(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0059570
(43) 공개일자 2020년05월29일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/683 (2006.01) *H01L 21/687* (2006.01)
H05H 1/46 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 21/6833 (2013.01)
H01L 21/6835 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0144455
(22) 출원일자 2018년11월21일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)
(72) 발명자
이용우
경기도 화성시 동탄순환대로21길 54 (청계동, 동탄2신도시 센트럴 푸르지오) 1323동 1701호
노영진
경기도 안산시 상록구 태마당로 9 (부곡동, 창원그린빌) 5동 201호
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인 고려

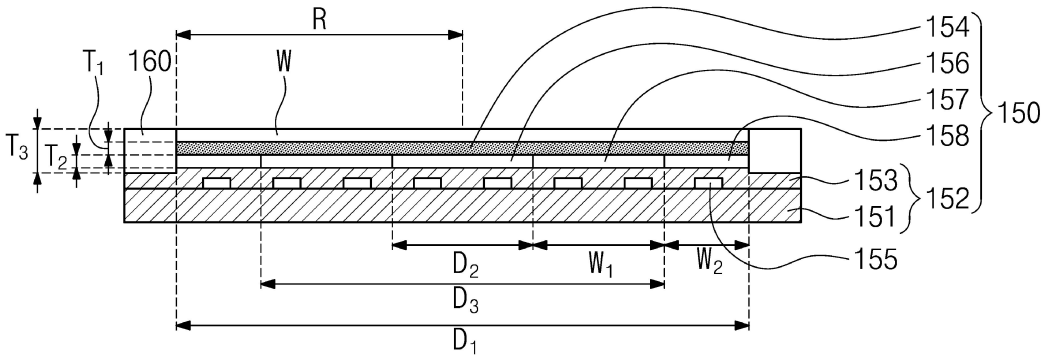
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 **정전 척, 및 그를 포함하는 플라즈마 처리 장치**

(57) 요 약

본 발명은 정전 척, 플라즈마 처리 장치 및 그들을 이용한 반도체 소자의 제조방법을 개시한다. 상기 정전 척은 척 베이스와, 상기 척 베이스 상에 배치되는 상부 플레이트와, 상기 척 베이스 및 상기 상부 플레이트 사이에 배치되고, 상기 상부 플레이트의 직경보다 작은 직경을 갖는 내부 플레이트를 포함한다.

대 표 도 - 도4



(52) CPC특허분류
H01L 21/68721 (2013.01)
H05H 1/46 (2013.01)
(72) 발명자
최명선
경기도 화성시 동탄숲속로 69 (능동, 숲속마을자연앤경남아너스빌아파트) 833동 1102호
허민영
경기도 수원시 영통구 매영로199번길 46-16 (원천동) 맨체스터, 502호
심승보
서울 동작구 남부순환로265가길 8 (사당동) 105호 (성운하우스)
이재학
인천광역시 계양구 효서로 393 (작전동, 까치마을태화.한진아파트) 609동 2001호

명 세 서

청구범위

청구항 1

척 베이스;

상기 척 베이스 상에 배치되는 상부 플레이트; 및

상기 척 베이스와 상기 상부 플레이트 사이에 배치되고, 상기 상부 플레이트의 직경보다 작은 직경을 갖는 내부 플레이트를 포함하는 정전 척.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 내부 플레이트는 상기 상부 플레이트의 유전율보다 작은 유전율을 갖는 정전 척.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 내부 플레이트는 테프론을 포함하는 정전 척.

청구항 4

제 2 항에 있어서,

상기 내부 플레이트를 둘러싸고, 상기 상부 플레이트의 직경과 동일한 외경을 갖는 외부 유전 링을 더 포함하는 정전 척.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 외부 유전 링은 상기 내부 플레이트의 유전율보다 큰 유전율을 갖는 정정 척.

청구항 6

제 4 항에 있어서,

상기 외부 유전 링은 퀄츠를 포함하는 정전 척.

청구항 7

제 4 항에 있어서,

상기 외부 유전 링과 상기 내부 플레이트 사이에 배치되는 내부 유전 링을 더 포함하는 정전 척.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 내부 유전 링은 상기 외부 유전 링의 유전율보다는 작고, 상기 내부 플레이트의 유전율보다는 큰 유전율을 갖는 정전 척.

청구항 9

제 7 항에 있어서,

상기 내부 유전 링은 피크, 셀라졸, 또는 마일라를 포함하는 정전 척.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 내부 플레이트는 상기 상부 플레이트의 두께의 1배 내지 3배의 두께를 갖는 정전 척.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 내부 플레이트의 두께는 20㎜ 이하인 정전 척.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 내부 플레이트의 두께는 1.7㎜ 내지 5㎜인 정전 척.

청구항 13

제 1 항에 있어서,

상기 내부 플레이트는 40㎜ 내지 80㎜의 직경을 갖는 플라즈마 처리 장치.

청구항 14

제 1 항에 있어서,

상기 척 베이스는:

제 1 하부 플레이트; 및

상기 제 1 하부 플레이트 상에 배치되는 제 2 하부 플레이트를 포함하되,

상기 내부 플레이트는 상기 제 2 하부 플레이트의 상부 면에 제공된 리세스 내에 배치되는 정전 척.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 리세스는 상기 제 2 하부 플레이트의 중앙에 배치되는 정전 척.

청구항 16

챔버;

상기 챔버 내에 배치되어 기판을 수납하는 정전 척; 및

상기 정전 척을 둘러싸는 에지 링을 포함하되,

상기 정전 척은:

척 베이스;

상기 척 베이스 상에 배치되는 상부 플레이트; 및

상기 척 베이스와 상기 상부 플레이트 사이에 배치되고, 상기 상부 플레이트의 직경보다 작은 직경을 갖는 내부 플레이트를 포함하는 플라즈마 처리 장치.

청구항 17

제 16 항에 있어서,

상기 척 베이스의 에지 상에 배치되고, 상기 상부 플레이트의 외곽을 둘러싸는 에지 링을 더 포함하되,

상기 내부 플레이트는 상기 에지 링 내에 배치되고, 상기 에지 링보다 얇은 플라즈마 처리 장치.

청구항 18

제 17 항에 있어서,

상기 정전 척은 상기 에지 링 내에 배치되고, 상기 내부 플레이트를 둘러싸는 외부 유전 링을 더 포함하는 플라즈마 처리 장치.

청구항 19

제 18 항에 있어서,

상기 정전 척은 상기 에지 링 내에 배치되고, 상기 내부 플레이트와 상기 외부 유전 링 사이에 배치되는 내부 유전 링을 더 포함하는 플라즈마 처리 장치.

청구항 20

제 19 항에 있어서,

상기 내부 유전 링은 상기 내부 플레이트와 10㎜이하의 거리 내에 이격하는 플라즈마 처리 장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 반도체 소자의 제조장치에 관한 것으로, 상세하게는 기판을 수납하는 정전 척, 및 그를 포함하는 플라즈마 처리 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 일반적으로 반도체 소자는 복수의 단위 공정들을 통해 제조될 수 있다. 단위 공정들은 박막 증착 공정, 포토 공정, 및 식각 공정을 포함할 수 있다. 그 중에 식각 공정은 플라즈마 반응을 이용한 건식 식각 공정을 포함할 수 있다. 건식 식각 장치는 기판을 수납하는 정전 척을 포함할 수 있다. 정전 척은 기판을 정 전기력으로 고정할 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0003] 본 발명의 해결 과제는, 기판의 식각 균일도(uniformity)를 증가시킬 수 있는 정전 척 및 그를 포함하는 플라즈마 처리 장치를 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0004] 본 발명은 정전 척을 개시한다. 상기 정전 척은, 척 베이스; 상기 척 베이스 상에 배치되는 상부 플레이트; 및 상기 척 베이스와 상기 상부 플레이트 사이에 배치되고, 상기 상부 플레이트의 직경보다 작은 직경을 갖는 내부 플레이트를 포함한다.

[0005] 본 발명의 일 예에 따른 플라즈마 처리 장치는, 챔버; 상기 챔버 내에 배치되어 기판을 수납하는 정전 척; 및 상기 정전 척을 둘러싸는 에지 링을 포함한다. 여기서, 상기 정전 척은: 척 베이스; 상기 척 베이스 상에 배치되는 상부 플레이트; 및 상기 척 베이스와 상기 상부 플레이트 사이에 배치되고, 상기 상부 플레이트의 직경보다 작은 직경을 갖는 내부 플레이트를 포함할 수 있다.

[0006] 본 발명의 일 예에 따른 반도체 소자의 제조방법은, 정전 척 상에 기판을 제공하는 단계; 상기 기판 상에 가스를 제공하는 단계; 및 상기 정전 척에 고주파 파워를 제공하는 단계를 포함한다. 여기서, 상기 정전 척은: 척 베이스; 상기 척 베이스 상에 배치되는 상부 플레이트; 및 상기 척 베이스와 상기 상부 플레이트 사이에 배치되고, 상기 상부 플레이트의 직경보다 작은 직경을 갖는 내부 플레이트를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0007] 본 발명 기술적 사상의 실시 예들에 따른 정전 척은 척 베이스와 상부 플레이트 사이의 내부 플레이트를 이용하여 전기장의 세기를 균일하게 제어하고, 기판의 식각 균일도를 증가시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0008] 도 1은 본 발명의 개념에 따른 플라즈마 처리 장치의 일 예를 보여주는 도면이다.

도 2는 도 1의 정전 척의 일 예를 보여주는 단면도이다.

도 3은 도 2의 내부 플레이트의 두께에 따른 상부 플레이트 상의 전기장의 세기를 보여주는 그래프들이다.

도 4는 도 2의 정전 척의 일 예를 보여주는 단면도이다.

도 5는 도 4의 내부 플레이트, 내부 유전 링, 및 외부 유전 링(의 유전율에 따른 전기장의 세기를 보여주는 그래프들이다.

도 6은 도 1의 정전 척의 일 예를 보여주는 단면도이다.

도 7은 도 6의 내부 플레이트와 내부 유전 링 사이의 제 1 거리에 따른 전기장의 세기를 보여주는 그래프이다.

도 8은 도 1의 플라즈마 처리 장치를 이용한 반도체 소자의 제조방법을 보여주는 플로우 챠트이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0009] 도 1은 본 발명의 개념에 따른 플라즈마 처리 장치(100)의 일 예를 보여준다.

[0010] 도 1을 참조하면, 본 발명의 플라즈마 처리 장치(100)는 축전 결합 플라즈마(Capacitively Coupled Plasma: CCP) 식각 장치일 수 있다. 이와 달리, 상기 플라즈마 처리 장치(100)는 유도 결합 플라즈마(Inductively Coupled Plasma: ICP), 또는 마이크로파(microwave) 플라즈마 식각 장치일 수 있다. 일 예에 따르면, 플라즈마

처리 장치(100)는 챔버(110), 반응 가스 공급 부(120), 샤워헤드(130), 파워 공급 부(140), 정전 척(150), 및 에지 링(160)를 포함할 수 있다.

[0011] 상기 챔버(110)는 외부로부터 독립된 공간을 제공할 수 있다. 기판(W)은 상기 챔버(110) 내에 제공될 수 있다. 상기 기판(W)은 실리콘 웨이퍼를 포함할 수 있으며, 본 발명은 이에 한정되지 않을 수 있다. 일 예에 따르면, 상기 챔버(110)는 하부 하우징(112)과 상부 하우징(114)을 포함할 수 있다. 상기 기판(W)이 상기 챔버(110) 내에 제공될 때, 상기 하부 하우징(112)은 상기 상부 하우징(114)으로부터 분리될 수 있다. 상기 기판(W)의 처리 공정(ex, 식각 공정 및 증착 공정)이 진행될 때, 상기 하부 하우징(112)은 상기 상부 하우징(114)과 결합될 수 있다.

[0012] 상기 반응 가스 공급 부(120)는 상기 챔버(110) 내에 반응 가스(122)를 공급할 수 있다. 상기 반응 가스(122)는 상기 기판(W) 또는 상기 기판(W) 상의 실리콘 산화물(미도시)을 식각할 수 있다. 예를 들어, 상기 반응 가스(122)는 CH_3 또는 SF_6를 포함하나, 본 발명은 이에 한정되지 않을 수 있다. 이와 달리, 상기 반응 가스(122)는 상기 기판(W) 상에 박막(ex, SiO_2, TiN, TiO_2)을 증착할 수 있다.

[0013] 상기 샤워헤드(130)는 상기 상부 하우징(114) 내에 제공될 수 있다. 상기 샤워헤드(130)는 상기 반응 가스 공급 부(120)로 연결될 수 있다. 상기 샤워헤드(130)는 상기 기판(W)으로 상기 반응 가스(122)를 분사할 수 있다.

[0014] 상기 파워 공급 부(140)는 상기 정전 척(150)으로 연결될 수 있다. 상기 파워 공급 부(140)는 상기 정전 척(150)에 고주파 파워(142)를 공급할 수 있다. 상기 고주파 파워(142)는 소스 파워(ex, 60MHz)와 바이어스 파워(ex, 2MHz, 400KHz)를 포함할 수 있다. 상기 고주파 파워(142)의 소스 파워는 상기 챔버(110) 내에 플라즈마(116)를 유도할 수 있다. 또한, 상기 고주파 파워(142)의 바이어스 파워는 상기 플라즈마(116)를 상기 기판(W)에 집중시킬 수 있다. 상기 기판(W) 또는 상기 기판(W) 상의 상기 실리콘 산화물(SiO_2)의 식각 깊이가 일정 수준 이상일 경우, 상기 고주파 파워(142)는 펄스 형태로 제공될 수 있다.

[0015] 상기 정전 척(150)은 상기 하부 하우징(112) 내에 배치될 수 있다. 상기 정전 척(150)은 상기 기판(W)을 수납할 수 있다. 상기 기판(W)은 상기 정전 척(150)의 상으로 제공될 수 있다. 상기 정전 척(150)은 외부의 정전압으로 상기 기판(W)을 고정할 수 있다. 상기 고주파 파워(142)가 상기 정전 척(150)에 제공되면, 상기 플라즈마(116)는 상기 정전 척(150) 및 상기 기판(W) 상에 생성될 수 있다. 상기 플라즈마(116)의 밀도는 상기 고주파 파워(142)에 비례하여 증가할 수 있다. 또한, 상기 플라즈마(116)의 밀도는 상기 정전 척(150) 상의 전기장(E)의 세기에 비례할 수 있다. 상기 정전 척(150)은 냉각 수 홀(155) 내에 제공되는 냉각 수에 의해 냉각될 수 있다.

[0016] 상기 에지 링(160)은 상기 정전 척(150)의 에지 상에 배치될 수 있다. 상기 에지 링(160)은 상기 기판(W)을 둘러쌀 수 있다. 상기 에지 링(160)은 상기 기판(W)의 외주면 및/또는 측벽을 상기 플라즈마(116)로부터 보호할 수 있다. 이와 달리, 상기 에지 링(160)은 상기 플라즈마(116)를 상기 기판(W) 상으로 집중(focus)시킬 수 있다. 상기 에지 링(160)은 실리콘(Si) 또는 실리콘 탄화물(SiC)을 포함할 수 있다.

[0017] 상기 플라즈마(116)는 상기 기판(W)을 식각하거나 상기 기판(W) 상에 박막을 증착시킬 수 있다. 예를 들어, 상기 플라즈마(116)의 밀도가 증가하면, 상기 기판(W)의 식각 깊이가 증가할 수 있다. 또한, 상기 플라즈마(116)의 밀도가 상기 기판(W)의 상부 면 전체에 대해 균일하면, 상기 기판(W)의 식각 균일도는 증가할 수 있다. 상기 전기장(E)의 세기가 상기 정전 척(150)의 상부 면 전체에 대해 균일할 경우, 상기 기판(W)의 식각 균일도는 증가할 수 있다.

[0018] 이하, 상기 기판(W)의 식각 균일도를 증가시킬 수 있는 상기 정전 척(150)에 대해 실시 예를 들어 설명한다.

[0019] 도 2는 도 1의 정전 척(150)의 일 예를 보여준다.

[0020] 도 2를 참조하면, 상기 정전 척(150)은 척 베이스(152), 상부 플레이트(154), 및 내부 플레이트(156)를 포함할 수 있다.

[0021] 상기 척 베이스(152)는 평면적 관점에서 상기 기판(W)보다 넓거나 클 수 있다. 상기 척 베이스(152)는 알루미늄 또는 알루미늄 합금을 포함할 수 있다. 일 예에 따르면, 상기 척 베이스(152)는 제 1 하부 플레이트(151) 및 제 2 하부 플레이트(153)를 포함할 수 있다.

[0022] 상기 제 1 하부 플레이트(151)는 평탄할 수 있다.

[0023] 상기 제 2 하부 플레이트(153)는 상기 제 1 하부 플레이트(151) 상에 배치될 수 있다. 상기 제 2 하부 플레이트(153)의 직경은 상기 제 1 하부 플레이트(151)의 직경과 동일하거나 작을 수 있다. 일 예로, 상기 제 2 하부 플

레이트(153)는 리세스(159)를 가질 수 있다. 상기 리세스(159)는 상기 제 2 하부 플레이트(153)의 상부 면에 제공될 수 있다. 상기 리세스(159)는 상기 제 2 하부 플레이트(153)의 중앙에 배치될 수 있다. 상기 에지 링(160)은 상기 제 2 하부 플레이트(153)의 에지 상에 배치될 수 있다. 상기 냉각 수 홀들(155)은 상기 제 1 하부 플레이트(151)과 상기 제 2 하부 플레이트(153) 사이에 형성될 수 있다.

[0024] 상기 상부 플레이트(154)는 상기 제 2 하부 플레이트(153)상에 배치될 수 있다. 상기 상부 플레이트(154)는 상기 에지 링(160) 내에 배치될 수 있다. 상기 상부 플레이트(154)의 측벽은 상기 에지 링(160)의 내측 측벽에 접촉될 수 있다. 상기 기판(W)은 상기 상부 플레이트(154) 상에 제공될 수 있다. 상기 상부 플레이트(154)는 세라믹의 유전체 물질, 예를 들어 알루미나(Al_2O_3)를 포함하고, 약 0.3mm 내지 1.7mm의 두께(T_1)를 가질 수 있다. 상기 기판(W)이 상기 상부 플레이트(154) 상에 제공되면, 상기 상부 플레이트(154)는 상기 척 베이스(152)로부터 상기 기판(W)을 절연시킬 수 있다. 상기 상부 플레이트(154)는 평면적 관점에서 상기 기판(W)과 동일한 면적 또는 넓이를 가질 수 있다. 예를 들어, 상기 상부 플레이트(154)는 약 297 mm 내지 약 300mm의 직경(D_1)을 가질 수 있다. 상기 기판(W)의 반경(R)은 약 150mm일 수 있다.

[0025] 도시되지는 않았지만, 상기 상부 플레이트(154)는 그의 내부에 정전 전극을 가질 수 있다. 상기 정전 전극은 외부로부터 제공되는 정전압을 이용하여 상기 기판(W)을 상기 상부 플레이트(154) 상에 고정시킬 수 있다. 또한, 상기 상부 플레이트(154)는 그의 상부 면에 형성된 유전체 돌기들을 가질 수 있다. 상기 유전체 돌기들은 상기 기판(W)의 하부 면과 접촉될 수 있다.

[0026] 상기 내부 플레이트(156)는 상기 제 2 하부 플레이트(153)와 상기 상부 플레이트(154) 사이에 배치될 수 있다. 상기 내부 플레이트(156)는 평면적 관점에서 상기 에지 링(160) 내에 배치될 수 있다. 상기 내부 플레이트(156)는 상기 제 2 하부 플레이트(153)의 상기 리세스(159) 내에 배치될 수 있다. 상기 내부 플레이트(156)의 상부 면은 상기 제 2 하부 플레이트(153)의 최 상부 면과 동면을 이룰 수 있다. 상기 내부 플레이트(156)는 상기 상부 플레이트(154)의 하부 면의 중심 상에 접촉되거나 접착될 수 있다. 이와 달리, 상기 내부 플레이트(156)는 상기 상부 플레이트(154)와 일체형으로 구성될 수 있다. 일 예로, 상기 내부 플레이트(156)는 알루미나(Al_2O_3)의 세라믹을 포함할 수 있다. 상기 내부 플레이트(156)의 직경(D_2)은 상기 상부 플레이트(154)의 직경(D_1)보다 작을 수 있다. 예를 들어, 내부 플레이트(156)는 약 40mm 내지 약 80mm의 직경(D_2)을 가질 수 있다. 상기 내부 플레이트(156)는 상기 상부 플레이트(154)와 동일하거나 두꺼울 수 있다. 상기 내부 플레이트(156)는 상기 에지 링(160)보다 얇을 수 있다. 예를 들어, 상기 내부 플레이트(156)는 약 1.7mm 내지 약 5mm의 두께(T_2)를 가질 수 있다. 상기 에지 링(160)은 약 7mm 이상의 두께(T_3)를 가질 수 있다.

[0027] 도 3은 도 2의 내부 플레이트(156)의 두께(T_2)에 따른 상부 플레이트(154) 상의 전기장(E)의 세기를 보여준다.

[0028] 도 3을 참조하면, 상기 정전 척(150) 내에 상기 내부 플레이트(156)가 없는 경우(10), 상기 전기장(E) 세기는 상기 상부 플레이트(154)의 에지 영역에서부터 중심 영역까지 점진적으로 증가할 수 있다. 상기 전기장(E) 세기가 상기 상부 플레이트(154)의 에지 영역에서 중심 영역까지 증가할 경우, 기판(W)의 식각 균일도는 감소할 수 있다. 상기 기판(W)의 반경(R)은 약 150mm 이고, 상기 기판(W)의 중심 영역은 약 75mm의 반경 내의 영역이고, 상기 중심 영역 외곽의 상기 에지 영역은 약 75mm 내지 150mm의 반경 내의 영역이다.

[0029] 상기 내부 플레이트(156)의 두께(T_2)가 각각 1.7mm 3.3mm, 및 5mm일 경우(12, 14, 16), 상기 상부 플레이트(154)의 중심 영역 상의 전기장(E) 세기는 내부 플레이트(156)의 두께(T2)에 반비례하여 점진적으로 감소할 수 있다. 상기 상부 플레이트(154)의 중심 영역 상의 전기장(E) 세기가 감소할 경우, 상기 상부 플레이트(154)의 중심 영역과 에지 영역의 상기 전기장(E)의 세기 차이가 감소할 수 있다. 상기 전기장(E)의 세기 차이가 감소하면, 상기 전기장(E)의 세기가 균일해지고, 상기 기판(W)의 식각 균일도는 증가할 수 있다.

[0030] 상기 내부 플레이트(156)의 두께(T_2)가 7mm 및 20mm일 경우(22, 24), 상기 상부 플레이트(154)의 중심 영역 상의 전기장(E)의 세기는 거의 감소하지 않고 포화(saturated)될 수 있다. 상기 상부 플레이트(154)의 중심 영역 상의 전기장(E)의 세기가 포화되면, 상기 기판(W)의 식각 균일도는 더 이상 개선되지 않을 수 있다.

[0031] 도시되지는 않았지만, 상기 기판(W) 에지 영역의 전기장(E)의 세기는 에지 링(160)의 유전율 또는 두께에 의해 제어될 수 있다. 예를 들어, 상기 에지 링(160)의 유전율이 증가하면, 상기 기판(W)의 에지 영역의 상기 전기장(E)의 세기는 증가할 수 있다. 상기 에지 링(160)의 두께가 얇아지면, 상기 기판(W) 에지 영역의 상기 전기장

(E)의 세기는 증가할 수 있다.

[0032] 도 4는 도 2의 정전 척(150)의 일 예를 보여준다.

[0033] 도 4를 참조하면, 상기 정전 척(150)는 내부 플레이트(156) 외곽의 내부 유전 링(157) 및 외부 유전 링(158)을 포함할 수 있다. 척 베이스(152), 상부 플레이트(154), 및 에지 링(160)은 도 2와 동일하게 구성될 수 있다.

[0034] 상기 내부 플레이트(156)는 상기 상부 플레이트(154)와 다른 재질로 이루어질 수 있다. 일 예로, 상기 내부 플레이트(156)는 상기 상부 플레이트(154)의 유전율보다 작은 유전율을 가질 수 있다. 예를 들어, 상기 상부 플레이트(154)는 약 9.1의 유전율(permittivity and/or dielectric constant)를 갖고, 상기 내부 플레이트(156)는 약 2의 유전율을 가질 수 있다. 상기 상부 플레이트(154)는 알루미나를 포함하고, 상기 내부 플레이트(156)는 테프론(Teflon)을 포함할 수 있다.

[0035] 상기 내부 유전 링(157)은 상기 내부 플레이트(156)와 외부 유전 링(158) 사이에 배치될 수 있다. 상기 내부 유전 링(157)의 상부 면은 상기 내부 플레이트(156)의 상부 면과 공면을 이룰 수 있다. 상기 내부 유전 링(157)은 상기 에지 링(160)보다 얇고, 상기 내부 플레이트(156)의 두께(T_1)과 동일한 두께를 가질 수 있다. 상기 내부 유전 링(157)의 두께는 약 1.7㎜ 내지 약 5㎜일 수 있다. 상기 내부 유전 링(157)은 상기 내부 플레이트(156)와 접할 수 있다. 상기 내부 플레이트(156)의 직경(D_2)은 상기 내부 유전 링(157)의 내경(inner diameter)일 수 있다. 상기 내부 유전 링(157)의 폭(W_1)은 약 60㎜일 수 있다. 상기 내부 유전 링(157)의 외경(D3)은 약 240㎜일 수 있다. 일 예로, 상기 내부 유전 링(157)은 상기 내부 플레이트(156)의 유전율보다 높고, 상기 상부 플레이트(154)의 유전율보다 작은 유전율을 가질 수 있다. 예를 들어, 상기 내부 유전 링(157)은 약 3의 유전율을 가질 수 있다. 상기 내부 유전 링(157)은 피크(PEEK), 셀라졸(Celazole), 또는 마일라(Mylar)를 포함할 수 있다.

[0036] 상기 외부 유전 링(158)은 상기 내부 유전 링(157)의 외곽에 배치될 수 있다. 상기 외부 유전 링(158)의 상부 면은 상기 내부 유전 링(157)의 상부 면과 공면을 이룰 수 있다. 상기 외부 유전 링(158)은 상기 에지 링(160)보다 얇고, 상기 내부 플레이트(156)의 두께(T_2)와 동일한 두께를 가질 수 있다. 상기 외부 유전 링(158)의 두께는 약 1.7㎜ 내지 약 5㎜일 수 있다. 상기 외부 유전 링(158)은 상기 내부 유전 링(157)에 접할 수 있다. 상기 외부 유전 링(158)의 내경은 상기 내부 유전 링(157)의 외경(D_3)일 수 있다. 상기 외부 유전 링(158)의 외경은 상기 상부 플레이트(154)의 직경(D_1)과 동일할 수 있다. 상기 외부 유전 링(158)의 폭(W_2)은 약 30㎜일 수 있다. 일 예로, 상기 외부 유전 링(158)은 상기 내부 유전 링(157)의 유전율보다 높고, 상기 상부 플레이트(154)의 유전율보다 작은 유전율을 가질 수 있다. 예를 들어, 상기 외부 유전 링(158)의 유전율은 약 4일 수 있다. 상기 외부 유전 링(158)은 퀄츠(quartz)를 포함할 수 있다.

[0037] 도 5는 도 4의 내부 플레이트(156), 내부 유전 링(157), 및 외부 유전 링(158)의 유전율에 따른 전기장(E)의 세기를 보여준다.

[0038] 도 5를 참조하면, 내부 플레이트(156), 내부 유전 링(157), 및 외부 유전 링(158)의 유전율이 각각 2.0, 3.0, 및 4.0일 경우(32), 기판(W)의 중심 영역과 에지 영역의 전기장(E)의 세기 차이는 최소일 수 있다. 상기 중심 영역과 상기 에지 영역의 상기 전기장(E)의 세기 차이가 최소일 경우, 상기 기판(W)의 식각 균일도는 증가할 수 있다.

[0039] 상기 내부 플레이트(156), 상기 내부 유전 링(157), 및 상기 외부 유전 링(158)의 유전율이 각각 9.1, 5.0, 및 1.0일 경우(34), 상기 기판(W)의 중심 영역의 전기장(E)의 세기는 에지 영역의 전기장(E)의 세기보다 과도하게 높을 수 있다. 상기 중심 영역과 상기 에지 영역의 상기 전기장(E)의 세기 차이가 증가하고, 상기 기판(W)의 식각 균일도는 감소할 수 있다.

[0040] 상기 내부 플레이트(156), 상기 내부 유전 링(157), 및 상기 외부 유전 링(158)의 유전율이 각각 1.0, 5.0, 9.1일 경우(36), 상기 기판(W)의 중심 영역의 전기장(E)의 세기는 에지 영역의 전기장(E)의 세기보다 과도하게 낮을 수 있다. 상기 중심 영역과 상기 에지 영역의 상기 전기장(E)의 세기 차이가 증가하고, 상기 기판(W)의 식각 균일도는 감소할 수 있다.

[0041] 도 6은 도 1의 정전 척(150)의 일 예를 보여준다.

[0042] 도 6을 참조하면, 상기 정전 척(150)은 상기 내부 플레이트(156)로부터 이격(separated)되는 내부 유전 링(157)을 포함할 수 있다. 척 베이스(152), 상부 플레이트(154), 및 에지 링(160)은 도 1 또는 도 4와 동일하게 구성될 수 있다. 도 4의 외부 유전 링(158)은 생략될 수 있다. 상기 척 베이스(152)의 제 2 하부 플레이트(153)는

상기 내부 플레이트(156)와, 내부 유전 링(157) 사이에 개재될 수 있다. 상기 내부 유전 링(157)은 상기 내부 플레이트(156)으로부터 제 1 거리(d)에 분리될 수 있다. 예를 들어, 상기 제 1 거리(d)는 약 10㎜ 이하일 수 있다.

[0043] 도 7은 도 6의 내부 플레이트(156)와, 내부 유전 링(157) 사이의 제 1 거리(d)에 따른 전기장(E)의 세기를 보여준다.

[0044] 도 7을 참조하면, 내부 플레이트(156)과 내부 유전 링(157) 사이의 제 1 거리(d)가 10㎜인 경우(42), 상기 기판(W)의 중심 영역 내의 전기장(E)의 세기 차이는 최소화될 수 있다. 상기 기판(W)의 중심 영역에서 상기 전기장(E)의 세기 차이가 최소화되면, 상기 기판(W)의 식각 균일도는 증가할 수 있다. 상기 내부 플레이트(156)의 직경(D_2)이 약 40㎜이고, 상기 내부 유전 링(157)의 내경(D_4)는 약 60㎜이고, 외경(D_3)은 약 100㎜이고, 폭(W_1)은 약 20㎜일 수 있다.

[0045] 상기 내부 플레이트(156)과 상기 내부 유전 링(157) 사이의 제 1 거리(d)가 30㎜인 경우(44), 상기 기판(W)의 중심 영역에서 상기 전기장(E)의 세기 차이가 증가할 수 있다. 상기 전기장(E)의 세기 차이가 증가하면, 상기 기판(W)의 식각 균일도는 감소할 수 있다. 상기 내부 플레이트(156)의 직경(D_2)이 약 40㎜이고, 상기 내부 유전 링(157)의 내경(D_4)는 약 100㎜이고, 외경(D_3)은 약 140㎜이고, 폭(W_1)은 약 20㎜일 수 있다.

[0046] 도 8은 도 1의 플라즈마 처리 장치(100)를 이용한 반도체 소자의 제조방법을 보여준다.

[0047] 도 8을 참조하면, 본 발명의 반도체 소자의 제조방법은, 상기 기판(W)을 제공하는 단계(S100), 상기 반응 가스(122)를 제공하는 단계(S200), 상기 고주파 파워(142)를 제공하는 단계(S300)를 포함할 수 있다.

[0048] 먼저, 로봇 암은 상기 정전 척(150) 상에 상기 기판(W)을 제공한다(S100).

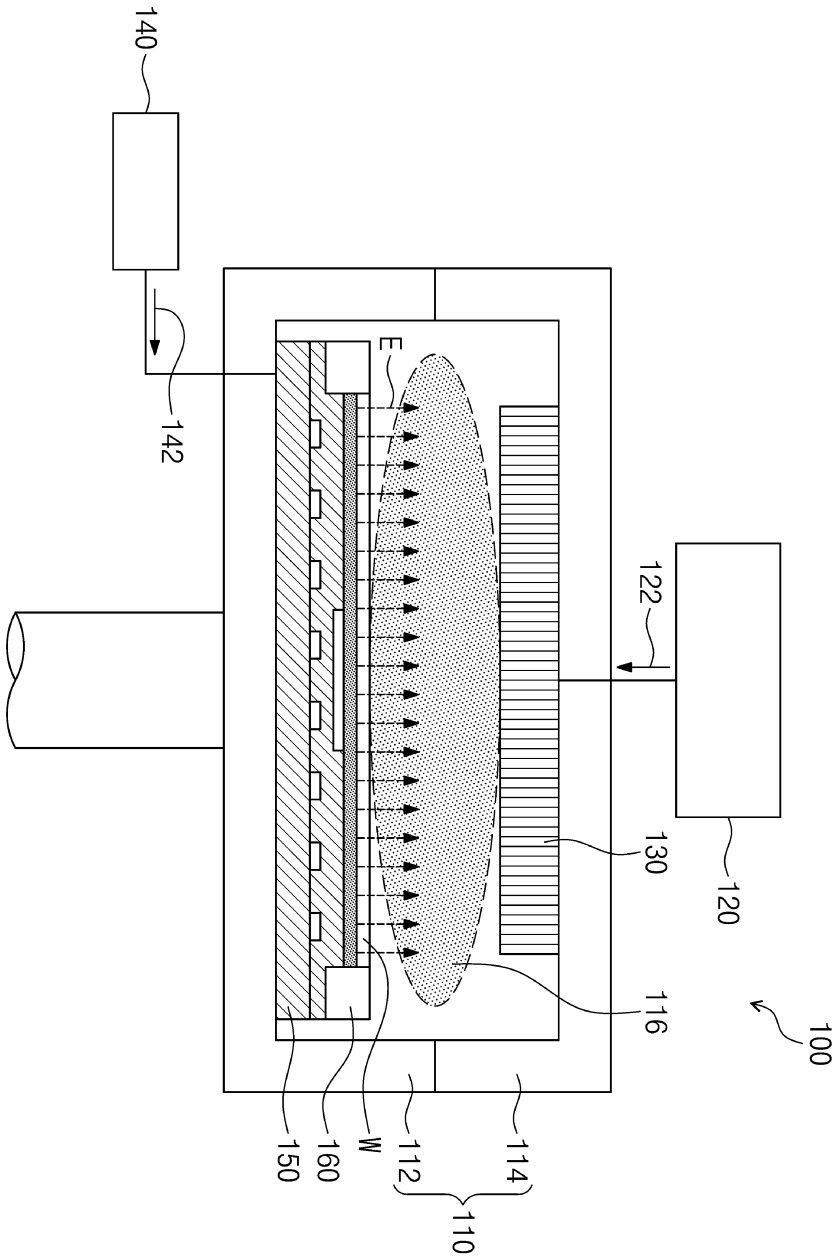
[0049] 다음, 상기 가스 공급 부(120)는 상기 반응 가스(122)를 상기 샤워헤드(130)에 공급하고, 상기 샤워헤드(130)는 상기 반응 가스(122)를 상기 기판(W) 상에 제공한다(S200).

[0050] 그 다음, 상기 파워 공급 부(140)는 상기 정전 척(150)에 상기 고주파 파워(142)를 제공한다(S300). 상기 정전 척(150)은 상기 고주파 파워(142)를 이용하여 상기 기판(W) 상의 상기 반응 가스(122)의 플라즈마(116)를 생성할 수 있다. 상기 정전 척(150)의 상기 내부 플레이트(156)는 상기 전기장(E)의 세기 및/또는 상기 플라즈마(116)의 밀도를 균일하게 제어하여 상기 기판(W)의 식각 균일도를 증가시킬 수 있다.

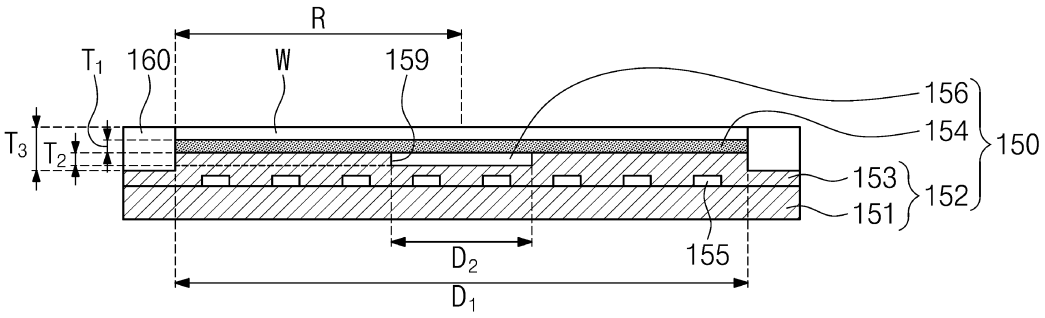
[0051] 이상, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시 예를 설명하였지만, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 그 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시 예에는 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다.

도면

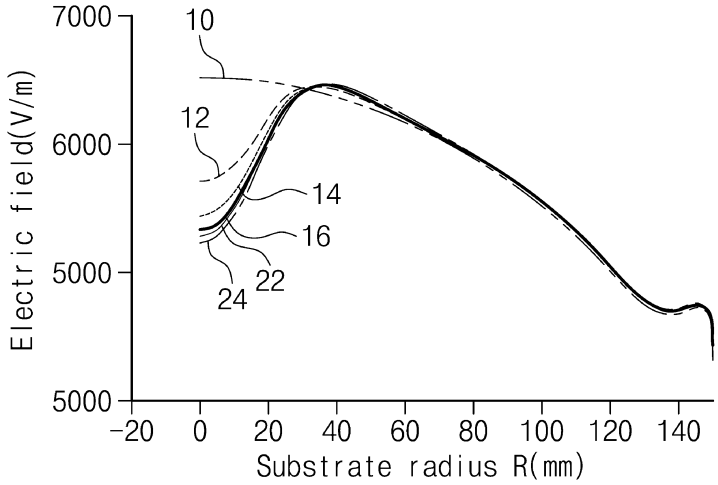
도면1


140
142
E
122
130
120
116
100
150
160
W
112
114
110

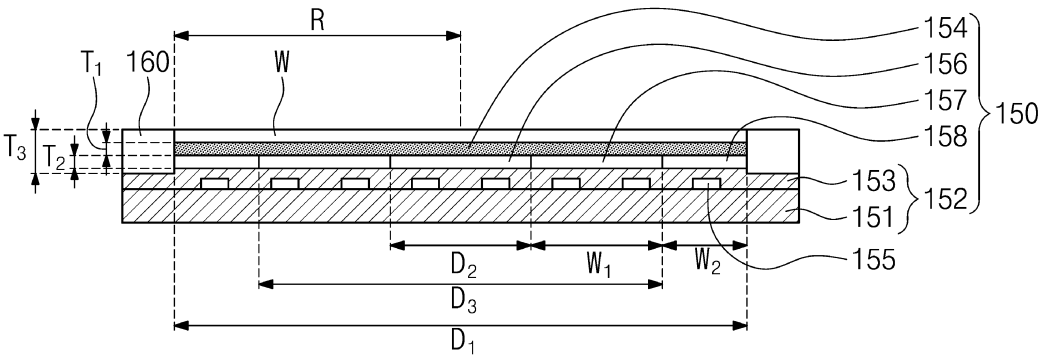
도면2


R
T1
160
W
159
156
154
150
T3
T2
153
152
151
D2
155
D1

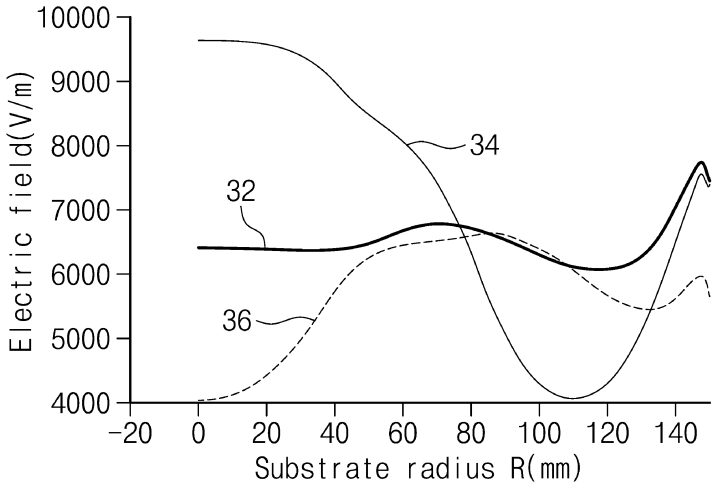
도면3


7000
6000
5000
5000
Electric field(V/m)
10
12
14
16
22
24
-20
0
20
40
60
80
100
120
140
Substrate radius R(mm)

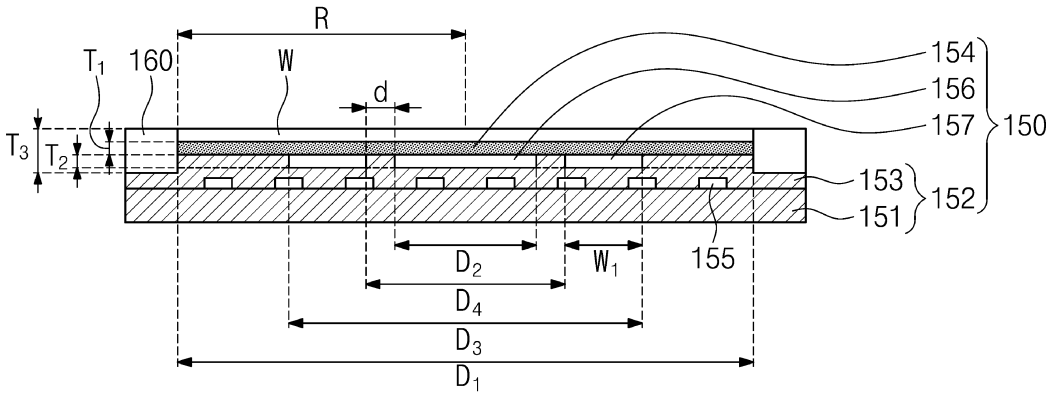
도면4


R
T1
160
W
T3
T2
154
156
157
158
150
153
151
152
155
D2
W1
W2
D3
D1

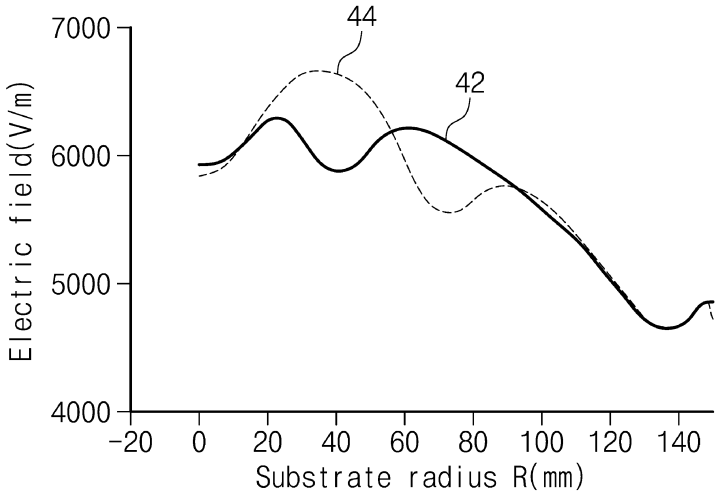
도면5


10000
9000
8000
7000
6000
5000
4000
Electric field(V/m)
34
32
36
-20
0
20
40
60
80
100
120
140
Substrate radius R(mm)

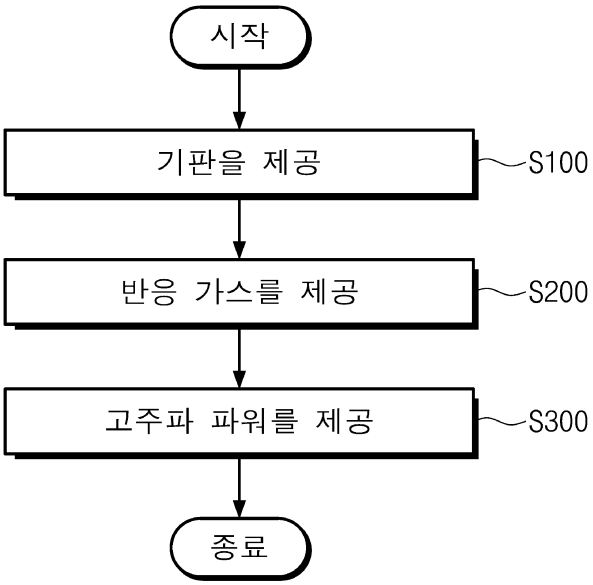
도면6


R
T1
160
W
d
T3
T2
154
156
157
150
153
152
151
155
D2
W1
D4
D3
D1

도면7


44
42
7000
6000
5000
4000
Electric field(V/m)
-20
0
20
40
60
80
100
120
140
Substrate radius R(mm)

도면8


시작
기판을 제공
S100
반응 가스를 제공
S200
고주파 파워를 제공
S300
종료