웨이퍼와 세척 도구의 회전 중심으로부터 멀어질수록 감소하도록, 전기장을 인가하는, 웨이퍼 세정 장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 이 성과는 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구(RS-2023-00272214)이다.

[0002] 본 발명은 나노 유체로 웨이퍼의 전체 면적에 고르게 습식 세정할 수 있는 웨이퍼 세정 방법 및 이러한 방법이 적용된 웨이퍼 세정 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 반도체 제조 기술은 초 미세 공정을 향해 나날이 발전하고 있다. 이에 현재에는 수 나노 스케일의 미세 공정이 가능한 제조 기술의 개발이 이루어지고 있다. 나노 스케일에서는, 각 유체 입자의 거동이, 유체의 연속방정식으로는 설명할 수 없는 수준까지 유체의 흐름에 영향을 미친다. 이에 따라 나노 스케일에 도달한 반도체 제조 공정의 각 단계에서, 종래 예측 또는 모델링이 가능했던 공정의 설계가 어려워지게 되었다.

[0004] 가령, 세정, 증착, 식각과 같은 반도체 제조 공정은, 액체나 기체와 같은 유체의 흐름을 예측해야 한다. 종래에는, 유체역학과, 수십 년 간 축적해 온 데이터들에 기반하여, 위와 같은 예측과, 이를 통한 설계가 가능했다. 그러나, 설계 수준이 나노 스케일에 도달하면서, 종전의 예측 방식은 더 이상 유효하지 않게 되었다.

[0005] 한편, 초 미세 공정에 의해 제조되는 반도체는 공정을 진행함에 따라 웨이퍼 상에 초 미세 구조가 구축되어 간다. 그리고 각 공정 사이에는, 기존 공정의 부산물을 제거하기 위해 세정 공정이 이루어진다. 상기 세정 공정에서 제거되는 입자들은 초 미세 구조 사이에 존재하기 때문에, 세정이 쉽지 않다. 가령, 이와 같이 세정하기 쉽지 않은 이물질이나 입자들을 제거하기 위해 세정을 과도하게 진행하면, 반도체의 패터닝 구조를 손상시킬 우려가 있다.

[0006] 더욱이, 통상 반도체 웨이퍼를 회전하며 진행되는 세정 공정의 특성 상, 회전 중심으로부터 반경방향으로 더 외측에 배치된 영역에는 과도하게 세정이 진행되는 반면, 회전 중심에 가까이 있는 영역에서는 세정이 부족하게 발생한다. 즉, 회전 중심에 가까이 있는 영역의 세정을 충분히 하기 위해서는, 반경방향 외측에 배치된 영역의 세정이 과도하게 이루어질 수밖에 없다.

[0007] 이에 브러시를 사용하지 않고 세척액에 고주파 진동을 일으켜 세정하기도 한다. 그러나 이 역시 반경방향으로 발생하는 세정 편차를 피할 수 없다. 더욱이 고주파 에너지가 세척액에 모두 흡수되지 못하고 반도체의 패터닝 구조에 전달되면 패터닝 구조가 손상될 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 상술한 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로, 초 미세 공정에 대응하는 습식 웨이퍼 세정 공정에서 웨이퍼의 세정이 반경방향 위치와 관계없이 전체 면적에 대해 균일하게 이루어질 수 있는 웨이퍼 세정 방법 및 이를 적용한 웨이퍼 세정 장치를 제공하고자 한다.

[0009] 본 발명은, 회전 방식으로 습식 세정이 이루어짐에 있어서 회전 반경에 따른 세정력 차이를 최소화할 수 있는 웨이퍼 세정 방법 및 이를 적용한 웨이퍼 세정 장치를 제공하고자 한다.

[0010] 본 발명은, 전형적인 웨이퍼 습식 세정 방법에 큰 변경 없이 초 미세 공정에 적용 가능한 웨이퍼 세정 방법 및 이를 적용한 웨이퍼 세정 장치를 제공하고자 한다.

[0011] 본 발명의 기술적 과제들은 이상에서 언급한 목적으로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 본 발명의 다른 목적 및 장점들은 하기의 설명에 의해서 이해될 수 있고, 본 발명의 실시예에 의해 보다 분명하게 이해될 것이다. 또한, 본 발명의 목적 및 장점들은 특허 청구 범위에 나타낸 수단 및 그 조합에 의해 실현될 수 있음을 쉽게 알 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0012] 상술한 과제를 해결하기 위한, 본 발명의 웨이퍼의 습식 세정 방법은, 회전 방식의 세척에 적용될 수 있다.

[0013] 상기 습식 세정 방법은, 상기 웨이퍼의 표면과 상기 세척 도구 사이에 공급된 이온 세척액에, 반경방향으로 차

별적으로 전기장을 인가한다.

[0014] 이에 따라, 세척액의 점성을 영역별로 인위적으로 제어하여, 회전 세척 시 회전 중심으로부터 반경방향 거리가 서로 다른 영역에서도 세척이 균등하게 이루어지도록 할 수 있다.

[0015] 구체적으로, 상기 웨이퍼 세정 방법은, 세척이 요구되는 웨이퍼의 표면과 마주하도록 세척 도구를 배치하는 제1단계를 포함한다.

[0016] 상기 웨이퍼 세정 방법은, 상기 웨이퍼의 표면과 상기 세척 도구 사이에, 이온을 포함하는 세척액을 공급하는 제2단계를 더 포함한다.

[0017] 상기 웨이퍼 세정 방법은, 상기 웨이퍼의 표면과 세척 도구 사이의 간격을 조정하는 제3단계를 더 포함한다.

[0018] 상기 웨이퍼 세정 방법은, 상기 세척액이 존재하는 영역 중 적어도 일부 영역의 세척액에 전기장을 인가하며 상기 웨이퍼와 세척 도구를 상대적으로 회전시켜 웨이퍼의 표면을 세척하는 제4단계를 포함한다.

[0019] 상기 세척액이 존재하는 영역은, 제1영역 및 상기 제1영역보다 상기 회전 중심으로부터 더 멀리 배치된 제2영역을 포함한다.

[0020] 바람직하게, 상기 제1영역의 세척액의 점성이 제2영역의 세척액의 점성보다 커지도록 상기 제1영역에 전기장을 가할 수 있다.

[0021] 일 예에서, 상기 제1영역에 가하는 전기장의 세기가 상기 제2영역에 가하는 전기장의 세기보다 더 클 수 있다.

[0022] 다른 일 예에서, 상기 제1영역에는 전기장을 가하고, 상기 제2영역에는 전기장을 가하지 않을 수 있다.

[0023] 바람직하게, 상기 영역에 가해지는 상기 전기장의 세기 분포는, 상기 회전 중심으로부터 멀어질수록 연속적으로 감소하는 제1분포를 포함할 수 있다.

[0024] 바람직하게, 상기 영역에 가해지는 상기 전기장의 세기 분포는, 상기 회전 중심으로부터 멀어질수록 점진적으로 감소하는 제2분포를 포함할 수 있다.

[0025] 바람직하게, 상기 영역에 가해지는 상기 전기장의 세기 분포는, 상기 회전 중심으로부터 멀어질수록 계단식으로 감소하는 제3분포를 포함할 수 있다.

[0026] 바람직하게, 상기 영역에 가해지는 상기 전기장의 세기 분포는, 상기 회전 중심으로부터 멀어질수록 선형적으로 감소하는 제4분포를 포함할 수 있다.

[0027] 바람직하게, 상기 영역에 가해지는 상기 전기장의 세기 분포는, 상기 회전 중심으로부터 멀어질수록 비선형적으로 감소하는 제5분포를 포함할 수 있다.

[0028] 바람직하게, 상기 영역에 가해지는 상기 전기장의 세기 분포는, 상기 회전 중심으로부터 멀어질수록 포물선 형태로 감소하는 제6분포를 포함할 수 있다.

[0029] 바람직하게, 상기 영역에 가해지는 상기 전기장의 세기 분포는, 상기 회전 중심으로부터 멀어질수록 쌍곡선 형태로 감소하는 제7분포를 포함할 수 있다.

[0030] 상기 영역에 가해지는 상기 전기장의 세기 분포는, 상기 제1 내지 제7분포 중 적어도 어느 하나의 분포를 포함할 수 있다.

[0031] 상기 세척액은, 양이온과 음이온을 포함하는 H_2O 용액을 포함할 수 있다.

[0032] 상기 세척액은, 전체적으로 중성이 되도록, 양이온과 음이온이 등가를 이룰 수 있다.

[0033] 상기 이온은, Na^+, Cl^-를 포함할 수 있다.

[0034] 상기 세척액에 함유된 이온의 당량 농도는 0.1Meg/L 이상 10 Meg/L 이하일 수 있다.

[0035] 상기 이온의 당량 농도가 0.1Meg/L 보다 낮으면, 전기장의 세기를 제어하더라도 세척액의 점성의 변화가 거의 없어 점성 제어가 어렵다.

[0036] 상기 이온의 당량 농도가 이상 10 Meg/L 보다 높으면, 전기장의 세기에 의해 세척액의 점성 변화를 유도하는 효과는 더 이상 증가하지 않으면서, 상기 이온이 이물질로서 잔존할 가능성이 높아질 우려가 있다.

[0037] 바람직하게, 상기 이온의 당량 농도는 1.0Meg/L 이상 2.0 Meg/L 이하일 수 있다. 더욱 바람직하게, 상기 이온의 당량 농도는 약 1.5 Meg/L 내외일 수 있다.

[0038] 상기 웨이퍼의 표면과 상기 세척 도구 사이의 간격은 1nm 이상 20nm 이하일 수 있다. 상기 간격에 해당하는 영역에는 세척액이 채워질 수 있다.

[0039] 상기 간격이 1nm 미만인 경우, 전기장의 세기에 의해 세척액의 점성 변화를 유도하는 효과는 더 이상 증가하지 않으면서, 세척이 원활하게 이루어질 수 있을 만큼의 세척액 제공이 어렵다.

[0040] 상기 간격이 20nm를 초과하는 경우, 전기장의 세기를 제어하더라도 세척액의 점성의 변화가 거의 없어 점성 제어가 어렵다.

[0041] 바람직하게, 상기 웨이퍼의 표면과 상기 세척 도구 사이의 간격은 2nm 이상 4nm 이하일 수 있다. 더욱 바람직하게, 상기 간격은 3nm 내외일 수 있다.

[0042] 본 발명은, 상기 웨이퍼의 습식 세정 방법이 적용된 세정 장치를 제공한다.

[0043] 상기 세정 장치는, 상기 웨이퍼를 파지하는 웨이퍼 지지부, 상기 웨이퍼 지지부와 마주하는 세척 도구, 상기 세척 도구와 상기 웨이퍼 지지부 사이에 세척액을 공급하는 세척액 공급장치, 상기 웨이퍼 지지부와 세척 도구를 상대적으로 회전시키는 구동장치, 및 상기 세척액에 전기장을 인가하는 전기장 인가부를 포함한다.

[0044] 상기 세정 장치는 상기 웨이퍼의 표면과 세척 도구 사이의 간격을 조절하는 간격 조절장치를 더 포함할 수 있다.

[0045] 상기 웨이퍼 지지부는 소정의 회전 중심에 대해 회전할 수 있다.

[0046] 상기 회전 중심은 연직 방향으로 연장될 수 있다. 상기 웨이퍼 지지부는 수평 방향으로 연장될 수 있다.

[0047] 상기 웨이퍼 지지부는 하나 또는 둘 이상의 웨이퍼를 각각 지지할 수 있다.

[0048] 하나의 웨이퍼를 지지하는 웨이퍼 지지부에서, 상기 웨이퍼의 중심은 상기 웨이퍼 지지부의 회전 중심과 정렬될 수 있다.

[0049] 둘 이상의 웨이퍼를 지지하는 웨이퍼 지지부에서, 상기 웨이퍼들은 상기 웨이퍼 지지부의 둘레방향을 따라 등간격 배치될 수 있다.

[0050] 상기 웨이퍼 지지부는 세정이 필요한 웨이퍼의 표면이 연직 방향을 바라보도록 상기 웨이퍼를 지지할 수 있다.

[0051] 상기 세척 도구의 세척면은 연직 방향으로 상기 웨이퍼의 표면과 마주할 수 있다.

[0052] 일부 예에서, 상기 세척면은 상기 웨이퍼 지지부의 직경보다 짧고 반경보다 긴 길이를 가질 수 있다.

[0053] 일부 예에서, 상기 웨이퍼 지지부의 둘레방향으로 측정되는 상기 세척면의 폭은, 상기 웨이퍼 지지부의 반경방향을 따라 일정하게 유지될 수 있다.

[0054] 일부 예에서, 상기 웨이퍼 지지부의 둘레방향으로 측정되는 상기 세척면의 폭은, 상기 웨이퍼 지지부의 반경방향 외측으로 갈수록 점차 넓어지는 부채꼴 형태일 수 있다.

[0055] 일부 예에서, 상기 세척면의 형상은 원형일 수 있다. 상기 세척면의 직경은 상기 웨이퍼 지지부의 직경과 실질적으로 대응하거나, 상기 웨이퍼 지지부의 반경과 실질적으로 대응할 수 있다.

[0056] 상기 간격 조절장치는 상하방향으로 상기 세척 도구를 이동시킬 수 있다. 상기 상하방향은 연직 방향일 수 있다.

[0057] 일부 예에서, 상기 세척 도구의 세척면은 브러시를 포함할 수 있다.

[0058] 일부 예에서, 상기 세척 도구의 세척면은 진동을 일으키는 진동판일 수 있다.

[0059] 일부 예에서, 상기 세척액 공급장치는 상기 웨이퍼 지지부의 중앙부 부근에 세척액을 공급할 수 있다.

[0060] 일부 예에서, 상기 세척액 공급장치는 상기 웨이퍼 지지부의 중앙부로부터 반경방향을 따라 외측으로 연장된 샤워헤드 형태일 수 있다.

[0061] 상기 구동장치는, 웨이퍼 지지부의 회전 중심에서 상기 웨이퍼 지지부와 연결된 로터와, 상기 로터를 회전 구동

하는 스테이터를 포함할 수 있다.

[0062] 상기 구동장치는, 20 내지 50 rpm의 속도로 상기 웨이퍼 지지부를 회전시킬 수 있다.

[0063] 상기 전기장 인가부는, 매트릭스 형태로 배열된 도전판들을 포함할 수 있다.

[0064] 상기 전기장 인가부는, 상기 세척액이 공급된 상기 웨이퍼 지지부와 세척 도구 사이의 공간에 전기장을 인가할 수 있다.

[0065] 상기 전기장 인가부는 상기 세척 도구에 내장될 수 있다.

발명의 효과

[0066] 본 발명에 의하면, 초 미세 공정에 대응하는 회전 방식의 습식 웨이퍼 세정 공정에서, 이온을 함유하는 세척액에, 영역 별로 전기장을 차별적으로 인가하여 세척의 점성을 제어함으로써, 웨이퍼의 세정 영역 전체에 걸쳐 균일한 세정이 가능하다.

[0067] 본 발명에 따르면, 세척액의 이온의 농도, 세척액의 높이, 회전 속도 및 세척을 위한 회전 중심에 대한 전기장 인가 영역의 거리에 근거하여, 영역 별로 인가해야 하는 전기장의 세기를 비교적 정확히 예측하고 적용할 수 있다.

[0068] 상술한 효과와 더불어 본 발명의 구체적인 효과는 이하 발명을 실시하기 위한 구체적인 사항을 설명하면서 함께 기술한다.

도면의 간단한 설명

[0069] 도 1은 본 발명에 따른 실시 형태의 웨이퍼 세정 장치의 사시도이다.

도 2는 도 1의 웨이퍼 세정 장치의 정면 단면도이다.

도 3은 도 1의 웨이퍼 세정 장치의 세척 도구와 전기장 인가부를 나타낸 투시 사시도이다.

도 4는 도 1의 웨이퍼 세정 장치의 세척액 공급장치를 나타낸 투시 사시도이다.

도 5는 도 1의 웨이퍼 세정 장치의 웨이퍼 지지부와 구동장치를 나타낸 투시 사시도이다.

도 6은 도 5의 웨이퍼 지지부 상에 웨이퍼가 동심 거치된 상태를 나타낸 사시도이다.

도 7은 도 5의 웨이퍼 지지부 상에 복수 개의 웨이퍼가 편심 거치된 상태를 나타낸 사시도이다.

도 8은 도 5의 웨이퍼 지지부 상에 제1 실시 형태의 세척 도구가 배치된 상태를 나타낸 사시도이다.

도 9은 도 5의 웨이퍼 지지부 상에 제2 실시 형태의 세척 도구가 배치된 상태를 나타낸 사시도이다.

도 10은 도 5의 웨이퍼 지지부 상에 제3 실시 형태의 세척 도구가 배치된 상태를 나타낸 사시도이다.

도 11은 도 5의 웨이퍼 지지부 상에 제4 실시 형태의 세척 도구가 배치된 상태를 나타낸 사시도이다.

도 12는 도 2의 *.12.* 박스의 확대도이다.

도 13은 회전 중심으로부터 웨이퍼 표면의 특정 위치까지의 거리에 따른 웨이퍼 표면의 선속도를 나타낸 그래프이다.

도 14는 회전 중심으로부터 웨이퍼 표면 상에 공급된 세척액의 특정 영역까지의 거리에 따른 전기장 인가 세기의 분포의 제1실시예를 나타낸 그래프이다.

도 15는 회전 중심으로부터 웨이퍼 표면 상에 공급된 세척액의 특정 영역까지의 거리에 따른 전기장 인가 세기의 분포의 제2실시예를 나타낸 그래프이다.

도 16은 회전 중심으로부터 웨이퍼 표면 상에 공급된 세척액의 특정 영역까지의 거리에 따른 전기장 인가 세기의 분포의 제3실시예를 나타낸 그래프이다.

도 17은 회전 중심으로부터 웨이퍼 표면 상에 공급된 세척액의 특정 영역까지의 거리에 따른 전기장 인가 세기의 분포의 제4실시예를 나타낸 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0070] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부한 도면을 참조로 하여 상세히 설명한다.

[0071] 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예에 한정되는 것이 아니라 다양한 변경을 가할 수 있고 서로 다른 다양한 형태로 구현될 수 있다. 단지 본 실시 예는 본 발명의 개시가 완전하도록 하며 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위하여 제공되는 것이다. 따라서 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예에 한정되는 것이 아니라, 어느 하나의 실시예의 구성과 다른 실시예의 구성을 서로 치환하거나 부가하는 것은 물론 본 발명의 기술적 사상과 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[0072] 첨부된 도면은 본 명세서에 개시된 실시예를 쉽게 이해할 수 있도록 하기 위한 것일 뿐, 첨부된 도면에 의해 본 명세서에 개시된 기술적 사상이 제한되지 않으며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 도면에서 구성요소들은 이해의 편의 등을 고려하여 크기나 두께가 과장되게 크거나 작게 표현될 수 있으나, 이로 인해 본 발명의 보호범위가 제한적으로 해석되어서는 아니 될 것이다.

[0073] 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 구현예나 실시예를 설명하기 위해 사용되는 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 그리고 단수의 표현은, 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 명세서에서 ~포함하다, ~이루어진다 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이다. 즉 명세서에서 ~포함하다, ~이루어진다 등의 용어는. 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들이 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0074] 제1, 제2 등과 같이 서수를 포함하는 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되지는 않는다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 따라서 반대되는 기재가 없는 한, 제1구성요소는 제2구성요소일 수도 있음은 물론이다.

[0075] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다.

[0076] 어떤 구성요소가 다른 구성요소의 "상부에 있다"거나 "하부에 있다"고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소의 바로 위에 배치되어 있는 것뿐만 아니라 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다.

[0077] 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[0078] 이하, 본 발명의 실시 형태에 따른 웨이퍼 세정 장치와, 상기 웨이퍼 세정 장치를 이용하여 구현되는 웨이퍼 세정 방법에 대해 설명한다.

[0079] 도 1 내지 도 12를 참조하면, 본 발명은, 상기 웨이퍼(10)의 습식 세정 방법이 적용된 웨이퍼 세정 장치를 제공한다. 상기 웨이퍼 세정 장치는, 상기 웨이퍼(10)를 파지하는 웨이퍼 지지부(30), 상기 웨이퍼 지지부(30)와 마주하는 세척 도구(40), 상기 세척 도구(40)와 상기 웨이퍼 지지부(30) 사이에 세척액(55)을 공급하는 세척액 공급장치(50), 상기 웨이퍼 지지부(30)와 세척 도구(40)를 상대적으로 회전시키는 구동장치(60), 및 상기 세척액(55)에 전기장을 인가하는 전기장 인가부(70)를 포함한다.

[0080] 추가적으로, 상기 웨이퍼 세정 장치는 상기 웨이퍼(10)의 표면과 세척 도구(40) 사이의 간격을 조절하는 간격 조절장치(80)를 더 포함한다.

[0081] 도 5를 참조하면, 상기 웨이퍼 지지부(30)는 소정의 회전 중심(30C)에 대해 회전 가능하게 설치된다. 상기 회전 중심(30C)은 연직 방향으로 연장되고, 상기 웨이퍼 지지부(30)는 수평 방향으로 연장된다. 상기 웨이퍼 지지부(30)는 상기 구동장치(60)에 의해 회전 구동된다.

[0082] 상기 구동장치(60)는, 웨이퍼 지지부(30)의 회전 중심(30C)에서 상기 웨이퍼 지지부(30)와 연결되고 축방향으로

연장된 로터(62)와, 상기 로터(62)를 회전 구동하는 스테이터(64)를 포함한다. 상기 로터(62)의 축방향은 연직 방향과 나란하게 연장될 수 있다. 가령 상기 구동장치(60)는, 20 내지 50 rpm의 속도로 상기 웨이퍼 지지부(30)를 회전시킬 수 있다. 다만 웨이퍼 지지부(30)의 회전 속도가 이에 한정되어야 하는 것은 아니다.

[0083] 도 6과 도 7을 참조하면, 상기 웨이퍼 지지부(30)는 하나 또는 둘 이상의 웨이퍼(10)를 각각 지지한다. 상기 웨이퍼 지지부(30)는 세정이 필요한 웨이퍼(10)의 표면이 연직 방향을 바라보도록 상기 웨이퍼(10)를 지지한다.

[0084] 도 6에 도시된 바와 같이 하나의 웨이퍼(10)를 지지하는 웨이퍼 지지부(30)에서, 상기 웨이퍼(10)의 웨이퍼 중심(10C)은 상기 웨이퍼 지지부(30)의 회전 중심(30C)과 정렬될 수 있다. 다음으로, 도 7에 도시된 바와 같이 둘 이상의 웨이퍼(10)를 지지하는 웨이퍼 지지부(30)에서, 상기 웨이퍼(10)들의 웨이퍼 중심(10C)은 상기 웨이퍼 지지부(30)의 회전 중심(30C)에 대해 편심 배치되고, 상기 웨이퍼 지지부(30)의 둘레방향을 따라 등 간격 배치될 수 있다. 실시 형태는 3개의 웨이퍼(10)가 웨이퍼 지지부(30)에 의해 지지됨을 예시한다.

[0085] 도 8 내지 도 11을 참조하면, 상기 세척 도구(40)의 세척면(42)은 연직 방향으로 상기 웨이퍼 지지부(30)의 상부면과 마주한다. 이에 따라 상기 세척면(42)은 상기 웨이퍼 지지부(30) 상에 파지된 상기 웨이퍼(10)의 표면과 마주한다.

[0086] 도 8과 도 9를 참조하면, 일부 실시예에서, 상기 세척면(42)은 상기 웨이퍼 지지부(30)의 직경보다 짧고 반경보다 긴 길이(L)를 가진다.

[0087] 도 8을 참조하면, 일부 실시예에서, 상기 웨이퍼 지지부(30)의 둘레방향으로 측정되는 상기 세척면(42)의 폭(W)은, 상기 웨이퍼 지지부(30)의 반경방향을 따라 일정하게 유지된다. 가령 상기 세척면(42)은 트랙 형상일 수 있다.

[0088] 도 9를 참조하면, 일부 실시예에서, 상기 웨이퍼 지지부(30)의 둘레방향으로 측정되는 상기 세척면(42)의 폭(W)은, 상기 웨이퍼 지지부(30)의 반경방향 외측으로 갈수록 점차 넓어지는 부채꼴 형태일 수 있다.

[0089] 도 10과 도 11을 참조하면, 일부 실시예에서, 상기 세척면(42)의 형상은 원형일 수 있다. 도 10을 참조하면, 일부 실시예에서, 상기 세척면(42)의 직경은 상기 웨이퍼 지지부(30)의 반경과 실질적으로 대응할 수 있다. 도 11을 참조하면, 일부 실시예에서, 상기 세척면(42)의 직경은 상기 웨이퍼 지지부(30)의 직경과 실질적으로 대응할 수 있다.

[0090] 일부 실시예에서, 상기 세척 도구(40)의 세척면(42)은 브러시를 포함한다.

[0091] 일부 실시예에서, 상기 세척 도구(40)의 세척면(42)은 진동을 일으키는 진동판을 포함한다.

[0092] 일부 실시예에서, 상기 세척 도구(40)의 세척면(42)은 진동판에 설치된 브러시를 포함한다.

[0093] 도 2를 참조하면, 상기 간격 조절장치(80)는 상하방향, 보다 구체적으로 연직방향으로 상기 세척 도구(40)를 이동시킬 수 있다. 상기 간격 조절장치(80)는 상기 세척 도구(40)를 승강하여, 상기 세척면(42)과 상기 웨이퍼 지지부(30) 상에 파지된 웨이퍼(10)의 상부면 사이의 간격을 조절할 수 있다.

[0094] 도 1 및 도 2를 참조하면, 상기 세척액 공급장치(50)는 상기 웨이퍼 지지부(30)의 중앙부 부근에서 상기 웨이퍼 지지부(30) 상에 파지된 웨이퍼(10)에 세척액(55)을 공급한다. 도 4에 도시된 바와 같이, 상기 세척액 공급장치(50)는 상기 웨이퍼 지지부(30)의 중앙부로부터 반경방향을 따라 외측으로 연장된 샤워헤드 형태일 수 있다. 다만, 세척액 공급장치(50)의 형태가 이에 한정되는 것은 아니다. 가령 상기 세척액 공급장치(50)는 상기 웨이퍼 지지부(30)의 중앙부에 세척액을 공급하는 노즐 형태일 수도 있다.

[0095] 도 3을 참조하면, 실시 형태에서 상기 전기장 인가부(70)는, 매트릭스 형태로 배열된 도전판(73)들을 포함한다. 상기 전기장 인가부(70)는, 상기 도전판들을 내장하는 하우징(71)을 포함한다. 상기 전기장 인가부(70)는, 상기 세척액(55)이 공급된 상기 웨이퍼 지지부(30)와 세척 도구(40) 사이의 공간에 전기장을 인가할 수 있다. 즉 상기 전기장 인가부(70)는 상기 세척액(55)에 전기장을 인가한다.

[0096] 상기 전기장 인가부(70)는 각 도전판(73)들에 서로 다른 전압을 인가할 수 있다. 즉, 상기 전기장 인가부(70)는, 영역 별로 전기장을 달리 인가할 수 있는 복수 개의 전기장 인가 영역을 구비한다.

[0097] 실시 형태는 전기장 인가부(70)로서 별도의 도전판이 매트릭스 형태로 배열됨을 예시하고 있으나, 이는 일 예이며, 전기장 인가부는 전기장을 발생시키기에 적합한 다양한 형태가 적용될 수 있다. 가령, 세척면(42) 자체를 복수 개의 영역으로 분할된 도전판으로 구성하고, 각 영역에 서로 다른 전압을 인가할 수도 있다. 아울러 분할

의 양태 역시 다양할 수 있다.

[0098] 일부 실시예에서, 상기 전기장 인가부(70)는 상기 세척 도구(40)에 내장되고 상기 웨이퍼 지지부(30)의 하부에 배치된다. 웨이퍼 지지부(30)가 회전하더라도, 상기 전기장 인가부(70)는 제 자리를 유지한다. 상기 전기장 인가부(70)는 상기 세척 도구(40)의 세척면(42)에 인접하게 배치되어, 상기 세척면(42)의 하부에 존재하는 세척액(55)에 강한 전기장을 인가한다.

[0099] 전기장의 세기는 세척면(42)에 대응하는 영역을 사이에 두고 상하로 마주하여 배치되는 각 도전판(73)들이 차지하는 영역별로 개별적으로 제어될 수 있다.

[0100] 전기장을 인가할 수 있는 방법은 다양할 수 있다. 세척면(42)에 대응하는 영역에서 반경방향을 따라 차등적인 전기장을 인가할 수 있는 구조라면, 본 발명이 실시 형태로 구현한 상기 전기장 인가부(70)의 구조에 한정되지 않음이 명백하다. 가령, 상기 세척면(42)의 상부에는 서로 다른 세기의 전기장을 인가할 수 있는 복수 개의 인가 영역을 구비하는 전기장 인가부(70)를 배치하고, 웨이퍼 지지부(30)를 접지한 형태로 전기장 인가부(70)를 구성하는 것도 가능하다. 이 외에도 공지의 다양한 전기장 인가 구조를 적용할 수 있다.

[0101] 본 발명에 따른 웨이퍼(10)의 습식 세정 방법은, 앞서 설명한 웨이퍼 세정 장치에서 구현되는 바와 같이, 회전 방식의 세척에 적용된다.

[0102] 상기 습식 세정 방법은, 상기 웨이퍼(10)의 표면과 상기 세척 도구(40) 사이에 공급된 이온 세척액(55)에, 회전 중심(30C)에 대한 반경방향(r)을 따라 차별적인 강도의 전기장을 인가한다. 이에 따라, 세척액(55)의 점성을 상기 반경방향을 따르는 영역별로 인위적으로 제어하여, 회전 세척 시 회전 중심(30C)으로부터 반경방향 거리가 서로 다른 영역에서도 세척이 균등하게 이루어지도록 할 수 있다.

[0103] 세척 효율은, 세척액(55)의 유동 속도에 비례하고, 또한 세척액(55)의 점도에 비례한다. 즉, 세척액(55)의 유동 속도가 높을수록 세척력이 높고, 세척액(55)의 점도가 높을수록 세척력이 높다. 따라서 도 13과 도 16에 도시된 바와 같이, 동일한 점성을 가지는 세척액(55)을 이용하여 회전 방식으로 웨이퍼(10)를 세척하면, 회전 중심(30C)으로부터 멀리 있는 영역의 세척 효율이 회전 중심(30C)에 가까이 있는 영역의 세척 효율보다 더욱 높다. 즉 도 13에 도시된 바와 같이 방사방향 외측으로 갈수록 웨이퍼(10) 표면의 원주방향 선속도가 증가하므로, 도 16에 도시된 바와 같이 세척 효율은 방사방향 외측으로 갈수록 선형적으로 증가한다.

[0104] 본 발명에 따른 습식 세정 방법은, 회전 반경에 따라 달라지는 원주방향의 선속도의 차이에 대한 세척 효율의 차이를 보상하기 위해, 상기 회전 중심(30C)에 가까이 존재하는 세척액(55)의 점성을 인위적으로 높인다.

[0105] 세척액(55)의 점성을 적절히 제어하면, 회전 반경이 서로 다른 영역에서도, 실질적으로 균일한 세척 효율로 세척이 이루어지도록 할 수 있다.

[0106] 한편, 전기장으로 세척액(55)의 점성을 제어하기 위해 요구되는, 상기 웨이퍼(10)의 표면과 상기 세척면(42) 사이의 간격으로서, 상기 간격에 채워진 세척액(55)의 높이(h)는 반데르발스 힘(van der Waals force)과 쿨롱 힘(Coulomb force)이 대등한 수준으로 작용할 수 있는 스케일로 결정할 수 있다. 상기 높이는, 1nm 이상 20nm 이하일 수 있다.

[0107] 상기 간격이 1nm 미만인 경우, 상기 간격 내에 세척액(55)을 채우기 어려운 반면, 전기장의 세기에 의해 세척액(55)의 점성 변화를 유도하는 효과는 더 이상 증가하지 않는다. 상기 간격이 20nm를 초과하는 경우, 전기장의 세기를 제어하더라도 20nm 높이의 세척액(55)은 점성의 변화가 거의 없게 되어 점성 제어가 어렵다.

[0108] 웨이퍼(10)에 적층된 미세 구조를 고려하면, 바람직하게, 상기 웨이퍼(10)의 표면과 상기 세척 도구(40) 사이의 간격은 2nm 이상 4nm 이하일 수 있다. 보다 바람직하게 상기 간격은, 평균적으로 3nm 내외일 수 있다. 세척액(55)의 높이가 이 정도의 스케일로 설정되면, 이온 이동을 위해 요구되는 세척액(55)의 양을 제공할 수 있다. 또한, 이러한 높이에서, 전기장은 용액 깊이를 효율적으로 통과하여 이온과 용매 분자의 움직임과 배열에 영향을 미칠 수 있다. 아울러 이렇게 제한된 공간은 이온 이동성을 제한하여, 인가된 전기장에 대한 용매의 반응성을 향상시키고 에너지 소비를 최소화한다. 이에 따라 용액의 농도를 저하시키지 않고 점도를 정밀하게 제어할 수 있다.

[0109] 상기 세척액(55)에 함유된 이온의 당량 농도는 0.1Meg/L 이상 10 Meg/L 이하일 수 있다.

[0110] 상기 이온의 당량 농도가 0.1Meg/L 보다 낮으면, 전기장의 세기를 제어하더라도 세척액(55)의 점성의 변화가 거의 없어 점성 제어가 어렵다.

[0111] 상기 이온의 당량 농도가 이상 10 Meg/L 보다 높으면, 전기장의 세기에 의해 세척액(55)의 점성 변화를 유도하는 효과는 더 이상 증가하지 않으면서, 상기 이온이 이물질로서 잔존할 가능성이 높아질 우려가 있다.

[0112] 바람직하게, 상기 이온의 당량 농도는 1.0Meg/L 이상 2.0 Meg/L 이하일 수 있다. 더욱 바람직하게, 상기 이온의 당량 농도는 약 1.5 Meg/L 내외일 수 있다. 1.5 Meg/L의 농도는, 이온 밀도와 용액의 체적 사이에 최적의 균형을 이루어, 용액의 화학적 무결성을 유지하면서 전기장에 대한 응답성 향상을 촉진한다. 또한 이 정도의 농도 수준은, 과도한 희석이나 농축 없이 정확한 점도 조정이 가능하고, 점도 제어 공정의 효율을 최적화한다.

[0113] 일부 실시예에서, 상기 세척액(55)은, 양이온과 음이온을 포함하는 H_2O 용액을 포함한다. 가령 상기 이온은, Na^+, Cl^-를 포함할 수 있다.

[0114] 일부 실시예에서, 상기 세척액(55)은, 전체적으로 중성이 되도록, 양이온과 음이온이 등가를 이루도록 한다.

[0115] 구체적으로, 상기 웨이퍼 세정 방법은, 세척이 요구되는 웨이퍼(10)의 표면과 마주하도록 세척 도구(40)를 배치하고, 상기 웨이퍼(10)의 표면과 세척 도구(40) 사이의 간격을 조정하고, 이온을 포함하는 세척액(55)을 상기 웨이퍼(10)의 표면과 상기 세척 도구(40) 사이에 공급하고, 상기 세척액(55)이 존재하는 영역 중 적어도 일부 영역의 세척액(55)에 전기장을 인가하며 상기 웨이퍼(10)와 세척 도구(40)를 상대적으로 회전시켜 웨이퍼(10)의 표면을 세척하는 과정을 포함한다.

[0116] 도 12를 참조하면, 상기 세척액(55)이 존재하는 영역은, 제1영역(1^{st} area) 및 상기 제1영역보다 상기 회전 중심(30C)으로부터 더 멀리 배치된 제2영역(2^{nd} area)을 포함한다.

[0117] 일부 실시예에서, 상기 세척액에 전기장을 인가함에 있어서, 상기 제1영역의 세척액(55)의 점성이 제2영역의 세척액(55)의 점성보다 커지도록 상기 제1영역에 전기장을 가할 수 있다. 그러면, 제1영역의 세척액(55)의 점성을 높여 제1영역의 세척 효율을 높일 수 있다.

[0118] 일부 실시예에서, 상기 세척액에 전기장을 인가함에 있어서, 상기 제1영역에 가하는 전기장의 세기가 상기 제2영역에 가하는 전기장의 세기보다 더 클 수 있다. 그러면, 제1영역의 세척액(55)의 점성을 제2영역의 세척액(55)의 점성보다 더 높여 제1영역의 세척 효율을 더 높일 수 있다.

[0119] 일부 실시예에서, 상기 세척액에 전기장을 인가함에 있어서, 다른 일 예에서, 상기 제1영역에는 전기장을 가하고, 상기 제2영역에는 전기장을 가하지 않을 수 있다.

[0120] 바람직하게, 상기 영역에 가해지는 상기 전기장의 세기 분포는, 도 14에 도시된 바와 같이 상기 회전 중심(30C)으로부터 멀어질수록 연속적으로 감소하는 제1분포를 포함할 수 있다.

[0121] 바람직하게, 상기 영역에 가해지는 상기 전기장의 세기 분포는, 도 14에 도시된 바와 같이 상기 회전 중심(30C)으로부터 멀어질수록 점진적으로 감소하는 제2분포를 포함할 수 있다.

[0122] 바람직하게, 상기 영역에 가해지는 상기 전기장의 세기 분포는, 도 15에 도시된 바와 같이 상기 회전 중심(30C)으로부터 멀어질수록 계단식으로 감소하는 제3분포를 포함할 수 있다.

[0123] 바람직하게, 상기 영역에 가해지는 상기 전기장의 세기 분포는, 도 14에 도시된 바와 같이 상기 회전 중심(30C)으로부터 멀어질수록 선형적으로 감소하는 제4분포를 포함할 수 있다.

[0124] 바람직하게, 상기 영역에 가해지는 상기 전기장의 세기 분포는, 상기 회전 중심(30C)으로부터 멀어질수록 비선형적으로 감소하는 제5분포를 포함할 수 있다.

[0125] 바람직하게, 상기 영역에 가해지는 상기 전기장의 세기 분포는, 상기 회전 중심(30C)으로부터 멀어질수록 포물선 형태로 감소하는 제6분포를 포함할 수 있다.

[0126] 바람직하게, 상기 영역에 가해지는 상기 전기장의 세기 분포는, 상기 회전 중심(30C)으로부터 멀어질수록 쌍곡선 형태로 감소하는 제7분포를 포함할 수 있다.

[0127] 본 발명에 따르면, 상기 영역에 가해지는 상기 전기장의 세기 분포는, 상기 제1 내지 제7분포 중 적어도 어느 하나의 분포를 포함할 수 있다.

[0128] 이처럼 반경방향 위치에 따라 차등적으로 전기장을 인가하면, EDL(electrical double layer) 효과에 차이가 발생하여 점성의 차이를 유도할 수 있다. 이에 따라, 도 17에 도시된 바와 같이 반경방향을 따라 전체적으로 균일

한 세척 효율로 웨이퍼(10)를 세척하는 것이 가능하다.

[0129] 실시 형태에 따르면, 웨이퍼 세정 장치가 웨이퍼(10)가 회전하고 세척면(42)은 고정된 형태로 구현되었다. 아울러 웨이퍼 세정 방법 역시 세척면이 고정된 상태에서 웨이퍼가 회전하는 것으로 구현하였다. 그러나 이는 이해를 돕기 위한 한정적인 설명에 지나지 아니하며, 웨이퍼(10)와 세척면(42) 사이에 상대적인 회전이 가능한 구조와 방법이라면 모두 본 개시의 기술적 사상에 포함된다.

[0130] 아울러 본 발명은, 전기장을 차등 적용하여 세척액의 점성의 차이를 유도하여 세척 효율을 반경방향에 따라 고르게 하는 원리를 적용하는 것이지, 세척액의 전체적인 점성을 높이고자 하는 것이 아니다. 따라서 세척액 전체의 점성을 낮추기 위한 다른 장치와 함께 적용하여도 무방하다. 즉 세척액 전체의 점성을 낮춘 상태에서, 영역별로 세척액의 점성에 차등을 둘 수도 있다.

[0131] 이상과 같이 본 발명에 대해서 예시한 도면을 참조로 하여 설명하였으나, 본 명세서에 개시된 실시예와 도면에 의해 본 발명이 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 기술사상의 범위 내에서 통상의 기술자에 의해 다양한 변형이 이루어질 수 있음은 자명하다. 아울러 앞서 본 발명의 실시예를 설명하면서 본 발명의 구성에 따른 작용 효과를 명시적으로 기재하여 설명하지 않았을 지라도, 해당 구성에 의해 예측 가능한 효과 또한 인정되어야 함은 당연하다.

부호의 설명

[0132] 10: 웨이퍼

10C: 웨이퍼 중심

30: 웨이퍼 지지부

30C: 회전 중심

40: 세척 도구

42: 세척면

L: 길이

W: 폭

50: 세척액 공급장치

55: 세척액

60: 구동장치

62: 로터

64: 스테이터

70: 전기장 인가부

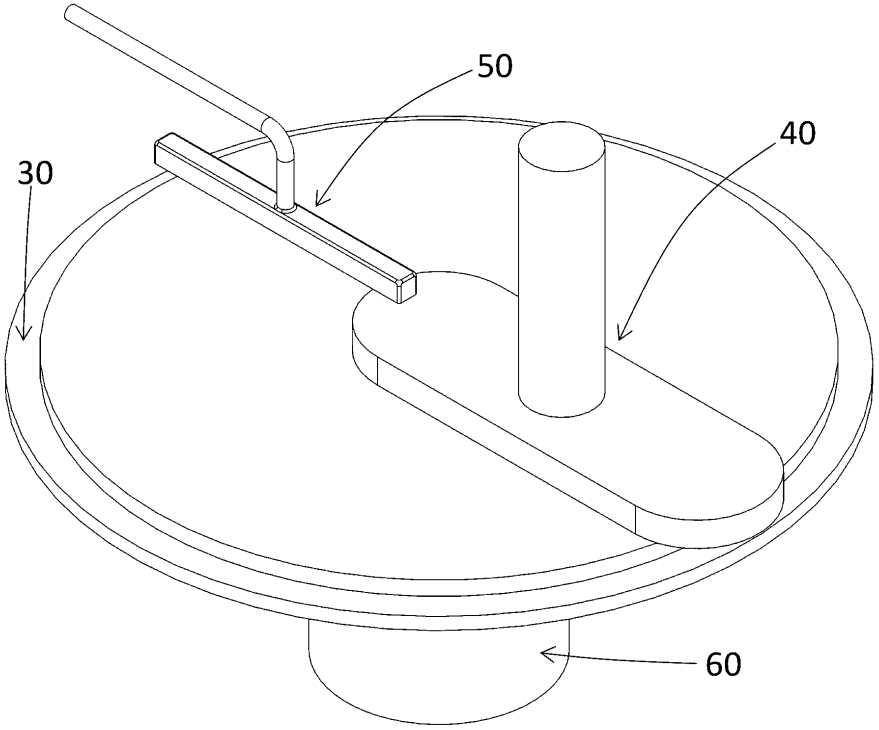
71: 하우징

73: 도전판

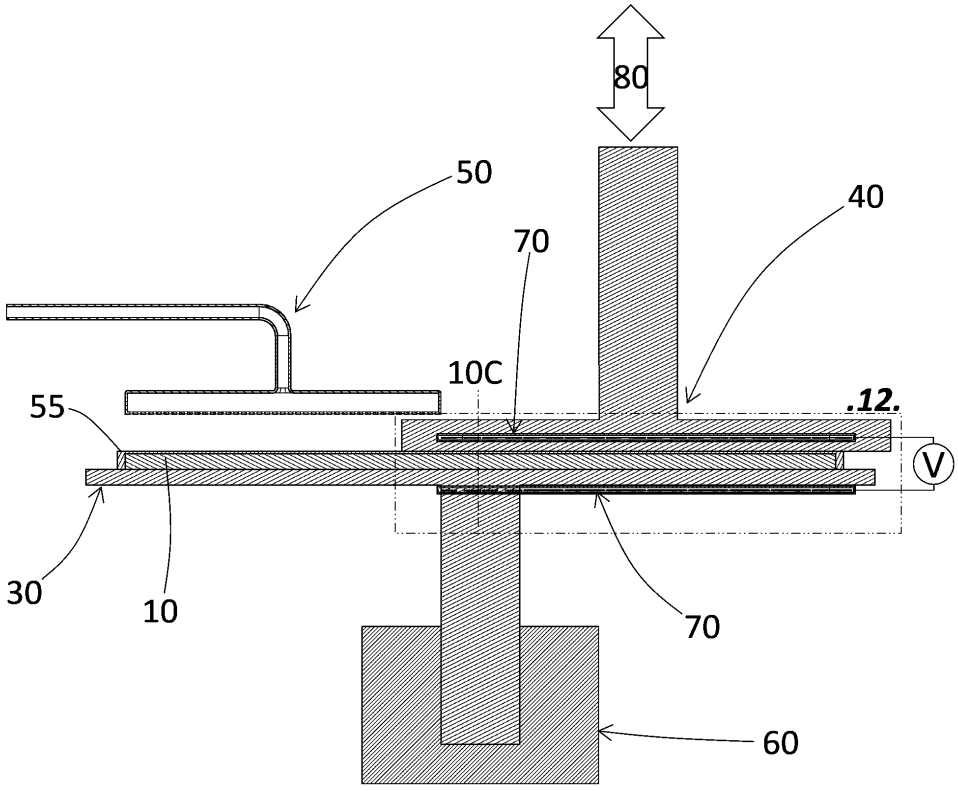
80: 간격 조절장치

도면

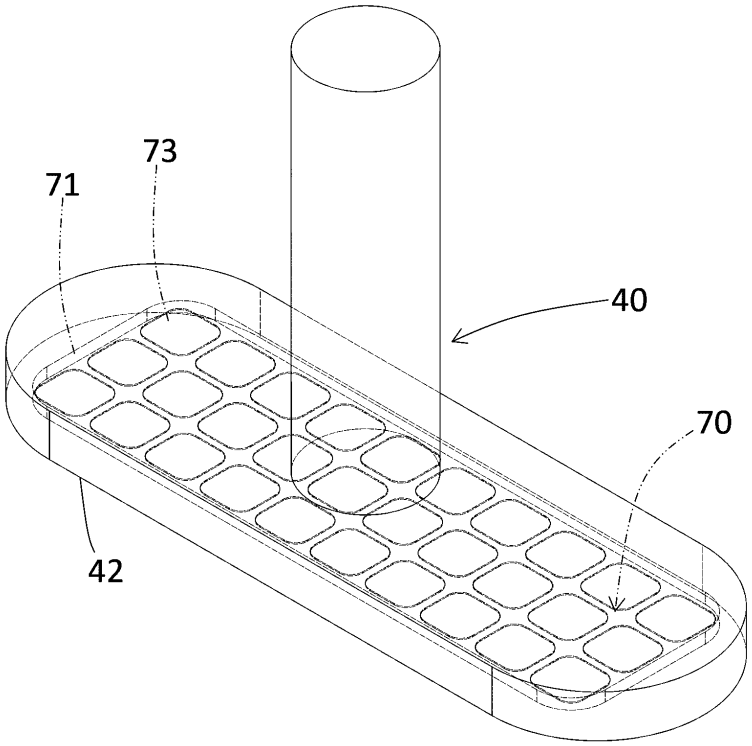
도면1



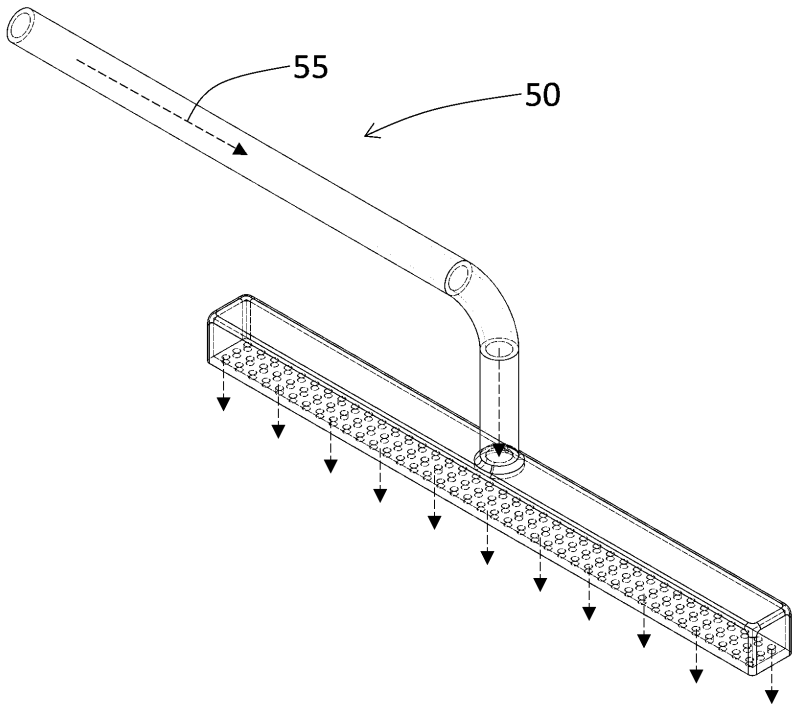
도면2



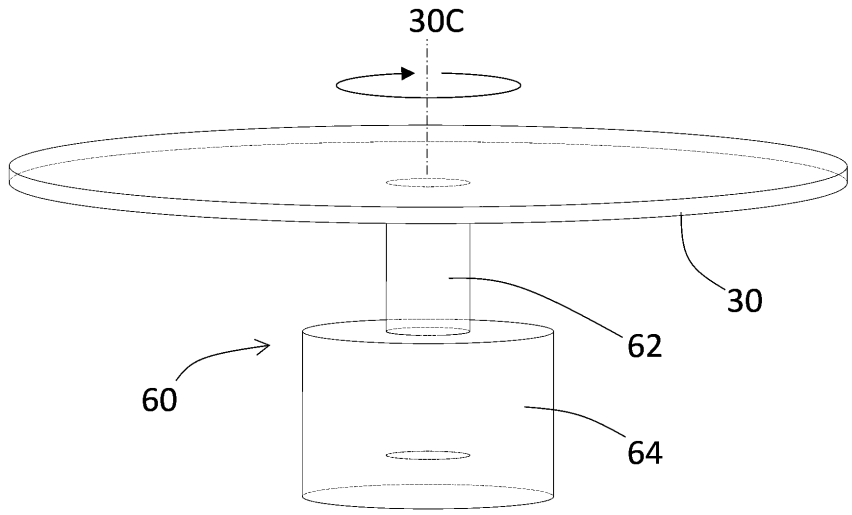
도면3



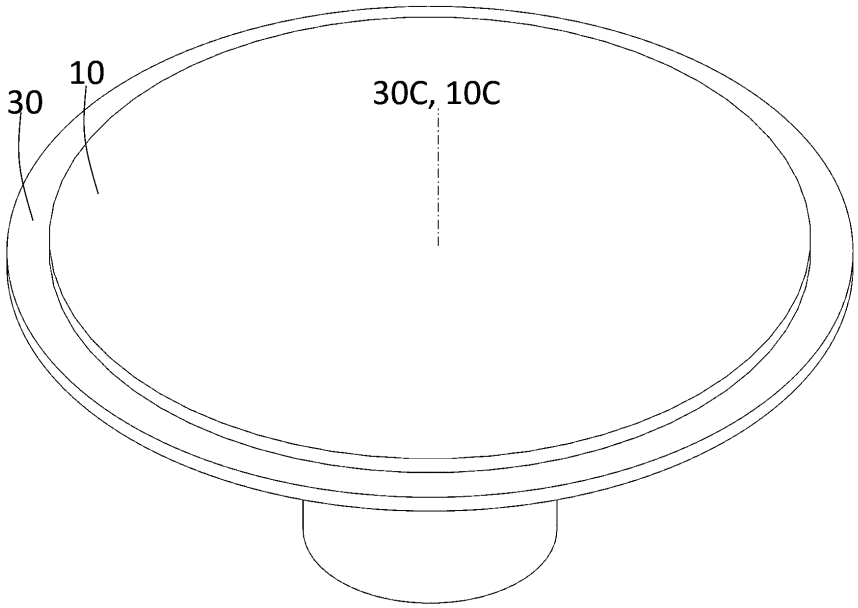
도면4



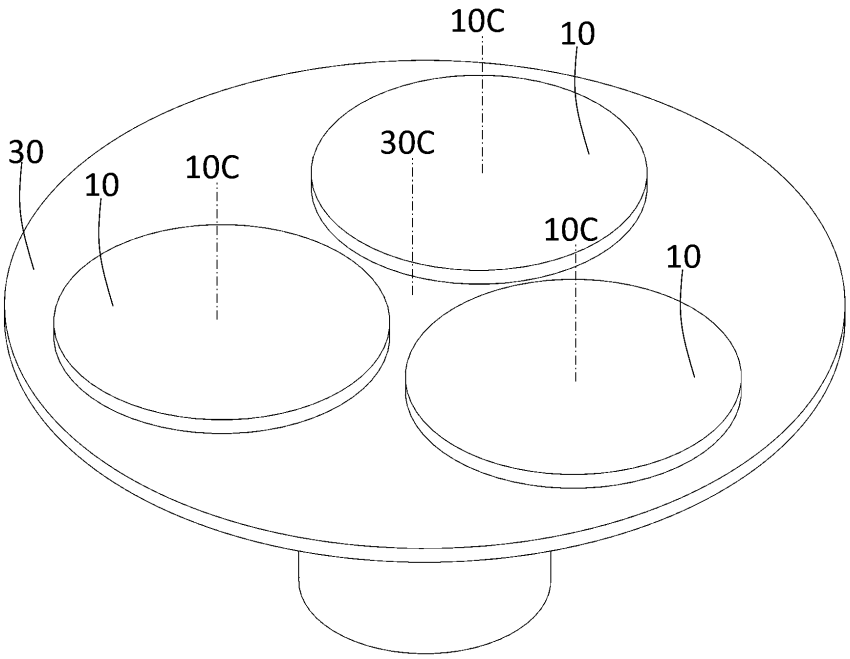
도면5



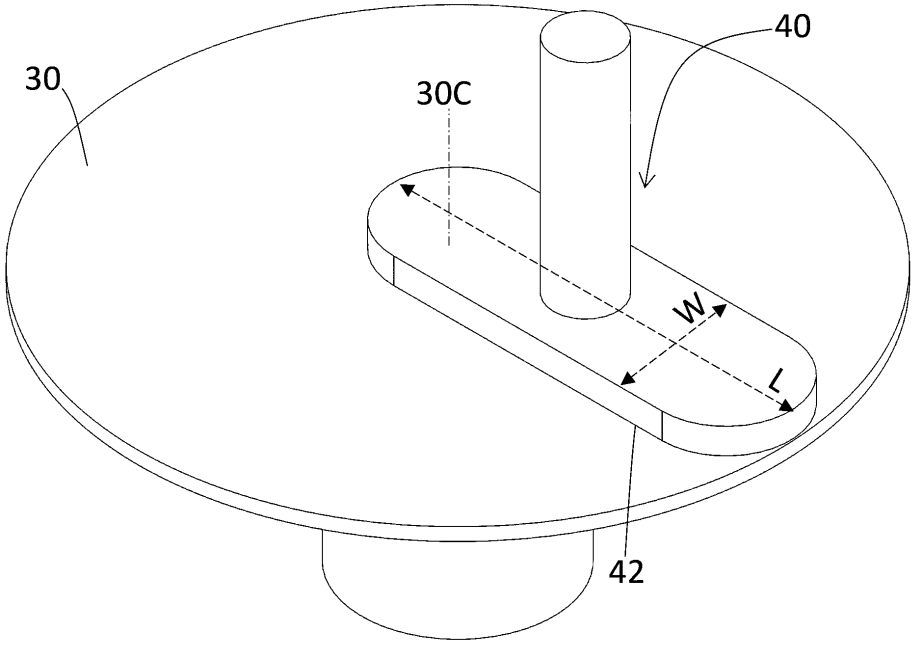
도면6



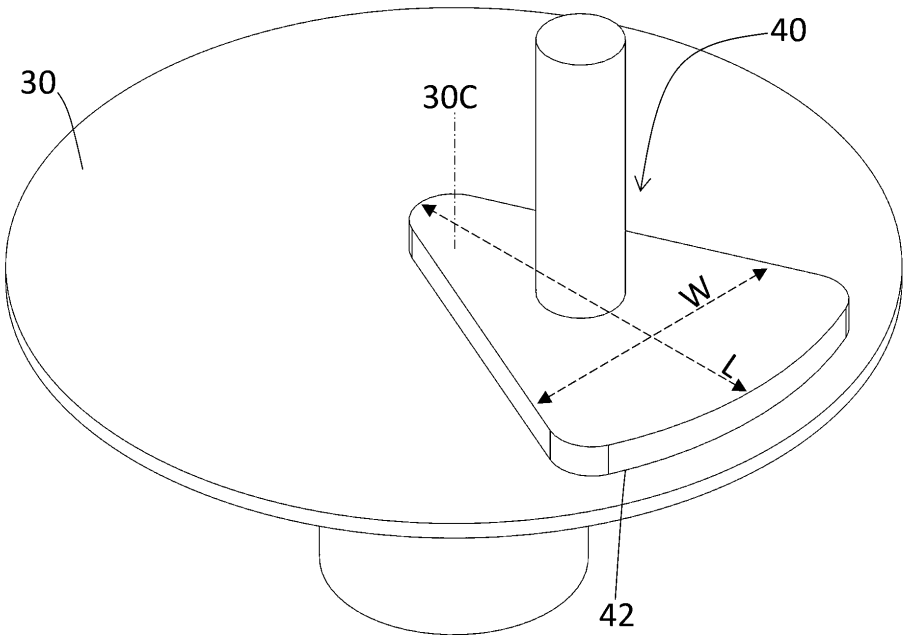
도면7



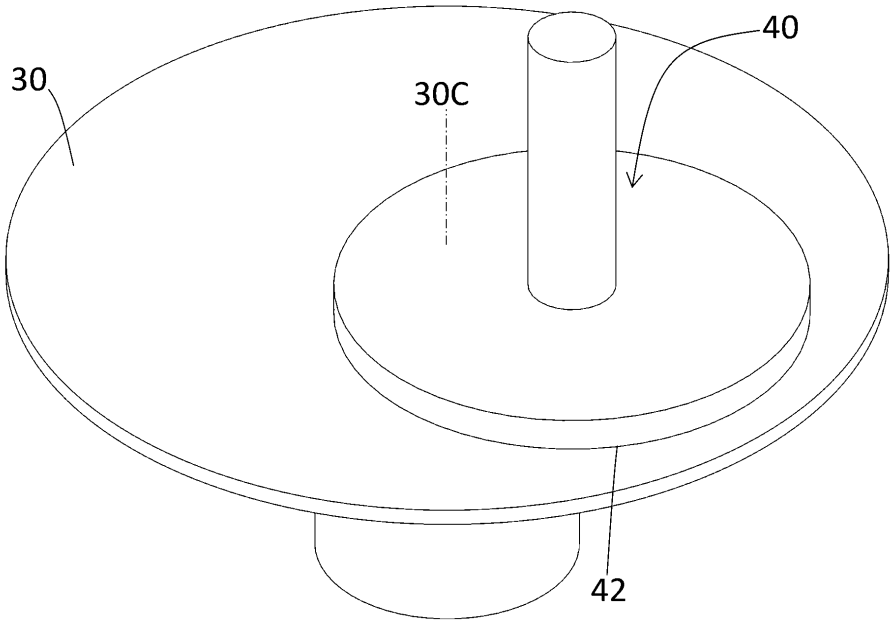
도면8



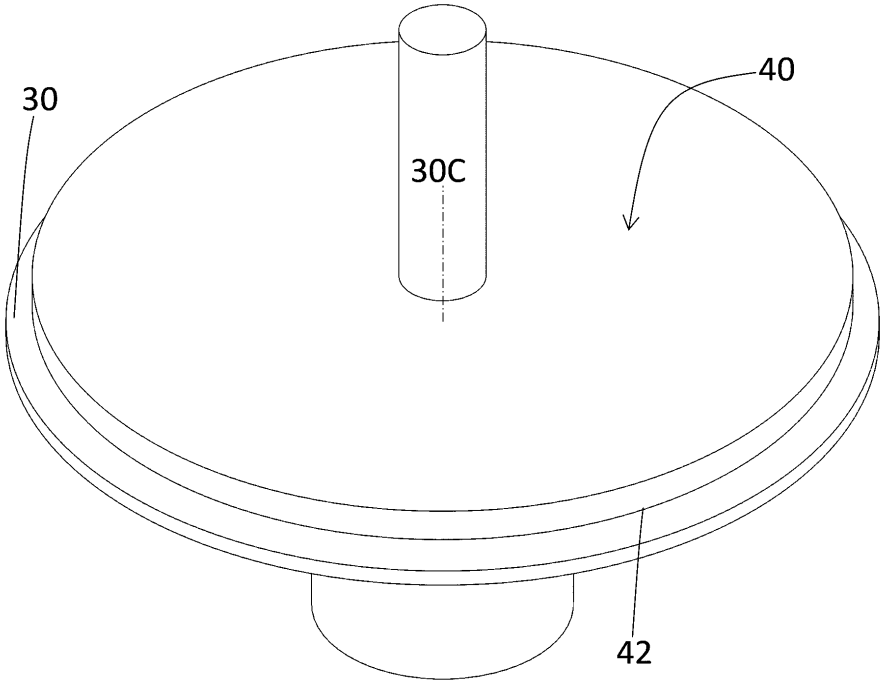
도면9



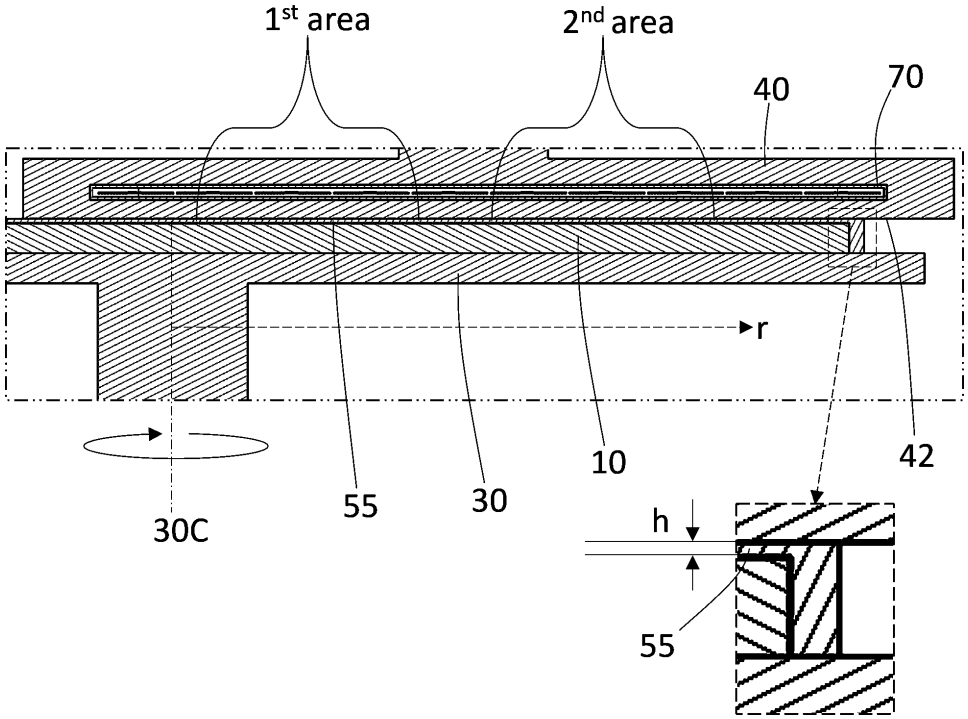
도면10



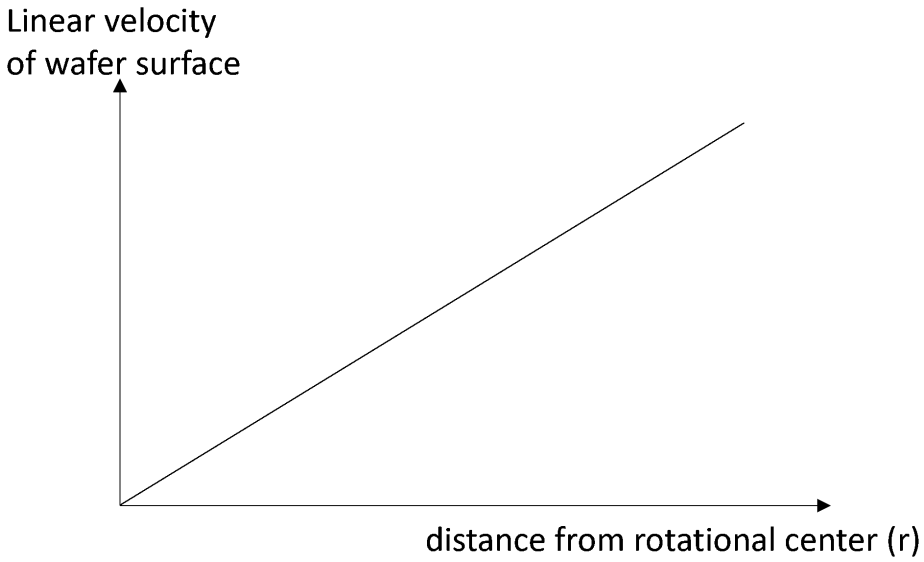
도면11



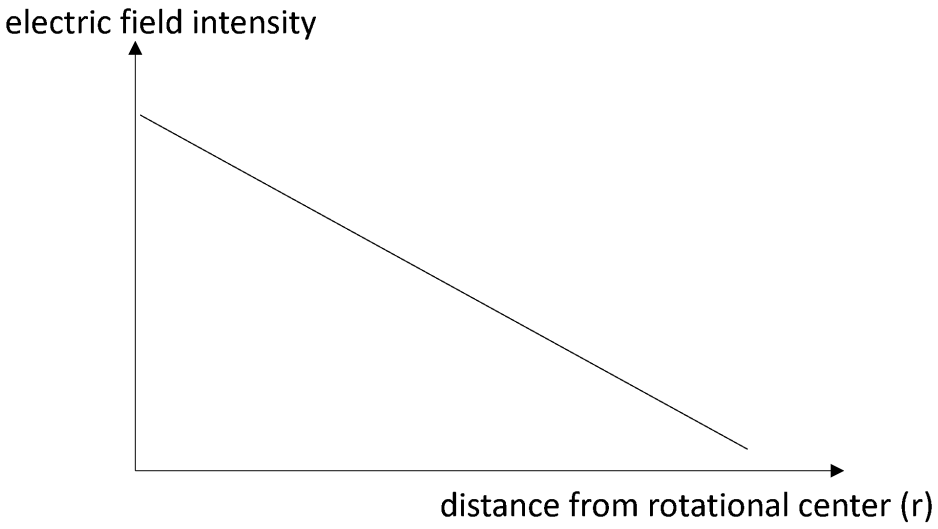
도면12



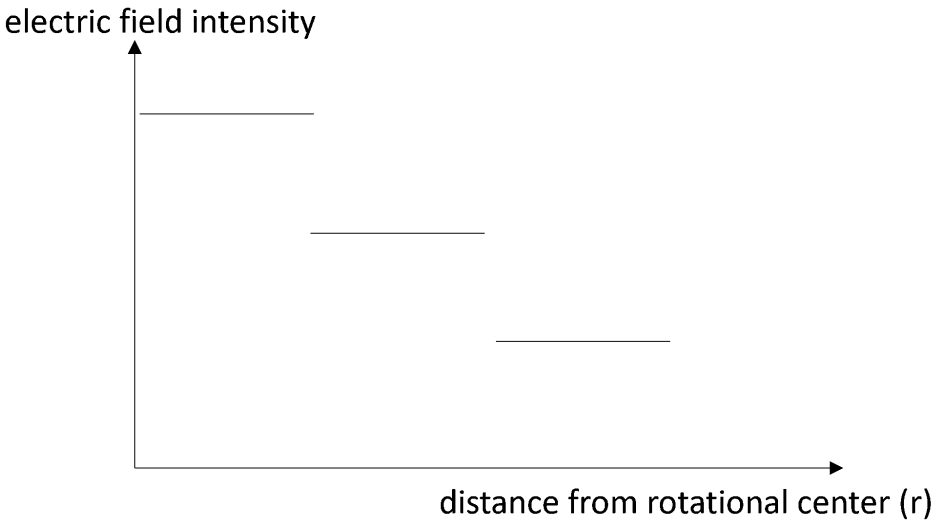
도면13


Linear velocity
of wafer surface
distance from rotational center (r)

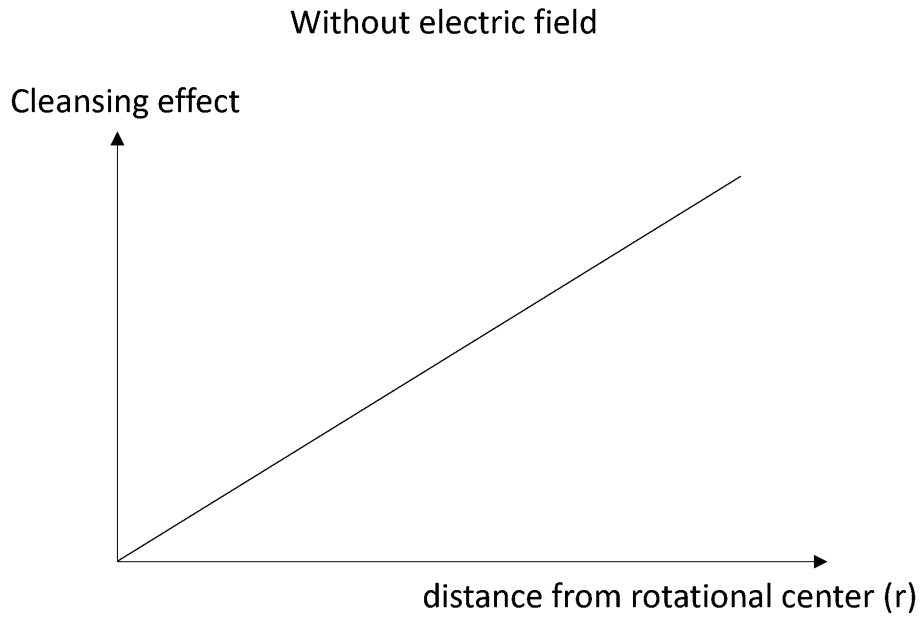
도면14


electric field intensity
distance from rotational center (r)

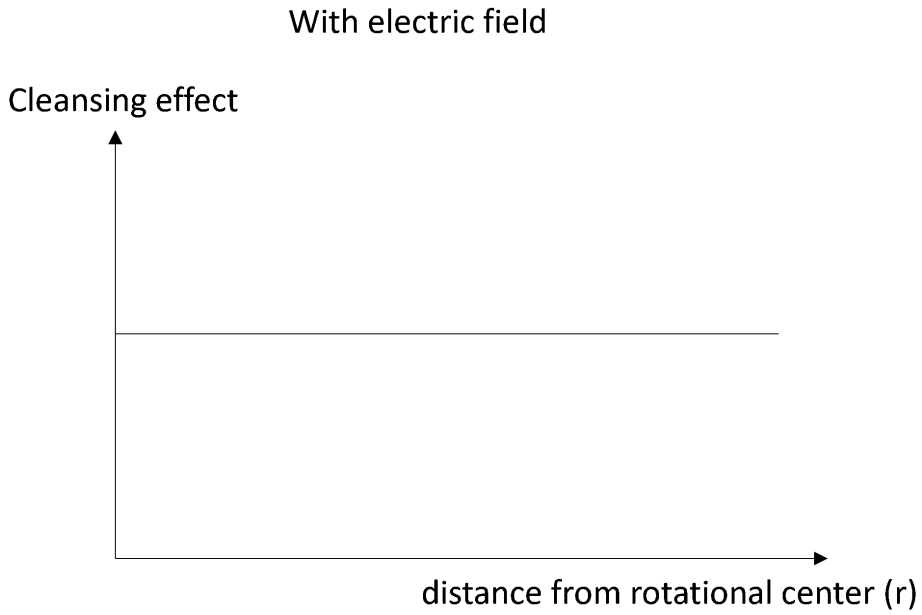
도면15


electric field intensity
distance from rotational center (r)

도면16


Without electric field
Cleansing effect
distance from rotational center (r)

도면17


With electric field
Cleansing effect
distance from rotational center (r)