



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2007년11월16일
 (11) 등록번호 10-0775960
 (24) 등록일자 2007년11월06일

(51) Int. Cl.
H01L 21/205 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2006-0039859
 (22) 출원일자 2006년05월03일
 심사청구일자 2006년05월03일
 (65) 공개번호 10-2007-0031785
 공개일자 2007년03월20일
 (30) 우선권주장
 11/227,525 2005년09월15일 미국(US)
 (56) 선행기술조사문헌
 JP07221024 A
 JP08255760 A
 JP09082653 A
 JP2003049275 A

(73) 특허권자
삼성전자주식회사
 경기도 수원시 영통구 매탄동 416
에이에스엠 저펜 가부시기가이샤
 일본국 도쿄 206-0025 타마시 나가야마 6-초메 23-1
 (72) 발명자
백은경
 경기 수원시 영통구 영통동 청명마을4단지 건영아파트 423동1703호
나규태
 서울 용산구 이촌1동 강촌아파트 105동 704호
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
박영우

전체 청구항 수 : 총 16 항

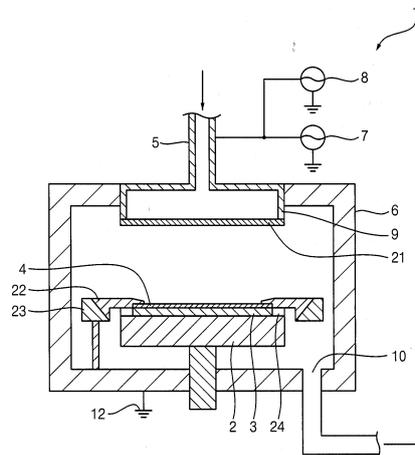
심사관 : 이별섭

(54) 마스크를 갖는 플라즈마 화학 기상 증착 막 형성 장치

(57) 요약

직경(Dw) 및 두께(Tw)를 갖는 웨이퍼 상에 박막을 형성하기 위한 플라즈마 CVD 장치는, 진공 챔버, 샤워 플레이트, 상부 플레이트, 웨이퍼의 상부면 가장자리 부위를 커버하기 위한 상부 마스크 부재 및 상기 웨이퍼의 측면 부위를 커버하기 위한 측면 마스크 부재를 포함한다. 상기 측면 마스크 부재는 Dw+α의 내경을 갖고, 상기 상부 마스크 부재는 상기 상부 마스크 부재의 저면과 상기 상부 플레이트의 웨이퍼 지지면 사이에서 Tw+β의 간격을 두고 배치된다. 여기서, α는 0보다 크며, β 또한 0보다 크다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

마사시 야마구치

일본국 도쿄 206-0025 타마시 나가야마 6-쵸메
23-1

노부오 마츠키

일본국 도쿄 206-0025 타마시 나가야마 6-쵸메
23-1

요시노리 모리사다

일본국 도쿄 206-0025 타마시 나가야마 6-쵸메
23-1

신타로 카이도

일본국 도쿄 206-0025 타마시 나가야마 6-쵸메
23-1

특허청구의 범위

청구항 1

Dw의 직경 및 Tw의 두께를 갖는 웨이퍼 상에 박막을 형성하기 위한 플라즈마 화학 기상 증착 장치에 있어서, 진공 챔버;

두 개의 전극 중 하나로서 기능하며 상기 진공 챔버 내에 설치된 샤워 플레이트;

다른 하나의 전극으로서 기능하고, 상부 위치와 하부 위치 사이에서 이동 가능하며, 상기 샤워 플레이트와 대향하여 평행하도록 설치되어 상기 웨이퍼를 그 상에서 위치시키기 위한 상부 플레이트;

상기 상부 플레이트의 웨이퍼 지지면으로부터 $Tw + \beta$ 의 간격을 두고 배치되어 상기 웨이퍼의 상부면 가장자리 부위를 커버하기 위한 상부 마스크 부재(여기서, 상기 β 는 0보다 크며, 상기 간격($Tw + \beta$)은 상기 상부 플레이트의 웨이퍼 지지면과 상기 상부 마스크 부재의 저면 사이의 간격을 의미한다); 및

상기 상부 마스크 부재가 상기 상부 위치에 위치된 경우 상기 웨이퍼의 측면 부위를 커버하기 위하여 상기 상부 마스크 부재 아래에 배치되며, $Dw + a$ (여기서, a 는 0보다 크다)의 내경을 갖는 측면 마스크 부재를 포함하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 화학 기상 증착 장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 a 는 0.05 내지 2mm이며, 상기 β 는 0.05 내지 0.75mm인 것을 특징으로 하는 플라즈마 화학 기상 증착 장치.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 샤워 플레이트는 가스 방출 부재와 베이스 부재를 포함하며, 상기 가스 방출 부재는 하기의 식(1)을 만족하는 직경(D_s)을 갖는 것을 특징으로 하는 플라즈마 화학 기상 증착 장치.

$$Dw - d < D_s < Dw + 3d \text{ ---- (1)}$$

(여기서, 상기 d 는 상기 샤워 플레이트와 상기 상부 플레이트 사이의 거리를 의미한다)

청구항 4

청구항 4은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제3항에 있어서, 상기 직경(D_s)은 하기의 식(2)을 만족하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 화학 기상 증착 장치.

$$Dw < D_s < Dw + 2d \text{ ---- (2)}$$

청구항 5

제3항에 있어서, 상기 가스 방출 부재는 다수의 가스 도입구들과 상기 다수의 가스 도입구들이 형성된 표면으로부터 하방으로 돌출된 플라즈마 강화 스파이크들을 포함하며, 상기 D_s 는 상기 플라즈마 강화 스파이크들 중에서 최외측 스파이크들에 의해 한정된 영역의 외경인 것을 특징으로 하는 플라즈마 화학 기상 증착 장치.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 다수의 가스 도입구들 중에서 최외각 도입구들에 의해 한정된 영역은 하기의 식(3)을 만족하는 직경(D_h)을 갖는 것을 특징으로 하는 플라즈마 화학 기상 증착 장치.

$$D_s - 2d < D_h \text{ ---- (3)}$$

청구항 7

청구항 7은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제5항에 있어서, 상기 도입구들은 0.2mm 내지 2mm의 직경을 가지며, 상기 스파이크들은 1mm 내지 10mm의 길이를 갖는 것을 특징으로 하는 플라즈마 화학 기상 증착 장치.

청구항 8

삭제

청구항 9

청구항 9은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제1항에 있어서, 상기 상부 마스크 부재는 10^{-5} 내지 10^3 $\Omega \cdot \text{cm}$ 의 체적 저항을 갖는 것을 특징으로 하는 플라즈마 화학 기상 증착 장치.

청구항 10

제1항에 있어서, 상기 상부 마스크 부재와 측면 마스크 부재는 일체로 제공되며, 베벨 마스크를 구성하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 화학 기상 증착 장치.

청구항 11

제1항에 있어서, 상기 상부 플레이트는 도전성을 나타내며, 상기 상부 플레이트의 가장자리 둘레에는 외측 환형 리세스가 형성되어 있고, 상기 웨이퍼는 상기 환형 리세스 상에 위치한 유전체 링 구조물 상에 지지되는 것을 특징으로 하는 플라즈마 화학 기상 증착 장치.

청구항 12

청구항 12은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제11항에 있어서, 상기 측면 마스크 부재는 상기 유전체 링 구조물의 상부 가장자리 표면과 접촉하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 화학 기상 증착 장치.

청구항 13

청구항 13은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제11항에 있어서, 상기 측면 마스크 부재는 전체적으로 또는 부분적으로 상기 유전체 링 구조물에 의해 구성되는 것을 특징으로 하는 플라즈마 화학 기상 증착 장치.

청구항 14

제11항에 있어서, 상기 유전체 링 구조물은 내측 환형 리세스를 갖는 것을 특징으로 하는 플라즈마 화학 기상 증착 장치.

청구항 15

제11항에 있어서, 상기 유전체 링 구조물의 상부 가장자리 표면에 의해 형성되는 평면은 상기 상부 플레이트의 상부면에 의해 형성되는 평면보다 높게 위치되는 것을 특징으로 하는 플라즈마 화학 기상 증착 장치.

청구항 16

청구항 16은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제11항에 있어서, 상기 유전체 링 구조물은 0.8Dw 내지 1.2Dw의 내경을 갖는 것을 특징으로 하는 플라즈마 화학 기상 증착 장치.

청구항 17

제1항에 있어서, 상기 상부 마스크 부재는 내측 가장자리 부위에서 0.3 내지 2mm의 두께를 갖고, 내측으로 경사진 부위(tapered portion)를 갖는 것을 특징으로 하는 플라즈마 화학 기상 증착 장치.

청구항 18

제1항에 있어서, 상기 상부 마스크 부재는 상기 웨이퍼의 최외측 가장자리로부터 0.3 내지 3mm의 범위에서 상기

웨이퍼의 상부면을 커버하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 화학 기상 증착 장치.

청구항 19

제1항에 있어서, 상기 상부 마스크 부재는 알루미늄, 알루미늄 산화물, 알루미늄 질화물, 실리콘, 실리콘 산화물, 실리콘 탄화물, 실리콘 질화물, 보론 질화물 및 금속 주입 세라믹(metal impregnated ceramic)으로 이루어진 군으로부터 선택된 적어도 하나로 이루어지는 것을 특징으로 하는 플라즈마 화학 기상 증착 장치.

청구항 20

청구항 20은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제1항에 있어서, 상기 상부 플레이트는 하기의 식(4)을 만족하는 외경(Dss)을 갖는 것을 특징으로 하는 플라즈마 화학 기상 증착 장치.

$$1.04Dw < Dss < 1.5Dw \text{ ---- (4)}$$

청구항 21

청구항 21은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제1항에 있어서, 상기 측면 마스크 부재는 상기 상부 위치에서 상기 상부 플레이트의 상부 가장자리 표면과 접촉하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 화학 기상 증착 장치.

청구항 22

샤워 플레이트와 대향하여 평행하게 설치된 상부 플레이트 상에 웨이퍼를 위치시키는 단계;

상부 마스크 부재가 0보다 큰 간격(β)으로 상기 웨이퍼의 상부면 가장자리 부위를 커버하고, 측면 마스크 부재가 상기 상부 플레이트의 가장자리에 배치되어 0보다 큰 간격(α)으로 상기 웨이퍼의 측면 부위를 커버하도록 상기 웨이퍼 위에 상기 상부 마스크 부재를 위치시키는 단계; 및

플라즈마 화학 기상 증착을 이용하여 상기 웨이퍼 상에 박막을 형성하기 위하여 상기 상부 플레이트와 상기 샤워 플레이트 사이에 RF(radio-frequency) 파워를 인가하는 단계를 포함하는 플라즈마 화학 기상 증착을 이용하여 웨이퍼 상에 박막을 형성하는 방법.

청구항 23

제22항에 있어서, 상기 간격(β)은 0.05 내지 0.75mm이며, 상기 간격(α)은 0.05 내지 2mm인 것을 특징으로 하는 막 형성 방법.

청구항 24

청구항 24은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제22항에 있어서, 상기 샤워 플레이트를 제공하는 단계를 더 포함하며, 상기 샤워 플레이트는 가스 방출 부재와 베이스 부재를 포함하고, 상기 가스 방출 부재는 하기의 식(5)을 만족하는 직경(Ds)을 갖는 것을 특징으로 하는 막 형성 방법.

$$Dw-d < Ds < Dw+3d \text{ ---- (5)}$$

(여기서, 상기 Dw는 상기 웨이퍼의 직경을 의미하며, 상기 d는 상기 샤워 플레이트와 상기 상부 플레이트 사이의 거리를 의미한다)

청구항 25

청구항 25은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제24항에 있어서, 상기 Ds는 하기의 식(6)을 만족하는 것을 특징으로 하는 막 형성 방법.

$$Dw < Ds < Dw+2d \text{ ---- (6)}$$

청구항 26

청구항 26은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제24항에 있어서, 상기 가스 방출 부재는 다수의 가스 도입구들과 상기 다수의 가스 도입구들이 형성된 표면으로부터 하방으로 돌출된 플라즈마 강화 스파이크들을 포함하며, 상기 Ds는 상기 플라즈마 강화 스파이크들 중에서 최외측 스파이크들에 의해 한정된 영역의 외경인 것을 특징으로 하는 막 형성 방법.

청구항 27

청구항 27은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제26항에 있어서, 상기 다수의 가스 도입구들 중에서 최외각 도입구들에 의해 한정된 영역은 하기의 식(7)을 만족하는 직경(Dh)을 갖는 것을 특징으로 하는 막 형성 방법.

$$D_s - 2d < D_h \text{ ---- (7)}$$

청구항 28

청구항 28은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제26항에 있어서, 상기 도입구들은 0.2mm 내지 2mm의 직경을 가지며, 상기 스파이크들은 1mm 내지 10mm의 길이를 갖는 것을 특징으로 하는 막 형성 방법.

청구항 29

삭제

청구항 30

청구항 30은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제22항에 있어서, 상기 상부 마스크 부재를 제공하는 단계를 더 포함하며, 상기 상부 마스크 부재는 10^{-5} 내지 $10^3 \Omega \cdot \text{cm}$ 의 체적 저항을 갖는 것을 특징으로 하는 막 형성 방법.

청구항 31

청구항 31은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제22항에 있어서, 상기 상부 플레이트를 제공하는 단계를 더 포함하며, 상기 상부 플레이트는 도전성을 나타내고, 상기 상부 플레이트의 가장자리 둘레에는 외측 환형 리세스가 형성되어 있으며, 상기 웨이퍼는 상기 환형 리세스 상에 위치된 유전체 링 구조물 상에 지지되는 것을 특징으로 하는 막 형성 방법.

청구항 32

청구항 32은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제31항에 있어서, 상기 측면 마스크 부재는 상기 유전체 링 구조물의 상부 가장자리 표면과 접촉하는 것을 특징으로 하는 막 형성 방법.

청구항 33

청구항 33은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제31항에 있어서, 상기 유전체 링 구조물은 내측 환형 리세스를 갖는 것을 특징으로 하는 막 형성 방법.

청구항 34

청구항 34은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제31항에 있어서, 상기 웨이퍼는 상기 유전체 링 구조물의 상부 가장자리 표면과 접촉하는 것을 특징으로 하는 막 형성 방법.

청구항 35

청구항 35은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제31항에 있어서, 상기 유전체 링 구조물은 웨이퍼 직경(Dw)의 0.8 내지 1.2배의 내경을 갖는 것을 특징으로 하는 막 형성 방법.

청구항 36

청구항 36은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제22항에 있어서, 상기 상부 마스크 부재를 제공하는 단계를 더 포함하며, 상기 상부 마스크 부재는 내측 가장자리 부위에서 0.3 내지 2mm의 두께를 갖고, 내측으로 경사진 부위를 갖는 것을 특징으로 하는 막 형성 방법.

청구항 37

청구항 37은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제22항에 있어서, 상기 상부 마스크 부재를 제공하는 단계를 더 포함하며, 상기 상부 마스크 부재는 상기 측면 마스크 부재와 일체로 제공되며, 베벨 마스크를 구성하는 것을 특징으로 하는 막 형성 방법.

청구항 38

청구항 38은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제22항에 있어서, 상기 웨이퍼의 상부면은 상기 상부 마스크 부재에 의해 상기 웨이퍼의 최외측 가장자리로부터 0.3 내지 3mm의 범위에서 커버되는 것을 특징으로 하는 막 형성 방법.

청구항 39

제22항에 있어서, 상기 상부 마스크 부재를 제공하는 단계를 더 포함하며, 상기 상부 마스크 부재는 알루미늄, 알루미늄 산화물, 알루미늄 질화물, 실리콘, 실리콘 산화물, 실리콘 탄화물, 실리콘 질화물, 보론 질화물 및 금속 주입 세라믹으로 이루어진 군으로부터 선택된 적어도 하나로 이루어지는 것을 특징으로 하는 막 형성 방법.

청구항 40

제22항에 있어서, 상기 상부 플레이트를 제공하는 단계를 더 포함하며, 상기 상부 플레이트는 상기 웨이퍼의 직경(Dw)에 대하여 하기의 식(8)을 만족하는 외경(Dss)을 갖는 것을 특징으로 하는 막 형성 방법.

$$1.04Dw < Dss < 1.5Dw \text{ ---- (8)}$$

청구항 41

청구항 41은(는) 설정등록료 납부시 포기되었습니다.

제22항에 있어서, 상기 측면 마스크 부재는 상기 상부 플레이트의 상부 가장자리 표면과 접촉하는 것을 특징으로 하는 막 형성 방법.

청구항 42

삭제

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <28> 본 발명은 반도체 제조 장치에 관한 것이다. 보다 상세하게는, 상부 플레이트 근처의 구조물에 의해 특징되는 플라즈마 화학 기상 증착(chemical vapor deposition; 이하 ‘CVD’ 라 한다) 막 형성 장치에 관한 것이다.
- <29> 도 1은 일반적인 플라즈마 가공 장치의 개략도이다. 플라즈마 가공 장치(1)는 반응 챔버(6), 가스 도입부(5),

원형의 상부 전극(9) 및 상부 플레이트(3)와 히터(2)를 포함하는 하부 전극을 포함한다. 가스는 가스 라인(미도시)으로부터 가스 도입부(5)를 통해 도입된다. 상기 원형의 상부 전극(9)은 가스 도입부(5) 바로 아래에 배치된다. 상기 상부 전극(9)은 중공 구조를 가지며, 가스가 웨이퍼(4)를 향하여 분사되도록 다수의 미세공들이 그 저부(bottom)에 제공된다. 이 경우, 상기 상부 전극(9)은 유지 보수 및 부품 비용 절감을 위하여 다수의 가스 도입구들을 갖는 샤워 플레이트(11)를 교체할 수 있는 구조를 갖는다.

<30> 추가적으로, 상기 반응 챔버의 저부에는 배기구(10)가 제공된다. 상기 배기구(10)는 외부의 진공 펌프(미도시)와 연결되며, 이에 따라 반응 챔버(6)의 내부가 진공 배기된다. 상기 상부 플레이트(3) 상기 상부 전극(9)에 마주하여 평행하게 배치된다. 상기 웨이퍼(4)는 상기 상부 플레이트(3)상에 지지되고, 히터(2)에 의해 가열되며, 주어진 온도(약 -50 내지 650℃)로 유지된다. 상기 가스 도입부(5)와 상부 전극(9)은 상기 반응 챔버(6)로부터 전기적으로 절연되며, 외부의 제1 RF(radio-frequency) 파워 소스(7)와 연결된다. 도시된 바와 같이 제2 RF 파워 소스(8)가 또한 연결된다. 여기서, 도면 부호 12는 접지를 의미한다. 따라서, 상기 상부 전극(9)과 하부 전극은 RF 전극들로서 기능하며, 웨이퍼(4)와 인접한 부위에서 플라즈마 반응 필드를 생성한다. 상기 웨이퍼(4)의 표면 상에 형성되는 막의 타입(type)과 특성들은 소스 가스의 타입과 유량, 온도, RF 주파수, 플라즈마 공간 분포, 전위 분포(electric potential distribution) 등에 따라 변화한다.

<31> 그러나, 일반적인 기술에서, 막이 웨이퍼의 상부면 가장자리 부위와 측면 부위 상에 형성되며 파티클들이 공정 에 따라 발생되기 때문에, 이러한 부위들에 막이 형성되는 것을 방지할 필요가 있다. 미합중국 특허 4,932,358호, 일본특허공개 4-268724호 및 미합중국 특허 5,304,248호에는 썬열(thermal) CVD에 관련하여 웨이퍼의 가장자리 부위가 실드(shield) 또는 실링(seal ring)에 의해 커버되는 방법이 개시되어 있으며, 상기 링은 웨이퍼의 적어도 한 부분과 접촉한다.

<32> 그러나, 상기 방법이 웨이퍼의 가장자리 부위에 링(또는 마스크)을 설치함으로써 플라즈마 CVD에서 사용된다면, 마스크와 인접하는 부위에서 비정상적인 막의 성장이 발생하며, 이에 따라, 일 예로서, 막의 두께 균일도가 저하될 수 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

<33> 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 본 발명의 제1 목적은 웨이퍼의 상부면 가장자리 부위 및 측면 부위에 막이 형성되는 것을 방지하며, 또한 균일한 두께 및 특성들을 갖는 막을 형성하는 플라즈마 CVD 막 형성 장치를 제공하는데 있다.

<34> 본 발명의 제2 목적은 저렴한 제조 비용 및 간단한 구성을 갖는 플라즈마 CVD 막 형성 장치를 제공하는데 있다.

<35> 본 발명의 제3 목적은 웨이퍼의 가장자리 부위 상에 막이 증착되지 않으며 높은 막 두께 균일도를 구현하는 플라즈마 CVD 막 형성 방법을 제공하는데 있다.

발명의 구성 및 작용

<36> 본 발명은 다양한 실시예들에서 상기 목적들 중 하나 또는 그 이상을 구현할 수 있다. 그러나, 본 발명은 상기 목적들, 그리고 실시예들에 의해 한정되지 않으며 상기 목적들과 다른 효과들을 나타낼 수도 있다.

<37> 본 발명의 일 측면에 따르면, D_w 의 직경과 T_w 의 두께를 갖는 웨이퍼 상에 박막을 형성하기 위한 플라즈마 CVD 장치는, (i) 진공 챔버, (ii) 두 개의 전극들 중 하나로 기능하며 상기 진공 챔버 내에 설치된 샤워 플레이트, (iii) 다른 하나의 전극으로서 기능하고, 상부 위치와 하부 위치 사이에서 이동 가능하며, 상기 샤워 플레이트와 대향하여 실질적으로 평행하도록 설치되어 상기 웨이퍼를 그 상에서 위치시키기 위한 상부 플레이트, (iv) 상기 상부 플레이트의 웨이퍼 지지면으로부터 $T_w + \beta$ 의 간격을 두고 배치되어 상기 웨이퍼의 상부면 가장자리 부위를 커버하기 위한 상부 마스크 부재(여기서, 상기 β 는 0보다 크며, 상기 간격($T_w + \beta$)은 상기 상부 플레이트의 웨이퍼 지지면과 상기 상부 마스크 부재의 저면 사이의 간격을 의미한다), 및 상기 상부 마스크 부재가 상기 상부 위치에 위치된 경우 상기 웨이퍼의 측면 부위를 커버하기 위하여 상기 상부 마스크 부재 아래에 배치되며, $D_w + \alpha$ (여기서, α 는 0보다 크다)의 내경을 갖는 측면 마스크 부재를 포함할 수 있다.

<38> 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 β 는 약 0.05 내지 0.75mm 정도일 수 있다. 예를 들면, 상기 β 는 0.1mm, 0.2mm, 0.4mm, 0.6mm, 0.7mm 등이 될 수 있으며, 이들 수치들 사이의 어떠한 수치라도 사용 가능하다.

<39> 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 α 는 약 0.03 내지 4mm 정도일 수 있으며, 바람직하게는 약 0.05 내지 2mm 정도일 수 있다. 예를 들면, 상기 α 는 0.1mm, 0.5mm, 1.0mm, 1.5mm 등이 될 수 있으며, 이들 수치들 사이의 어

떠한 수치라도 사용 가능하다.

- <40> 막 두께 균일도를 저해하지 않으면서 웨이퍼의 가장자리 부위에서의 원치않는 막의 형성(unwanted film formation)이 상기 상부 및 측면 마스크 부재들에 의해 효과적으로 방지될 수 있다. 막 두께 불균일도는 중심에서의 두께(Tc)와 가장자리 근처에서의 두께(Te)를 비교함으로써 측정될 수 있다. 예를 들면, 막 두께 불균일도는 Te/Tc로서 측정될 수 있으며, 약 10% 이하에서 유지될 수 있다. 상기 웨이퍼는 그 외측 가장자리를 따라 평평한 부위(flat portion)를 갖는 오리엔탈 플랫 웨이퍼(oriental flat wafer)일 수 있다. 이 경우, 웨이퍼 직경(Dw)은 웨이퍼의 가장 큰 직경으로 정의된다.
- <41> 상기 본 발명의 일 실시예는 하기의 실시예들을 포함할 수 있다. 그러나, 여기에 한정되지는 않는다.
- <42> 상기 상부 마스크 부재는 약 10^{-5} 내지 $10^3 \Omega \cdot \text{cm}$ 의 체적 저항(bulk resistivity)을 가질 수 있다. 상기 체적 저항을 갖는 실리콘과 같은 물질이 상부 마스크 부재로서 사용되는 경우, 막 두께 균일도가 저하되지 않으면서 웨이퍼의 가장자리 부위에서의 원치않는 막의 형성이 방지될 수 있다. 그러나, 이 경우 실리콘은 플라즈마 세정 공정에서 식각에 의해 열화(deterioration)될 수 있으며, 이에 따라 마스크에 손상이 발생할 수 있다. 세라믹(예를 들면, Al_2O_3)과 같은 물질이 상기 상부 마스크 부재로서 사용된다면 식각에 의한 열화 문제는 해결될 수 있다. 예를 들면, 상기 상부 마스크 부재는 약 $10^6 \Omega \cdot \text{cm}$ 이상의 체적 저항을 가질 수 있다. 그러나, 막 두께 불균일도는 플라즈마 CVD에 의해, 예를 들면, 약 15% 정도까지 증가될 수 있다. 따라서, 이 경우, 상기 샤워 플레이트는 하기의 식(1)을 만족하는 직경(Ds)을 갖는 가스 방출 부재와 베이스 부재를 포함할 수 있다.
- <43> $Dw-d < Ds < Dw+3d$ ---- (1)
- <44> 여기서, 상기 d는 상기 샤워 플레이트와 상기 상부 플레이트 사이의 거리를 의미한다.
- <45> 또한, 상기 샤워 플레이트의 직경(Ds)은 $Dw-0.5d < Ds < Dw+2.5d$, $Dw < Ds < Dw+2d$, $Dw+0.5d < Ds < Dw+1.5d$ 등을 만족할 수 있으며, 이들의 조합에 의해 한정되는 어떠한 범위라도 만족할 수 있다.
- <46> 상기에서, 강화 플라즈마(enhanced plasma) 영역이 충분히 제어될 수 있으며, 이에 따라 막 균일도가 향상될 수 있다. 이 경우, 상기 d는 약 3 내지 50mm(예를 들면, 7 내지 25mm 또는 10 내지 20mm)의 범위에 있을 수 있다.
- <47> 본 발명의 일 실시예에서, 상기 상부 마스크 부재와 측면 마스크 부재는 일체로 제공될 수 있으며 베벨 마스크(bevel mask)를 구성할 수 있다. 다른 실시예로서, 상기 측면 마스크 부재는 상기 상부 마스크 부재의 일부일 수 있다. 또 다른 실시예로서, 상기 측면 마스크 부재는 상기 상부 플레이트의 가장자리에 설치된 유전체 링 구조물의 일부일 수도 있다.
- <48> 본 발명의 일 실시예에서, 상기 측면 마스크 부재는 전체적으로 또는 부분적으로 상기 유전체 링 구조물 또는 상기 베벨 마스크에 의해 구성될 수 있다. 편의상 상기 상부 마스크 부재를 포함하는 일체형 부재는 “베벨 마스크” 또는 “마스크”로 표현될 수 있다. 따라서, 상기 베벨 마스크는 적어도 상기 상부 마스크 부재를 포함하며, 상기 측면 마스크 부재의 일부 또는 전부를 더 포함할 수 있다.
- <49> 상기 측면 마스크 부재가 상기 상부 마스크 부재의 일부에 의해 구성되는 경우, 상기 상부 플레이트 자체는 유전체(예를 들면, AlN(알루미늄 질화물) 상부 플레이트)일 수 있다. 또한, 상기 유전체 상부 플레이트는 별개의 블록 상에 장착되며 상기 블록에는 히터와 전극이 설치될 수 있다. 이와는 다르게, 히터 및/또는 전극은 상기 유전체 상부 플레이트 내에 내장될 수도 있다.
- <50> 본 발명의 일 실시예에서, 상기 가스 방출 부재는 평탄한 일면을 가질 수 있다. 다른 실시예로서, 상기 가스 방출 부재는 다수의 가스 도입구와 상기 다수의 가스 도입구가 형성된 표면으로부터 하방으로 돌출된 플라즈마 강화 스파이크들에 의해 구성될 수 있다. 상기 가스 방출 부재는 직경(Ds)을 가지며, 상기 Ds는 상기 플라즈마 강화 스파이크들 중에서 최외측 스파이크들에 의해 한정된 영역의 외경일 수 있다. 일 실시예에서, 상기 다수의 가스 도입구들 중에서 최외측 도입구들에 의해 한정된 영역은 하기의 식(2)을 만족하는 직경(Dh)을 가질 수 있다.
- <51> $Ds-2d < Dh$ ---- (2)
- <52> 또한, 일 예로서, 상기 직경(Dh)은 $Ds-d < Dh$ 의 조건을 만족할 수 있다.
- <53> 상기 도입구들은 약 0.2 내지 2.0mm 정도(일 예로서, 약 0.4 내지 1.0mm)의 직경을 가질 수 있으며, 상기 스파이크들은 약 1 내지 10mm 정도(일 예로서, 약 2 내지 6mm)의 길이를 가질 수 있다. 상기 플라즈마 강화 스파이크

크들을 갖는 샤워 플레이트는 본 발명의 출원인들 중 하나인 ASM Japan K.K.에 의해 2005년 2월 18일자로 출원된 미합중국 특허 출원 11/061,986호에 개시되어 있으며, 본 발명의 일 실시예에 사용될 수 있다.

- <54> 본 발명의 일 실시예에서, 상기 상부 플레이트는 도전성을 나타낼 수 있다. 또한, 상기 상부 플레이트의 가장자리 둘레에는 외측 환형 리세스(outer annular recess)가 형성될 수 있으며, 상기 웨이퍼는 상기 환형 리세스 상에 위치한 유전체 링 구조물 상에 지지될 수 있다. 상기 유전체 링 구조물은 내측 환형 리세스를 가질 수 있다. 상기 유전체 링 구조물의 상부 가장자리 표면에 의해 형성되는 평면은 상기 도전성 상부 플레이트의 상부 표면에 의해 형성되는 평면보다 높게 위치될 수 있다. 상기 유전체 링 구조물은 약 0.8Dw 내지 1.2Dw 정도(예를 들면, 약 웨이퍼 직경(Dw)의 약 0.9 내지 1.1배)의 내경을 가질 수 있다. 상기에서, 강화 플라즈마의 면적은 충분히 제어될 수 있으며, 이에 따라 막 균일도가 향상될 수 있다.
- <55> 본 발명의 일 실시예에서, 상기 상부 마스크 부재는 내측 가장자리 부위에서 약 2mm 이하(예를 들면, 0.3mm, 0.5mm, 1.0mm, 1.5mm 및 이들 사이에서 선택될 수 있는 가능한 수치들)의 두께를 가질 수 있으며, 내측으로 경사진 부위(inwardly tapered portion; 바람직하게는 환형으로)를 가질 수 있다. 일 실시예에서, 상기 상부 마스크 부재는 상기 웨이퍼의 최외측 가장자리로부터 약 0.3 내지 3mm 정도(예를 들면, 0.5mm, 1.0mm, 1.5mm, 2.0mm, 2.5mm 및 이들 사이에서 선택될 수 있는 가능한 수치들)의 범위에서 상기 웨이퍼의 상부면을 커버할 수 있다.
- <56> 상기에서, 수치적 범위들이 두 개의 수치들에 의해 한정되는 경우, 상기 수치들은 상기 범위에 포함될 수도 있고 배제될 수도 있다.
- <57> 본 발명의 일 실시예에서, 상기 베벨 마스크는 알루미늄, 알루미늄 산화물, 알루미늄 질화물, 실리콘, 실리콘 산화물, 실리콘 탄화물, 실리콘 질화물, 보론 질화물, 금속 주입 세라믹(metal impregnated ceramic) 등으로 이루어질 수 있으며, 이들은 단독으로 또는 조합의 형태로 사용될 수 있다.
- <58> 본 발명의 일 실시예에서, 상기 상부 플레이트는 하기의 식(3)을 만족하는 외경(Dss)을 가질 수 있다.
- <59> $1.04Dw < Dss < 1.5Dw$ ---- (3)
- <60> 또한, 예를 들면, 상기 외경(Dss)은 $1.1Dw < Dss < 1.3Dw$ 를 만족할 수도 있다. 여기서, 상기 측면 마스크 부재는 상기 상부 위치에서 그리고 상기 웨이퍼의 외측에서 상기 상부 플레이트의 상부 가장자리 표면 상에 위치될 수 있다. 여기서, 상기 상부 가장자리 표면은 상기 상부 플레이트의 최상층 표면일 필요는 없으며 최하층 표면일 수도 있다. 다른 실시예로서, 상기 측면 마스크 부재는 상기 웨이퍼의 외측에서 상기 유전체 링 구조물의 상부 가장자리 표면 상에 위치될 수도 있다.
- <61> 상기의 모든 실시예들에서, 구성 요소들의 교체가 구현 가능하지 않거나 본 발명의 목적에 반하는 효과를 발생시키지 않을 경우를 제외하고, 본 발명의 일 실시예에서 사용된 구성 요소들은 다른 실시예들에서 교체 사용될 수 있다.
- <62> 본 발명의 일 측면에 따르면, 본 발명은 플라즈마 CVD를 이용하여 웨이퍼 상에 약 10% 이하의 막 두께 불균일도를 갖는 박막을 형성하는 방법을 제공한다. 상기 박막 형성 방법은, (i) 샤워 플레이트와 대향하여 실질적으로 평행하게 설치된 상부 플레이트 상에 웨이퍼를 위치시키는 단계, (ii) 상부 마스크 부재가 0(바람직하게는, 약 0.05 내지 0.75mm)보다 큰 간격으로 상기 웨이퍼의 상부면 가장자리 부위를 커버하고, 측면 마스크 부재가 상기 상부 플레이트의 가장자리에 배치되어 0(바람직하게는 약 0.05 내지 2mm)보다 큰 간격으로 상기 웨이퍼의 측면 부위를 커버하도록 상기 웨이퍼 위에 상기 상부 마스크 부재를 위치시키는 단계 및 (iii) 플라즈마 CVD를 이용하여 상기 웨이퍼 상에 박막을 형성하기 위하여 상기 상부 플레이트와 상기 샤워 플레이트 사이에 RF(radio-frequency) 파워를 인가하는 단계를 포함할 수 있다.
- <63> 예를 들면, 상기 실시예는 다음의 실시예들을 포함할 수 있다. 그러나, 여기에 한정되지는 않는다.
- <64> 상기 방법은 상기 샤워 플레이트를 제공하는 단계를 더 포함할 수 있으며, 상기 샤워 플레이트는 가스 방출 부재와 베이스 부재를 포함할 수 있다. 상기 가스 방출 부재는 $Dw-d < Ds < Dw+3d$ 를 만족하는 직경(Ds)을 가질 수 있다. 여기서, 상기 Dw는 웨이퍼의 직경을 의미하며, 상기 d는 상기 샤워 플레이트와 상기 상부 플레이트 사이의 거리를 의미한다.
- <65> 상기 방법은 상기 상부 플레이트를 제공하는 단계를 더 포함할 수 있다. 상기 상부 플레이트는 도전성을 나타내며, 가장자리 둘레에서 외측 환형 리세스를 가질 수 있다. 상기 웨이퍼는 상기 환형 리세스 상에 위치한 유전체

링 구조물 상에 지지될 수 있다.

- <66> 상기 방법은 상기 상부 마스크 부재를 제공하는 단계를 더 포함할 수 있다. 상기 상부 마스크 부재는 내측 가장자리에서 약 2mm 이하의 두께를 가지며, 내측으로 경사진 부위를 가질 수 있다. 또한, 상기 상부 마스크 부재는 알루미늄, 알루미늄 산화물, 알루미늄 질화물, 실리콘, 실리콘 산화물, 실리콘 탄화물, 실리콘 질화물, 보론 질화물, 금속 주입 세라믹(metal impregnated ceramic) 등으로 이루어질 수 있으며, 이들은 단독으로 또는 조합의 형태로 사용될 수 있다.
- <67> 상기 방법은 상기 상부 플레이트를 제공하는 단계를 더 포함할 수 있다. 상기 상부 플레이트는 외경(Dss)을 가지며, 상기 외경(Dss)은 웨이퍼의 직경(Dw)에 대하여 $1.04Dw < Dss < 1.5Dw$ 를 만족한다.
- <68> 상기 방법 실시예들에서, 상기 장치의 실시예에서 사용된 요소들이 단독 또는 조합의 형태로 사용될 수 있다.
- <69> 본 발명 그리고 관련 기술을 극복하여 성취되는 장점들을 요약하기 위하여 상기에서와 같이 본 발명의 목적들 및 효과들이 설명되었다. 물론, 모든 그러한 목적들 또는 장점들이 본 발명의 어떤 특정 실시예에 따라 성취되는 것은 아니다. 따라서, 예를 들면, 여기에서 제안되는 또는 설명되는 바와 같이 다른 목적들 또는 장점들을 굳이 구현하지 않더라도 본 기술 분야의 당업자들은 여기에서 설명되는 장점들 또는 특정 장점을 최적화 또는 구현하는 방법으로 수행되거나 구현될 수 있음을 인지할 수 있을 것이다.
- <70> 또 다른 측면으로, 본 발명의 특징들 및 장점들은 하기의 실시예들의 상세한 설명으로부터 명확해질 것이다.
- <71> 상기 본 발명의 특징들은 실시예들의 도면들을 참조하여 더욱 상세하게 설명될 것이다. 그러나, 본 발명의 실시예들은 본 발명의 범위를 제한하지는 않으며 단지 본 발명을 명확하게 설명하기 위한 목적으로 기술된 것이다. 상기 도면들은 설명에 도움을 주기 위한 목적으로 과장되게 표현되었다.
- <72> 여기에 한정되지는 않지만, 본 발명의 실시예들에서 가공될 수 있는 웨이퍼는 약 $0.725 \pm 0.025\text{mm}$ 의 두께와 약 200mm의 직경을 갖는 웨이퍼, 약 $0.775 \pm 0.025\text{mm}$ 의 두께와 약 300mm의 직경을 갖는 웨이퍼 등을 포함할 수 있다. 피가공 웨이퍼에 적절한 치수들을 갖는 베벨 마스크를 선택함으로써 제한없이 웨이퍼 크기에 따라 적용될 수 있다. 또한, 필요하다면, 상부 플레이트와 샤워 플레이트 웨이퍼 크기에 따라 적절하게 선택될 수 있다. 오리엔탈 플랫 웨이퍼(oriental flat wafer)의 경우, 상기 마스크와 샤워 플레이트는 상기 오리엔탈 플랫 웨이퍼의 외측 형태에 대응하여 구성될 수 있다. 또한, 노치형 웨이퍼(notched wafer)의 경우, 상기 마스크는 노치된 부위에 대응하는 국부적인 내측 연장 부위를 이용하여 상기 노치된 부위를 커버하도록 구성될 수 있다. 상기에서 “직경”은 일반적으로 최대 직경을 의미한다.
- <73> 본 발명의 실시예들에서, 상기 베벨 마스크는 웨이퍼의 어떠한 부위와도 접촉하지 않는다. 상기 마스크가 웨이퍼와 접촉하는 경우, 파티클들이 발생될 수 있다. 상기 웨이퍼와 마스크가 서로 이격되어 있는 경우, 불규칙한 플라즈마 방전이 발생될 수 있다. 상기 웨이퍼와 마스크 사이의 간격이 커지는 경우, 웨이퍼의 가장자리 부위의 상부면 상에서의 막 형성이 방지될 수 있다. 상기와 같은 관점에서, 일 실시예로, 상부 마스크 부재의 저면과 웨이퍼의 상부면 사이의 간격(β)은 0(바람직하게는 약 0.05 내지 0.75mm; 실시예 3 및 도 5 참조)보다 클 수 있다. 또한, 일 실시예로서, 측면 마스크 부재의 내측면과 웨이퍼의 측면 사이의 간격(α)이 0(바람직하게는 약 0.05 내지 2mm)보다 클 수 있다.
- <74> 도 13의 A1, B1 및 C1에 도시된 바와 같이, 측면 마스크 부재(62)는 베벨 마스크(60)에 의해 구성될 수 있다. 본 실시예에서, 상기 측면 마스크 부재(62)와 상부 마스크 부재(61)는 통합 일체형으로 형성되거나 조립될 수 있으며, 이로써 베벨 마스크(60)를 구성한다.
- <75> 다른 실시예로서, 도 13의 A2, B2 및 C2에 도시된 바와 같이, 측면 마스크 부재(62')는 베벨 마스크(60') 및 링 구조물(90'/80') 또는 상부 플레이트(70')의 가장자리 돌출부(91)에 의해 구성될 수 있다.
- <76> 또 다른 실시예로서, 도 13의 A3, B3 및 C3에 도시된 바와 같이, 측면 마스크 부재(62'')는 링 구조물(90"/80'') 또는 상부 플레이트(70'')의 가장자리 돌출부(91'')에 의해 구성될 수 있다.
- <77> 모든 경우에서, 간격 α 는 측면 마스크 부재(62, 62' 및 62'')의 표면과 웨이퍼의 측면 부위 사이의 거리로서 적절하게 결정될 수 있다.
- <78> 상기 베벨 마스크들(60, 60' 및 60'')은 도 13의 A1, A2 및 A3에 도시된 바와 같이 트렌치 없이 상기 링 구조물들(90, 90' 및 90'') 상에 각각 위치될 수 있다.
- <79> 다른 실시예로서, 상기 베벨 마스크들(60, 60' 및 60'')은 도 13의 B1, B2 및 B3에 도시된 바와 같이 트렌치(8

2)와 함께 상기 링 구조물들(80, 80' 및 80") 상에 각각 위치될 수 있다.

- <80> 또 다른 실시예로서, 상기 베벨 마스크들(60, 60' 및 60")은 도 13의 C1, C2 및 C3에 도시된 바와 같이 상기 상부 플레이트들(70, 70' 및 70") 상에 각각 위치될 수 있다.
- <81> 또 다른 실시예로서, 상기 베벨 마스크는 상기 링 구조물 또는 상부 플레이트 상에 위치되지 않을 수 있으며 리프팅 핀들과 같은 다른 구조물에 의해 지지될 수도 있다.
- <82> 도 13의 C2 및 C3에서, 상기 상부 플레이트(70' 또는 70")는 웨이퍼 지지 부위(92)보다 높은 상부면을 갖는 돌출부(91 또는 91')를 포함한다. 따라서, 상기 가장자리 부위에서 플라즈마 여기(excitation)를 조절하기 위하여 상기 상부 플레이트는 바람직하게 알루미늄 산화물(AlN)과 같은 유전체로 이루어질 수 있다. 반면에, 도 13의 A1 내지 A3 및 B1 내지 B3에서, 상기 상부 플레이트는 도전성 물질일 수 있으며, 상기 링 구조물은 유전체일 수 있다.
- <83> 또한, 도 13의 C3에서, 히터(85) 및/또는 전극은 상기 상부 플레이트(70") 내에 내장될 수 있다. 도 13의 C2에서, 상기 유전체 상부 플레이트는 별개의 블록 상에 장착될 수 있으며 히터 및/또는 전극은 상기 블록에 설치될 수도 있다.
- <84> 도 13의 A1, B1 및 C1은 도 11, 8 및 7에서 각각 추가적으로 설명될 것이다.
- <85> 상기 마스크는 상기 상부 플레이트 또는 상기 상부 플레이트 둘레에 수직으로 설치된 마스크 지지부재 또는 웨이퍼 위치 영역 외측에서 상기 상부 플레이트의 가장자리 부근에 제공된 홀들을 통해 삽입된 마스크 리프팅 핀들과 같은 별개의 부재 상에 배치될 수 있다. 또한, 상기 마스크는 반응기의 상부(upper portion)로부터 드리워질(suspended) 수도 있고, 상기 반응기의 측벽으로부터 연장하는 지지부 상에 지지될 수도 있다. 상기 마스크는 지지부재에 구조적으로 연결될 수 있으며, 또한 어떠한 부재에도 연결되지 않고 단순히 소정의 부재 상에 위치될 수도 있다.
- <86> 상기 마스크는 알루미늄, 알루미늄 산화물, 알루미늄 질화물, 실리콘, 실리콘 산화물, 실리콘 탄화물, 실리콘 질화물, 보론 질화물, 금속 주입 세라믹(metal impregnated ceramic) 등으로 이루어질 수 있으며, 이들은 단독으로 또는 조합의 형태로 사용될 수 있다. 상기 웨이퍼와 유사한 체적 저항을 갖는 물질(예를 들면, 약 10^{-5} 내지 $10^3 \Omega \cdot \text{cm}$ 의 체적 저항을 갖는 실리콘)이 상기 베벨 마스크로서 사용되는 경우, 막 두께 균일도를 저하시키지 않으면서 상기 웨이퍼의 가장자리 부위에서의 원치않는 막의 형성이 방지될 수 있다(도 3의 실시예 1 참조).
- <87> 그러나, 실리콘은 플라즈마 세정 공정에서 식각에 의해 열화될 수 있으며, 이에 따라 마스크의 손상이 발생할 수 있다. 세라믹(예를 들면, Al_2O_3)과 같은 물질이 베벨 마스크로서 사용되는 경우, 상기 식각에 의한 열화 문제는 해결될 수 있다. 예를 들면, 상기 베벨 마스크는 약 $10^6 \Omega \cdot \text{cm}$ 이상의 체적 저항을 가질 수 있으며, 다른 실시예로서, 약 10^{-5} 내지 $10^6 \Omega \cdot \text{cm}$ 정도의 체적 저항을 가질 수도 있다. 그러나, 막 두께 불균일도는 플라즈마 CVD에 의해 약 15% 정도까지 증가할 수 있다(도 3의 실시예 1 참조).
- <88> 상기 베벨 마스크의 상부면은 상기 샤워 플레이트(또는 상부 전극)와 마주하며, 플라즈마에 노출된다. 일 실시예로서, 상기 마스크가 유전체인 경우, 상기 유전체 마스크에 의해 커버되는 부위에서 약 0.8mm 정도의 두께를 갖는 실리콘 웨이퍼는 상기 상부 플레이트(또는 하부 전극) 상에 위치되며, 웨이퍼의 상부 상에서 약 0.5 내지 1mm 정도의 두께를 갖는 상기 유전체 마스크에 의해 커버된다. 추가적으로, 상기 마스크는 가공 관점(processing viewpoint)에서 충분한 강도를 제공하기 위하여 요구되는 두께, 예를 들면, 웨이퍼 외곽의 외측 가장자리 부위에서 약 2 내지 5mm 정도의 두께를 갖는다. 결과적으로, 상기 마스크의 내측 가장자리 내측의 실리콘 웨이퍼 표면 및 상기 마스크의 내측 가장자리 외측의 세라믹 부위는 마주하는 전극과 플라즈마에 대하여 전기적으로 불균일하게 된다. 이러한 이유로, 막 두께의 불균일한 성장이 상기 실리콘 웨이퍼 상에서 발생된다. 예를 들면, 상기 마스크의 내측 가장자리로부터 약 0.5 내지 1.0mm 정도 인접한 부위에서 국부적인 플라즈마 집중에 의해 불균일한 두께를 갖는 막이 성장될 수 있다.
- <89> 본 발명의 일 실시예에 따르면, 플라즈마 집중이 발생하는 상기 마스크의 내측 가장자리 외측의 부위에 대하여, 상기 상부 전극과 하부 전극 사이의 유효 거리를 증가시킴으로써 상기 마스크의 내측 가장자리 주변 외측의 플라즈마 집중은 경감될 수 있으며, 이에 따라 막 두께 균일도가 구현될 수 있다. 상기 유효 거리는 커패시터를 고려한 상기 상부 및 하부 전극들 사이에서의 전기적 거리(electrical distance)를 의미하며 실제 또는 물리적 거리일 필요는 없다.

- <90> 돌출부들(플라즈마 강화 스파이크들)이 배치된 샤워 플레이트가 사용되는 경우, 상기 마스크의 내측 가장자리 외측의 부위 상에 플라즈마 세기(plasma intensity)를 조절하기 위하여 상기 마스크의 내측 가장자리에 의해 둘러싸인 내측 영역에 대응하는 내측 부위들 상에만 상기 돌출부들을 배치함으로써 상기 마스크의 내측 가장자리 근처에서 플라즈마 집중을 경감시킬 수 있다.
- <91> 추가적으로, 돌출부들이 없는 평탄한 샤워 플레이트가 사용되는 경우, 상기 마스크의 내측 가장자리 외측 영역에서 상기 상부 및 하부 전극들 사이의 유효 거리를 크게 함으로써 상기 마스크의 내측 가장자리 근처에서 플라즈마 집중을 경감시킬 수 있다.
- <92> 또한, 상기 상부 및 하부 전극들 사이의 유효 거리는 상기 상부 플레이트(하부 전극)의 가장자리 상에 유전체 링 구조물을 배치함으로써 조절될 수 있다.
- <93> 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 샤워 플레이트는 가스 방출 부재와 베이스 부재를 포함할 수 있다. 상기 가스 방출 부재는 $D_w - d < D_s < D_w + 3d$ 를 만족하는 직경(D_s)을 갖는다. 여기서, D_w 는 상기 웨이퍼의 직경을 의미하며, d 는 상기 샤워 플레이트와 상부 플레이트 사이의 거리를 의미한다. 다른 실시예로서, 상기 직경(D_s)은 $D_w - 0.5d < D_s < D_w + 2.5d$, $D_w < D_s < D_w + 2d$, $D_w + 0.5d < D_s < D_w + 1.5d$, 또는 상기 수치들 중에서 최소 및 최대 수치들의 또 다른 조합들을 만족할 수 있다. 상기에서, 강화된 플라즈마 영역은 막 균일도를 향상시킬 수 있는 정도로 제어될 수 있다(도 10의 실시예 5, 도 6의 실시예 4 및 도 13의 실시예 6 참조). 상기에서 “체적 저항(a bulk resistivity)”은 상기 마스크 상에 형성될 수 있는 코팅층이 아닌 상기 마스크를 구성하는 물질의 저항을 의미한다.
- <94> 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 베벨 마스크의 상부(상기 상부 마스크 부재)는 내측 가장자리에서 약 2mm (예를 들면, 0.5 내지 1mm) 이하의 두께를 가지며, 내측으로 경사진 부위(inwardly tapered portion)를 갖는다. 일 실시예로서, 경사각(tapered angle)은 상기 웨이퍼 또는 상기 상부 플레이트의 상부면에 대하여 약 10 내지 45° 또는 20 내지 30° 일 수 있다. 일 실시예로서, 상기 베벨 마스크는 상기 웨이퍼의 최외측 가장자리로부터 약 0.3 내지 3mm 정도의 범위에서 상기 웨이퍼의 상부면을 커버할 수 있다. 상기 커버되는 범위는 상기 경사진 부위의 길이에 적용될 수도 있다. 상기와 같은 구성들은 상기 웨이퍼 가장자리 근처에서 플라즈마 세기에 영향을 줄 수 있으며 높은 막 두께 균일도를 구현할 수 있도록 한다.
- <95> 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 샤워 플레이트의 표면 상에는 다수의 가스 도입구들과 상기 표면으로부터 돌출된 돌출부들이 형성되어 있다. 도 7은 본 발명의 일 실시예의 부분 단면도를 보여준다. 본 도면은 설명을 목적으로 과장되게 표현되어 있다. 예를 들면, 마스크(60)는 본 실시예에서 실제로 상부 플레이트(70)의 상부 가장자리 표면과 접촉한다.
- <96> 또한, 히터는 본 도면에서 도시되지 않고 있다. 상기 히터는, 도 13의 C3에서 도시된 바와 같이, 상기 상부 플레이트에 내장될 수 있다. 이와는 다르게, 상기 히터는 상기 상부 플레이트와는 별개로 설치될 수도 있다. 예를 들면, 상부 플레이트는 히터 상에 위치될 수도 있다.
- <97> 샤워 플레이트(21)는 베이스 부재(40)와 가스 방출 부재(41)를 포함할 수 있다. 돌출부들(플라즈마 강화 스파이크들; 42)은 가스를 도입하기 위한 미세 가스 도입구들(43) 주위에 균일하게 배치되며 각각 기둥(polyangular column) 또는 다각 피라미드 형상을 가질 수 있다. 예를 들면, 육각 기둥 또는 사각 피라미드 형상을 가질 수 있다.
- <98> 상기 돌출부들이 배치된 영역의 직경(D_s)을 베벨 마스크(60)의 내측 직경(D_m)에 대략적으로 일치시킴으로써 상기 마스크의 내측 가장자리 근처에서의 비정상적인 막 두께 성장이 방지될 수 있으며, 이로써 균일한 두께를 갖는 막을 얻을 수 있다. 상기에서 설명된 바와 같이, 상기 직경(D_s)은 상기 부등식 $D_w - d < D_s < D_w + 3d$ 를 만족하며, 등식 $(D_w - D_m) = 2\gamma$ (예를 들면, γ 는 0.5 내지 2.5mm) 또한 만족된다. 따라서, 부등식 $D_m + 2\gamma - d < D_s < D_m + 2\gamma + 3d$ 역시 만족된다. 여기서, γ 는 D_m 의 약 1% 내지 d 의 약 10% 정도일 수 있으므로, 부등식 $D_m - d < D_s < D_m + 3d$ 가 실질적으로 만족될 수 있다.
- <99> 본 발명의 일 실시예에 따르면, 가스 도입구들(43)의 크기는 약 0.2 내지 2mm 정도일 수 있으며, 상기 돌출부들(42)의 길이는 약 1 내지 10mm 정도일 수 있다. 상기 샤워 플레이트는 아노다이징 처리된 표면(anodized surface)을 갖는 알루미늄으로 이루어질 수 있다. 본 발명의 일 실시예에서 사용될 수 있는 샤워 플레이트에 관한 추가적인 정보는 본 발명의 출원인들 중 하나인 ASM Japan K.K.에 의해 2005년 2월 18일자로 출원된 미합중국 특허 출원 11/061,986호에 개시되어 있다.

- <100> 상부 및 하부 전극들(본 실시예에서, 샤워 플레이트(21) 및 상부 플레이트(70)) 사이의 간격은 d로서 표기되며, 웨이퍼(30)의 직경은 Dw로서 표기된다. 일 실시예에서, 상기 샤워 플레이트(21)의 돌출부들(42)을 갖는 영역의 직경(Ds)은 부등식 $Dw-d < Ds < Dw+3d$ 를 만족할 수 있다. Ds가 상기 범위 내에 있는 경우, 상기 막 균일도는 향상될 수 있다. 또한, 일 실시예에서, 다수의 가스 도입구들(43)을 갖는 영역의 직경(Dh)은 부등식 $Ds-2d < Dh$ 를 만족할 수 있다. 다른 실시예에서, Dw는 Dh와 거의 동일하게 될 수 있다. 상기에서, d는 약 3 내지 50mm(바람직하게는 10 내지 25mm) 정도일 수 있다.
- <101> 웨이퍼의 상부면 가장자리 부위와 측면 부위 상에 막이 형성되는 것을 방지하기 위하여 상기 마스크와 상기 웨이퍼의 상부면 사이의 간격을 제공하는 것은 매우 중요하며, 직접적인 접촉과 비정상적인 방전을 피하기 위하여 상기 간격은 특정 범위 내에 있을 것이 요구된다. 상기 베벨 마스크(60)의 상부 마스크 부재(61, 도 8 참조)의 저면(bottom surface)과 상부 플레이트(70)의 웨이퍼 지지면 사이의 거리는 웨이퍼(30)의 두께(Tw)에 간격(β)을 더한 것과 실질적으로 동일하다. 여기서, 상기 β 는 상기 마스크의 상부 마스크 부재(61)와 웨이퍼(30)의 상부면 사이의 거리를 의미하며, 0(바람직하게는 0.05 내지 0.75mm)보다 크다. 상기 마스크(60)의 측면 마스크 부재(62, 도 8 참조)는 내경(Db)을 가지며, 상기 내경(Db)은 웨이퍼(30)의 직경(Dw)에 2a를 더한 것과 실질적으로 동일하다. 여기서, 상기 a는 웨이퍼의 측면 부위와 상기 마스크(60)의 측면 마스크 부재(62) 사이의 거리를 의미하며, 0(바람직하게는 0.05 내지 2mm)보다 크다.
- <102> 또한, 본 실시예에서, 상기 마스크(60)의 상부 마스크 부재(61)의 내측 가장자리(64)는 2mm 이하의 두께(예를 들면, 0.5 내지 1mm)를 가질 수 있다. 상기 상부 마스크 부재(61)는 또한, 내측으로 경사진 부위(63)를 가질 수 있다. 상기 경사진 부위(63)는 웨이퍼(30)의 가장자리를 커버할 수 있는 정도의 길이를 가질 수 있다. 상기 경사진 부위(63)로 인해 상기 유효 전극 거리는 상기 웨이퍼(30)의 가장자리를 향해 점차 증가될 수 있다. 이에 따라, 상기 웨이퍼(30)의 가장자리 부위에서 플라즈마 집중을 감소시킬 수 있다.
- <103> 본 발명의 일 실시예에서, 오리엔탈 플랫 웨이퍼가 원형 실리콘 웨이퍼 대신 사용되는 경우, 상기 오리엔탈 플랫 웨이퍼의 외측 가장자리 형상에 대응하는 내측 가장자리를 갖는 베벨 마스크가 사용되며, 이에 따라 상기 베벨 마스크는 상기 웨이퍼의 가장자리로부터 약 0.5 내지 2.5mm 정도까지 웨이퍼의 외측 가장자리 전체 부위를 커버할 수 있다. 또한, 이러한 변경 내용은 상기 샤워 플레이트에서 상기 돌출부들이 배치된 영역에도 적용될 수 있다. 즉, 상기 오리엔탈 플랫 웨이퍼의 외측 가장자리 형상에 대응하는 형상을 갖는 샤워 플레이트가 사용될 수 있다. 일 실시예에서, 상기 웨이퍼의 중심으로부터 외측 가장자리 부위까지의 거리를 Rw라고 하면, 상기 샤워 플레이트의 돌출부들이 배치된 영역은 상기 중심으로부터 $Rw+T$ 까지의 안쪽 영역이 될 수 있다. 여기서, T는 바람직하게 약 $-d/2 < T < 3d/2$ (예를 들면, $0 < T < d$)의 범위 내에서 정의될 수 있다.
- <104> 본 발명의 일 실시예에서, 노치형 웨이퍼의 경우, 웨이퍼의 가장자리로부터 중심을 향하여 약 1 내지 1.5mm 정도의 마킹(marking)이 형성되어 있다. 이 경우, 노치된 부위를 완전히 커버하기 위하여 부분적으로 약 1.3 내지 2.0mm 정도까지 더 길게 노치된 부위를 커버하기 위한 내측 구조를 형성함으로써 상기 노치된 부위 근처에서 막의 증착을 방지할 수 있다.
- <105> 도 8은 상세한 설명을 목적으로 과장되게 표현된 본 발명의 일 실시예의 부분 단면도이다. 본 실시예에서, 웨이퍼(30)가 위치되는 상부 플레이트(71)는 내측 부위(73)와 가장자리 부위(80, 링 구조물)를 포함한다. 상기 내측 부위(73)는 도전성 물질로 이루어지며, 상기 가장자리 부위(80)는 유전체 물질로 이루어진다. 미합중국 특허 공개 제2003-0192478호(이 출원의 출원인들 중 하나인 ASM Japan K.K.에 의해 출원됨)에 기술된 실시예가 사용 가능하다. 상기 가장자리 부위(80)는 링 형태의 구조를 가지며, 상기 웨이퍼(30) 직경의 약 80 내지 120% 정도의 내경을 갖는다.
- <106> 또한, 일 실시예로서, 플라즈마 집중이 발생하는 마스크(60)의 내측 가장자리 근처를 고려하면, 상기 웨이퍼(30) 직경의 약 80 내지 100% 정도의 내측 직경을 갖는 링 형태의 리세스 또는 트렌치(82)가 형성된 상부 플레이트(71)가 사용될 수 있다. 상기 트렌치를 배치함으로써 약 0.2 내지 1.5mm(바람직하게는 약 0.5 내지 1.0mm) 정도의 공간이 상기 웨이퍼(30) 아래에 생성된다. 상기 링 구조물(80)이 상기 상부 플레이트(70')의 가장자리 부위에 배치되는 경우, 링 구조물(80)을 구성하는 세라믹과 같은 유전체 물질이 끼워지며, 깊이 약 0.5 내지 10mm 정도의 환형 가장자리 리세스(72)가 생성될 수 있다. 또한, 본 실시예에서, 상기 웨이퍼(30)는 상기 링 구조물(80)의 상부 가장자리 부위(81)와 접촉하며 상기 트렌치(82) 또는 상기 상부 플레이트(71)의 내측 부위(73)의 상부면과는 접촉하지 않는다. 따라서, 상기 마스크(60)의 내측 가장자리 근처에서 플라즈마 집중이 경감될 수 있으며, 막 두께 균일도가 현실화될 수 있다. 바람직하게는, 상기 마스크(60)는 상기 링 구조물(80) 상에 위치되며, 상기 트렌치(82)는 상기 마스크(60)의 내측 가장자리(64)에서 약간 안쪽으로 위치된다. 이에 따라, 상

기 웨이퍼(30)의 가장자리 근처에서 플라즈마 집중이 경감될 수 있다.

- <107> 본 발명의 일 실시예에 따르면, 링 구조물이 사용되지 않는 경우에도 트렌치는 상기 상부 및 하부 전극들 사이의 유효 거리를 조절하기 위하여 상기 탑 플레이트 자체에 형성될 수 있다.
- <108> 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 링 구조물(80)은 세라믹과 같은 유전체 물질로 이루어질 수 있다. 상기 마스크로서 사용될 수 있는 물질 또는 특성들은 상기 링 구조물에도 사용될 수 있다. 상기 유전체 링 구조물은 플라즈마가 집중되는 상기 마스크의 내측 가장자리 및 외측 가장자리 근처에 효과적으로 위치될 수 있다. 상기 상부 플레이트(71, 또는 70)의 내측 부위(73)는, 예를 들면, 아노다이징 처리된 표면을 갖는 알루미늄 또는 표면 처리된 알루미늄 또는 알루미늄 합금으로 이루어질 수 있다.
- <109> 상기 트렌치(82)와 함께 제공되는 링 구조물(80)의 대체하여, 도 11에 도시된 바와 같이, 트렌치 없이 제공되는 링 구조물(90) 사용될 수도 있다. 여기서 히터는 도시되지 않았다. 도 11에서, 링 구조물(90)은 상부 플레이트(74)의 외측 가장자리에 끼워지며, 상기 상부 플레이트(74)의 내측 부위(75)의 높이로 맞추어진다. 상기 마스크(60)는 상기 링 구조물(90)의 상부 가장자리 표면 상에 위치된다. 상기 링 구조물(90)은 상기 링 구조물(80)과 동일한 물질로 구성될 수 있으며, 상기 링 구조물(90)의 구성은 트렌치가 형성되지 않은 점을 제외하고 상기 링 구조물(80)과 다를 수도 있고 동일할 수도 있다. 예를 들면, 상기 링 구조물(90)의 두께는 트렌치가 형성되지 않으므로 상기 링 구조물(80)보다 얇게(예를 들면, 약 1/3 내지 1/2) 형성될 수 있다. 예를 들면, 상기 링 구조물(90)의 두께는 약 1 내지 5cm 정도의 범위(바람직하게는 약 1.5 내지 3cm) 내에 있을 수 있다. 상기 링 구조물(90)의 내경은 상기 웨이퍼보다 크게 될 수 있다.
- <110> 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 링 구조물(90)은 상기 상부 플레이트(74)의 내측 부위(75)의 높이에 맞추어지지 않을 수 있으며, 상기 내측 부위(75, 도 13의 A3 참조)보다 높은 상부 가장자리 표면을 가질 수 있다. 도 13의 A3에서, 웨이퍼(30)는 링 구조물(90)에 의해 둘러싸여 있으며 상기 상부 플레이트(74)는 알루미늄 산화물(AIN)과 같은 세라믹으로 이루어질 수 있다.
- <111> 본 발명의 일 실시예에 따르면, 상기 링 구조물의 내경은 상기 웨이퍼보다 작을 수 있으며, 상기 웨이퍼는 상기 상부 플레이트(74)의 내측 부위(75)와 접촉하지 않고 상기 링 구조물(90)과 접촉할 수도 있다. 다른 실시예에 따르면, 상기 링 구조물(90)의 상부 가장자리 부위는 상기 내측 부위(75)보다 낮게 위치될 수도 있다. 상기 마스크(60) 및 상기 샤워 플레이트(21)와 조합하여 상기 링 구조물(90)을 사용함으로써 상기 유효 전극 거리를 상기 웨이퍼의 가장자리 근처에서 조절할 수 있다.
- <112> 본 발명의 일 실시예에 따르면, 하부 전극은, 도 2에 도시된 바와 같이, 별개로 제공되는 부품들 대신 일체로 제공되는 히터(2)와 상부 플레이트(3)에 의해 구성될 수 있다. 일 예로 상기 일체형 하부 전극은 산화 처리된 또는 표면 처리된 알루미늄 또는 알루미늄 합금으로 이루어질 수 있으며, 그 사용 온도는 약 150 내지 450℃ 정도일 수 있다. 상기 일체형 하부 전극은 약 150 내지 650℃ 정도의 사용 온도를 갖는 표면 처리된 알루미늄 질화물로 이루어질 수도 있다. 또한, 상기 히터는 상기 상부 플레이트에 내장될 수 있다.
- <113> 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 플라즈마 집중은 상기 마스크의 내측 부위의 가장자리 표면으로부터 상기 웨이퍼를 향하여 상기 하부 전극에 형성된 홀들 또는 간격들을 통해 가스를 통과시킴으로써 경감될 수 있다. 이에 따라 실리콘 웨이퍼 상에서 막 두께의 비정상적인 성장을 제어할 수 있다. 추가적으로, 상기 마스크가 상기 상부 플레이트의 상부 가장자리 표면 상에 위치되지 않고 드리워지는(suspended) 경우, 상기 마스크와 상부 플레이트 사이의 간격은 상기한 목적을 위한 가스 통로로서 사용될 수 있다. 일 실시예로서, 상기 마스크가 상기 상부 플레이트의 상부 가장자리 표면 상에 위치되고 상기 웨이퍼의 외측 가장자리 부근에서 상기 상부 가장자리 표면이 관통홀들(through-holes)과 함께 제공되는 경우, 상기 가스는 상기 관통홀들과 상기 마스크와 웨이퍼 사이의 간격을 통해 통과할 수 있다.
- <114> 상기 통과되는 가스에 대하여, 상기 가스는 막 형성을 위해 사용되는 소스 가스일 수 있다. 다른 실시예로서, 상기 통과되는 가스는 하이드로카본(C_xH_y; 여기서, x 및 y는 1 이상의 정수이다; 바람직하게는 x는 5 이상) 및 불활성 가스(예를 들면, N₂, Ar, He, 등)로부터 선택될 수 있다. 상기 가스의 유량은 약 10 내지 3000sccm 정도일 수 있으며, 바람직하게는 약 20 내지 1000sccm 정도일 수 있다.
- <115> 도 2는 본 발명의 일 실시예를 보여주는 개략도이며, 설명의 목적으로 과장되게 표현되고 있다. 플라즈마 CVD 막 형성 장치(1)는 반응 챔버(6), 가스 도입부(5), 상부 전극(9) 및 히터(2)와 상부 플레이트(3)를 포함하는 하부 전극을 포함한다. 가스는 가스 라인(미도시)으로부터 가스 도입부(5)를 통해 제공된다. 원형의 상부 전극(9)은 가스 도입부(5) 아래에 배치된다. 상기 상부 전극(9)은 중공 구조(hollow structure)를 가지며 웨이퍼를

향하여 상기 가스를 분사하기 위한 다수의 미세 홀들(가스 도입구들)이 그 하부에 형성되어 있다. 또한, 상기 상부 전극(9)은 유지 보수를 용이하게 하고 부품 비용을 절감시키기 위하여 다수의 가스 도입구들을 갖는 샤워 플레이트(21)가 교체될 수 있는 구조를 갖는다.

<116> 또한, 상기 반응 챔버(6)의 하부에는 배기부(10)가 제공되어 있다. 상기 배기부(10)는 반응 챔버(6)의 내부를 진공 배기시키기 위하여 외부의 진공 펌프(미도시)와 연결된다. 상기 상부 플레이트(3)는 상기 상부 전극과 마주하여 실질적으로 평행하게 배치된다. 상기 상부 플레이트(3)는 웨이퍼(4)를 지지하고, 히터(4)에 의해 웨이퍼(4)를 가열하며 상기 웨이퍼를 설정된 온도(예를 들면, -50 내지 650℃)로 유지시킨다. 상기 상부 플레이트(3)의 가장자리 부위(24; 링 구조물)는 알루미늄으로 이루어질 수 있다. 또한, 상기 웨이퍼(4) 근처에서 마스크(22)가 제공된다. 상기 상부 플레이트(3)가 수직 방향 구동 기구(미도시)에 의해 하방으로 이동되면, 마스크(22)는 마스크 지지 스탠드(23) 상에 위치된다. 상기 상부 플레이트(3)가 상방으로 이동되면, 상기 마스크(22)는 상기 상부 플레이트(3)의 가장자리 부위(24) 상에 위치된다. 상기 가스 도입부(5) 및 상기 상부 전극(9)은 상기 반응 챔버(6)로부터 전기적으로 절연되어 있으며, 외부의 제1 RF 파워 소스(7)에 연결된다. 제2 RF 파워 소스(8) 또한 연결된다. 여기서, 도면 참조 부호 12는 접지를 나타낸다. 따라서, 상기 상부 전극(9) 및 하부 전극은 RF 전극들로서 기능하며 플라즈마 반응 영역을 상기 웨이퍼(4) 근처에서 생성한다. 상기 웨이퍼(4) 상에 형성되는 막의 형태 및 특성들은 소스 가스의 유량, 온도, RF 주파수, 플라즈마 공간 분포, 전위 분포 등에 의해 변화될 수 있다.

<117> 본 발명의 일 실시예로서, 다수의 돌출부들이 샤워 플레이트(21)에 배치될 수 있다. 상기 돌출부들은 가스를 도입하기 위한 미세 홀들 둘레에 배치될 수 있으며, 육각 기둥 및 사각 피라미드와 같은 다각 기둥 또는 다각 피라미드 형상을 가질 수 있다. 추가적으로, 돌출부의 형상은 육각 기둥 및 사각 피라미드에 한정되지는 않으며, 어떠한 형상이라도 사용 가능하다. 예를 들면, 실린더 형상 또는 타원 형상 등이 사용될 수 있다. 추가적으로, 미세 돌출이 적용되는 것이 아니며, 소정 폭을 갖는 बैं크(bank) 형태가 사용될 수 있다. 상기 बैं크 형태가 사용되는 경우, 상기 돌출부는 다수의 곧은 라인들이 평행하게 배치되는 평행 라인 형태일 수 있으며, 다수의 곧은 라인들이 서로 교차하는 격자 형태 또는 둥근 형태 등이 사용될 수 있다. 또한, 이러한 경우, बैं크 형태를 갖는 돌출부들은 가스를 도입하기 위한 미세 홀들 둘레에 배치된다. 상기 돌출부들이 기계 가공에 의해 형성되는 점을 고려할 경우, 육각 기둥 또는 사각 피라미드 형태를 갖는 돌출부가 바람직하다.

<118> 실시예

<119> 본 발명의 실시예들이 하기에서 더욱 구체적으로 설명될 것이다. 그러나, 이러한 예들은 본 발명의 범위를 한정하기 위한 것이 아니다. 설비 조건들 및 공정 조건들은 다음과 같다.

<120> 설비 조건(웨이퍼 크기: Φ200mm)

<121> 마스크 재질: 알루미늄, 실리콘

<122> 상부 플레이트: 아노다이징 처리된 표면을 갖는 알루미늄

<123> 상부 플레이트 가장자리 부위(알루미늄): 플랫 타입(내경: 웨이퍼보다 큰 Φ203mm, 두께: 2mm, 도 11), 트렌치 타입(내경: 웨이퍼보다 작은 Φ180mm, 두께: 4mm, 트렌치 길이: 6mm, 깊이: 1mm, 도 8)

<124> 마스크와 웨이퍼 상부면 사이의 간격: 0.075mm, 0.325mm, 0.575mm, 0.775mm

<125> 마스크와 웨이퍼 측면 사이의 간격: 1mm

<126> 샤워 플레이트: 아노다이징 처리된 표면을 갖는 알루미늄

<127> 샤워 플레이트 크기: Φ250mm

<128> 샤워 플레이트 타입: 육각 기둥 돌출부

<129> 돌출부 영역: Φ200mm, Φ220mm, Φ250mm (가스 도입구 영역: Φ200mm, Φ220mm, Φ205mm)

<130> 샤워 플레이트 온도: 180℃

<131> 상부 플레이트 온도: 430℃

<132> 전극 거리: 16mm

<133> 커버 범위: 1.5mm

- <134> 공정 조건
- <135> 1,3,5-trimethylbenzee(TMB): 130sccm
- <136> He: 200sccm
- <137> RF 파워: 13.56MHz; 550W, 430kHz; 150W
- <138> 압력: 800Pa
- <139> 목표 막 두께: 200nm
- <140> 실시예 1 (마스크 재질: 알루미늄, 실리콘)
- <141> 돌출부 영역: Φ 250mm (가스 도입구 영역: Φ 205mm)
- <142> 상부 플레이트 외측 가장자리(알루미늄): 플랫폼 타입
- <143> 마스크와 웨이퍼 상부면 사이의 간격: 0.075mm
- <144> 막 두께 프로파일들은 도 3에 도시하였다. 실리콘 마스크와 비교하여 알루미늄 마스크의 경우 막 두께는 중심 부위와 비교하여 약 15% 정도까지 최외측 가장자리 부위 근처에서 급격하게 증가한다.
- <145> 실시예 2 (상부 플레이트 외측 가장자리(알루미늄): 플랫폼 타입, 트렌치 타입)
- <146> 마스크 재질: 알루미늄
- <147> 돌출부 영역: Φ 250mm (가스 도입구 영역: Φ 205mm)
- <148> 마스크와 웨이퍼 상부면 사이의 간격: 0.075mm
- <149> 막 두께 프로파일들은 도 4에 도시하였다. 플랫폼 타입과 비교하여, 트렌치 타입의 경우, 외측 가장자리에서 막이 두꺼워지는 정도는 약 25 내지 15% 정도이다. 이것은 웨이퍼의 외측 가장자리에서 유전체 물질 상에 웨이퍼를 위치시키고 갭(gap)을 마련함으로써 발생하는 유효 전극 거리 증가의 결과를 의미한다.
- <150> 실시예 3 (마스크와 웨이퍼 상부면 사이의 간격: 0.075mm, 0.325mm, 0.575mm, 0.775mm)
- <151> 돌출부 영역: Φ 250mm (가스 도입구 영역: Φ 205mm)
- <152> 마스크 재질: 알루미늄
- <153> 상부 플레이트 외측 가장자리(알루미늄): 트렌치 타입
- <154> 막 두께 프로파일들은 도 5에 도시하였다. 마스크와 웨이퍼 사이의 간격을 0.075mm에서 0.575mm까지 변화시킨 경우, 웨이퍼의 측면 부위 및 상부면 가장자리 부위 상에서 막의 형성이 관찰되지 않았다. 그러나, 0.075mm의 간격에서 비정상적인 방전이 간헐적으로 발생되었으며, 이것은 막 형성이 만족스럽지 않다는 것으로 판단된다.
- <155> 실시예 4 (돌출부 영역: Φ 200mm, Φ 220mm, Φ 250mm)
- <156> 마스크 재질: 알루미늄
- <157> 상부 플레이트 외측 가장자리(알루미늄): 트렌치 타입
- <158> 마스크와 웨이퍼 상부면 사이의 간격: 0.075mm
- <159> 막 두께 프로파일들은 도 6에 도시하였다. Φ 250mm ($D_s = D_w + 3.125d$)인 경우, 중심 부위와 가장자리 부위 사이의 막 두께 차이는 약 +12% 정도로 나타났고, Φ 220mm ($D_s = D_w + 1.25d$)의 경우, 중심 부위와 가장자리 부위 사이의 막 두께 차이는 약 -5% 정도로 나타났으며, Φ 200mm ($D_s = D_w$)의 경우, 중심 부위와 가장자리 부위 사이의 막 두께 차이는 약 -7% 정도로 나타났다. 따라서, 샤워 플레이트의 돌출부 영역을 제어함으로써 막 두께 분포를 제어할 수 있으며, 막 두께는 Φ 220mm 근처에서 만족스럽게 나타났다.
- <160> 실시예 5
- <161> 추가적으로, 실시예 4의 경우와 동일한 조건 하에서, 돌출부 영역의 직경(D_s)을 D_w , D_w+d , D_w+2d 및 D_w+3d 로 설정하고, 막 두께 분포들을 측정하였다. 결과는 도 10에 도시하였다. 중심 두께에 대한 가장자리 두께의 비율은 D_s 에 비례한다. D_s 가 D_w+2d 인 경우, 중심 부위와 가장자리 부위 사이에서 막 두께 차이가 거의 없는 것으로 측

정되었다. 가장자리 부위에서 막이 더 두껍게되는 것을 방지하기 위하여, D_s 는 바람직하게 D_w 와 D_w+2d 사이에서 설정되는 것이 바람직하다. 그러나, D_s 가 D_w+3d 로 설정된 경우에도 막 두께 차이는 약 10% 정도로 낮게 나타난다.

- <162> 실시예 6 (돌출부 영역: $\Phi 200\text{mm}$, $\Phi 220\text{mm}$, $\Phi 250\text{mm}$)
- <163> 마스크 재질: 알루미늄
- <164> 상부 플레이트 외측 가장자리(알루미늄): 플랫폼 타입
- <165> 마스크와 웨이퍼 상부면 사이의 간격: 0.075mm
- <166> 막 두께 프로파일들은 도 12에 도시하였다. $\Phi 250\text{mm}$ ($D_s = D_w+3.125d$)인 경우, 중심 부위와 가장자리 부위 사이의 막 두께 차이는 +15% 정도로 측정되었고, $\Phi 220\text{mm}$ ($D_s = D_w+1.25d$)인 경우, 중심 부위와 가장자리 부위 사이의 막 두께 차이는 +5% 정도로 측정되었으며, $\Phi 200\text{mm}$ ($D_s = D_w$)인 경우, 중심 부위와 가장자리 부위 사이의 막 두께 차이는 -15% 정도로 측정되었다. 따라서, 샤워 플레이트의 돌출부 영역을 제어함으로써 막 두께 분포를 제어할 수 있으며, 막 두께는 $\Phi 220\text{mm}$ 근처에서 만족할 수 있는 정도로 측정되었다.
- <167> 비록 본 발명이 바람직한 실시예들의 측면에서 기술되었다고는 하지만, 본 기술 분야에서 숙련된 당업자들에게 자명한 다른 실시예들 역시 본 발명의 범위 내에 있다고 할 수 있다. 따라서, 본 발명의 범위는 후술되는 특허 청구범위에 의해서만 제한될 수 있을 것이다. 본 발명은 다양한 실시예들을 포함하며 상기 바람직한 실시예들에 의해서 한정되지는 않을 것이다.
- <168> 본 발명은 하기의 실시예들을 포함한다.
- <169> 1) 웨이퍼 상에 박막을 형성하기 위한 플라즈마 CVD 막 형성 장치에 있어서, 상기 장치는 진공 챔버와, 상부 전극으로서 기능하며 상기 진공 챔버 내에 설치된 샤워 플레이트와, 하부 전극으로서 기능하며 상기 샤워 플레이트와 대향하여 실질적으로 평행하도록 설치되어 상기 웨이퍼를 그 상에서 위치시키기 위한 상부 플레이트와, 상기 웨이퍼가 놓여진 상부 플레이트를 수직 방향으로 이동시키기 위한 수직 구동 기구와, 상기 상부 플레이트 상에 위치한 웨이퍼와 상기 상부 플레이트가 상방으로 이동되어 있는 경우 상기 웨이퍼의 상부면 가장자리 부위 및 측면 부위를 커버함으로써 상기 웨이퍼의 상부면 가장자리 및 측면 부위 상에 막이 형성되는 것을 방지하기 위한 마스크를 포함하며, 상기 마스크와 상기 웨이퍼의 상부면 사이의 간격이 0.05 내지 0.7mm 정도인 점과 상기 마스크와 상기 웨이퍼의 측면 사이의 간격이 0.05 내지 2mm 정도인 점으로 특정될 수 있다.
- <170> 2) 상기 항목 1)에서, 상기 플라즈마 CVD 막 형성 장치는, 상기 샤워 플레이트의 표면 부위에는 다수의 가스 도입구들과 상기 표면으로부터 돌출된 다수의 돌출부들이 형성되어 있는 점으로 특정되며, 상부 전극과 하부 전극 사이의 간격을 'd' 라고 하고, 웨이퍼의 직경을 'Dw' 라고 할 때, 약 1 내지 10mm 정도의 플라즈마 강화 스파이크들을 갖는 영역의 직경(D_s)이 부등식 $D_w-d < D_s < D_w+3d$ 를 만족하며, 약 0.2 내지 2mm 정도의 직경을 갖는 다수의 가스 도입구들을 갖는 영역의 직경(D_h)이 부등식 $D_s-2d < D_h$ 를 만족하는 샤워 플레이트가 사용된다는 점으로 특정될 수 있다.
- <171> 3) 상기 항목 1)에서, 상기 플라즈마 CVD 막 형성 장치는, 전극 근처의 간격을 'd' 라고 하고, 웨이퍼의 직경을 'Dw' 라고 하며, D_s 가 $D_w-d < D_s < D_w+3d$ 의 범위에 있는 경우, 샤워 플레이트는 상기 하부 전극과의 간격을 약 2 내지 10mm 정도까지 증가시키는 구성의 형상을 갖는 외측 가장자리와 함께 평탄한 직경 'Ds' 의 영역을 갖고, 가스 도입구들을 갖는 영역의 직경 'Dh' 는 $D_s-2d < D_h$ 범위 내에 있는 점으로 특정될 수 있다.
- <172> 4) 상기 항목들 2) 및 3)에서, 상기 플라즈마 CVD 막 형성 장치는, 돌출부들을 갖는 평면 또는 직경 'Ds' 의 증가된 평면 외측의 외측 가장자리 부위가 유전체 물질에 의해 커버된다는 점에서 특정될 수 있다.
- <173> 5) 상기 항목들 1) 내지 4)에서, 상기 플라즈마 CVD 막 형성 장치는, 상기 마스크가 최내측 가장자리에서 약 2mm 이하의 두께를 가지며, 적어도 하나 이상의 경사진 부위가 상기 마스크의 최내측 가장자리와 최외측 가장자리 사이에 형성된다는 점에서 특정될 수 있다.
- <174> 6) 상기 항목들 1) 내지 5)에서, 상기 플라즈마 CVD 막 형성 장치는, 상기 마스크가 상기 웨이퍼의 최외측 가장자리로부터 약 0.3 내지 3mm의 범위에서 상기 웨이퍼의 상부면을 커버한다는 점에서 특정될 수 있다.
- <175> 7) 상기 항목들 1) 내지 6)에서, 상기 플라즈마 CVD 막 형성 장치는, 상기 마스크가 알루미늄, 알루미늄 산화물, 알루미늄 질화물, 실리콘, 실리콘 산화물, 실리콘 탄화물, 실리콘 질화물, 보론 질화물 및 금속 주입 세라믹으로 이루어진 균으로부터 선택된 적어도 하나로 이루어질 수 있는 점에서 특정될 수 있다.

- <176> 8) 상기 항목들 1) 내지 7)에서, 상기 플라즈마 CVD 막 형성 장치는, 상기 하부 전극이 실질적으로 알루미늄 질화물(AIN)로 이루어지며 사용 온도가 약 150 내지 650℃인 점으로 특정될 수 있다.
- <177> 9) 상기 항목들 1) 내지 7)에서, 상기 플라즈마 CVD 막 형성 장치는, 상기 하부 전극이 실질적으로 알루미늄으로 이루어지고 사용 온도가 약 150 내지 450℃인 점에서 특정될 수 있다.
- <178> 10) 상기 항목들 2) 내지 9)에서, 상기 플라즈마 CVD 막 형성 장치는 돌출부들을 갖는 영역 또는 증가된 영역에 의해 특정될 수 있다. 여기서, 웨이퍼의 중심으로부터 외측 가장자리까지의 거리를 'Rw' 라고 할 때, 상기 증가된 영역의 중심으로부터 그 외측 가장자리까지의 거리 'Rw+To' 에서, 'To' 는 -d/2 내지 3d/2 정도일 수 있으며, 다수의 가스 도입구들을 갖는 영역의 중심에서 그 외측 가장자리까지의 거리 'Rw+Th' 에서, 'Th' 는 -d 이상이다.
- <179> 11) 상기 항목들 1) 내지 10)에서, 상기 플라즈마 CVD 막 형성 장치는, 웨이퍼를 지지하기 위한 상부 플레이트가 내측 부위와 가장자리 부위를 포함하며, 상기 내측 부위는 도전성 물질로 이루어지며 상기 외측 부위는 유전체 물질로 이루어진다는 점에서 특정될 수 있다.
- <180> 12) 상기 항목들 1) 내지 11)에서, 상기 플라즈마 CVD 막 형성 장치는, 트렌치가 웨이퍼가 놓여지는 하부 전극의 일부에 형성된다는 점에서 특정될 수 있다.
- <181> 13) 상기 항목들 1) 내지 11)에서, 상기 플라즈마 CVD 막 형성 장치는, 트렌치가 웨이퍼가 놓여지는 상부 플레이트의 가장자리에 위치한 링 형태의 구조물의 일부에 형성된다는 점에서 특정될 수 있다.
- <182> 14) 상기 항목들 1) 내지 11)에서, 상기 플라즈마 CVD 막 형성 장치는, 상기 가장자리 부위가 링 형태의 구조물이며, 링 형태 구조물의 내측 직경은 웨이퍼 직경의 약 80 내지 120% 정도인 점에서 특정될 수 있다.
- <183> 15) 상기 항목 14)에서, 상기 플라즈마 CVD 막 형성 장치는, 상기 링 형태의 구조물의 내측 직경은 웨이퍼 직경의 약 80 내지 100% 정도이며, 트렌치는 웨이퍼가 놓여지는 링 형태 구조물의 일부에 형성된다는 점에서 특정될 수 있다.
- <184> 16) 상기 항목들 1) 내지 15)에서, 상기 플라즈마 CVD 막 형성 장치는, 가스가 마스크의 내측 가장자리 표면으로부터 웨이퍼 표면을 향하여 하부 전극 내부를 통해 흐르는 점에서 특정될 수 있다.
- <185> 17) 상기 항목들 1) 내지 16)에서, 상기 플라즈마 CVD 막 형성 장치는, 상기 마스크의 체적 저항이 약 $10^6 \Omega \cdot \text{cm}$ 이상인 점에서 특정될 수 있다.
- <186> 18) 상기 항목들 1) 내지 16)에서, 상기 플라즈마 CVD 막 형성 장치는, 상기 마스크의 체적 저항이 약 10^5 내지 $10^6 \Omega \cdot \text{cm}$ 정도인 점에서 특정될 수 있다.

발명의 효과

- <187> 상기와 같은 본 발명의 실시예들에 따른 플라즈마 CVD 막 형성 장치는 웨이퍼의 가장자리 부위에서 플라즈마 집중을 경감시킬 수 있으며, 이에 따라 웨이퍼의 가장자리 부근에서 비정상적인 막 두께 성장을 방지할 수 있다.
- <188> 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구의 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

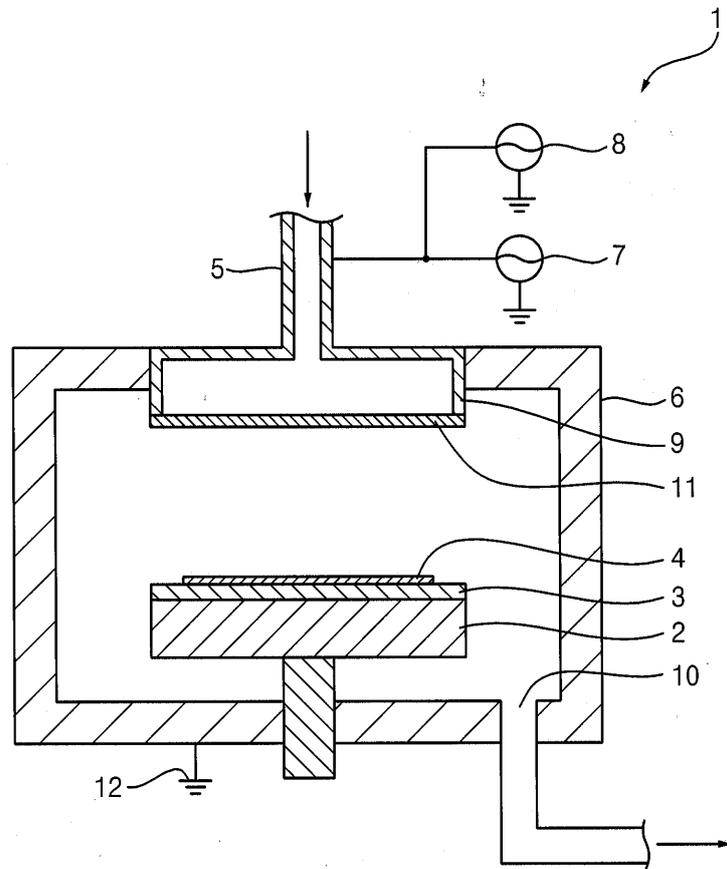
- <1> 도 1은 일반적인 플라즈마 CVD 장치를 보여주는 개략도이다.
- <2> 도 2는 본 발명의 일 실시예를 보여주는 개략도이다.
- <3> 도 3은 실리콘(Si) 베벨 마스크와 세라믹 베벨 마스크가 각각 사용된 경우 본 발명의 실시예들에 따른 막들의 두께 분포들을 나타내는 그래프이다.
- <4> 도 4는 플랫 링과 트렌치 타입 링이 각각 사용된 경우 본 발명의 실시예들에 따른 막들의 두께 분포들을 나타내는 그래프이다.
- <5> 도 5는 간격(α)이 각각 0.075mm, 0.325mm 및 0.575mm로 설정된 경우 본 발명의 실시예들에 따른 막들의 두께

분포들을 나타내는 그래프이다.

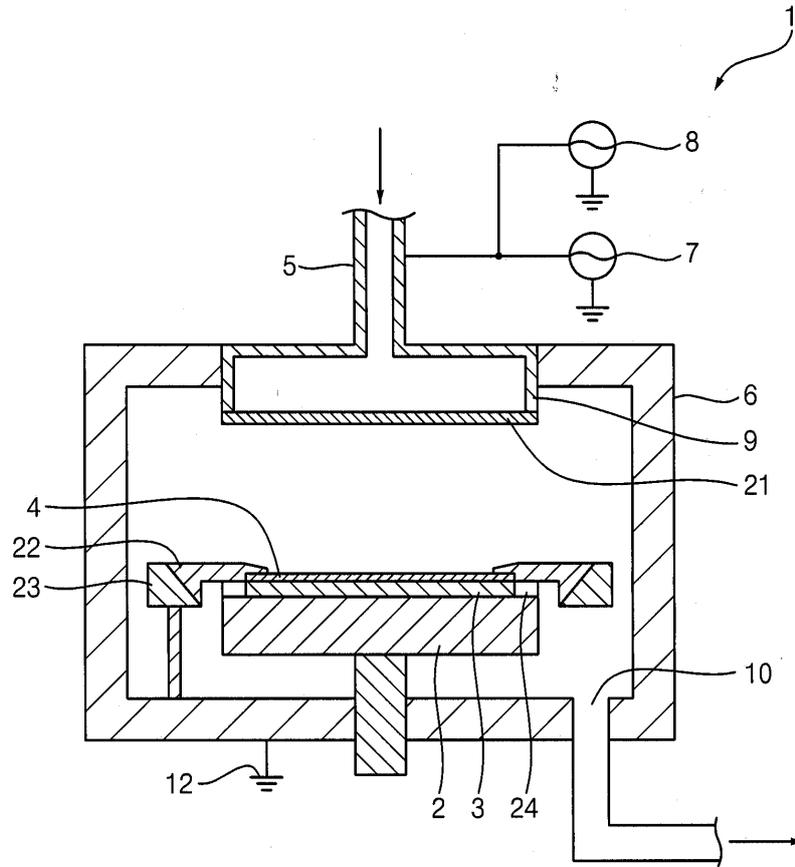
- <6> 도 6은 각각 250mm, 220mm 및 200mm의 직경을 가지며 플라즈마 강화 스파이크들이 구비된 샤워 플레이트들이 트렌치 타입 상부 플레이트와 함께 사용된 경우 본 발명의 실시예들에 따른 막들의 두께 분포들을 나타내는 그래프이다.
- <7> 도 7은 본 발명의 일 실시예를 보여주는 개략적인 부분 단면도이다.
- <8> 도 8은 본 발명의 일 실시예를 보여주는 개략적인 부분 단면도이다.
- <9> 도 9는 마스크 없이 세라믹 베벨 마스크가 사용된 경우 본 발명의 실시예들에 따른 막들의 두께 분포들을 나타내는 그래프이다.
- <10> 도 10은 간격(Ds)이 각각 Dw, Dw+d, Dw+2d 및 Dw+3d로 설정된 경우 본 발명의 실시예들에 따른 막들의 두께 분포들을 나타내는 그래프이다.
- <11> 도 11은 본 발명의 일 실시예를 보여주는 개략적인 부분 단면도이다.
- <12> 도 12는 각각 250mm, 220mm 및 200mm의 직경을 가지며 플라즈마 강화 스파이크들이 구비된 샤워 플레이트들이 플랫폼 타입 상부 플레이트와 함께 사용된 경우 본 발명의 실시예들에 따른 막들의 두께 분포들을 나타내는 그래프이다.
- <13> 도 13은 본 발명의 다양한 실시예들의 부분 단면도들을 보여주는 차트이다.
- <14> * 도면의 주요부분에 대한 부호의 설명 *
- <15> 1 : 플라즈마 CVD 막 형성 장치 2 : 히터
- <16> 3 : 상부 플레이트 4 : 웨이퍼
- <17> 5 : 가스 도입부 6 : 반응 챔버
- <18> 7 : 제1 RE 파워 소스 8 : 제2 RF 파워 소스
- <19> 9 : 상부 전극 10 : 배기부
- <20> 21 : 샤워 플레이트 22 : 마스크
- <21> 23 : 마스크 지지 스탠드 24 : 상부 플레이트의 가장자리 부위
- <22> 30 : 웨이퍼 40 : 베이스 부재
- <23> 41 : 가스 방출 부재 42 : 돌출부(플라즈마 강화 스파이크)
- <24> 42 : 가스 도입구 60, 60', 60" : 마스크
- <25> 61 : 상부 마스크 부재 62 : 측면 마스크 부재
- <26> 70, 70', 70", 71, 74 : 상부 플레이트
- <27> 80, 80', 80", 90, 90', 90" : 링 구조물

도면

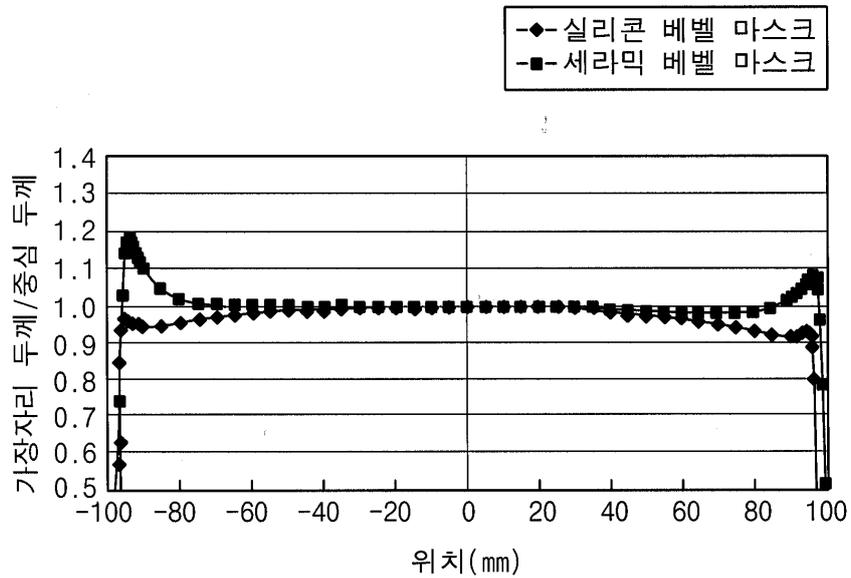
도면1



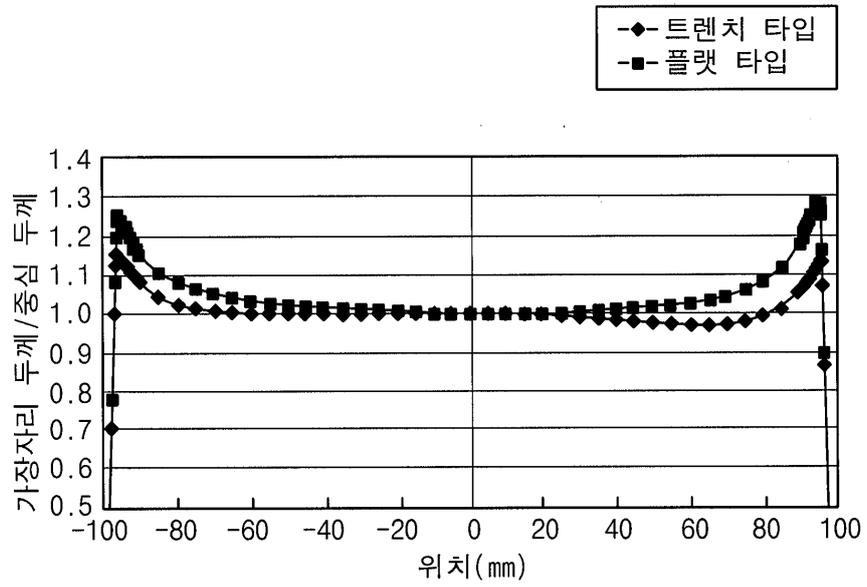
도면2



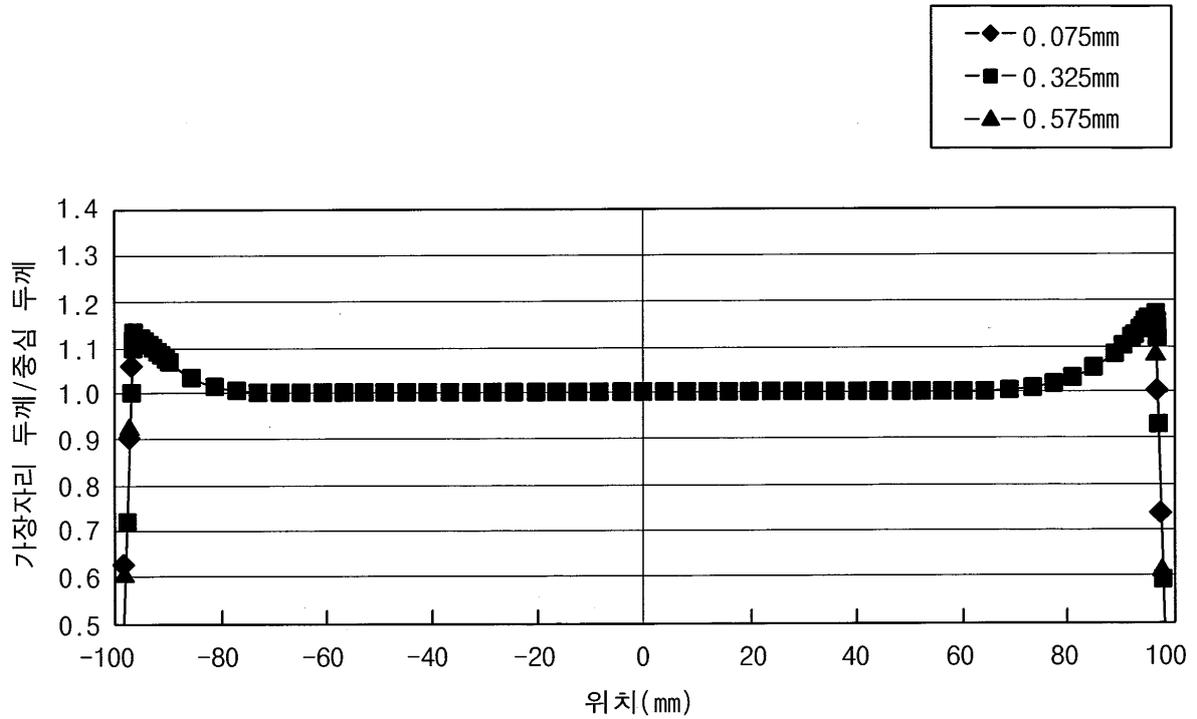
도면3



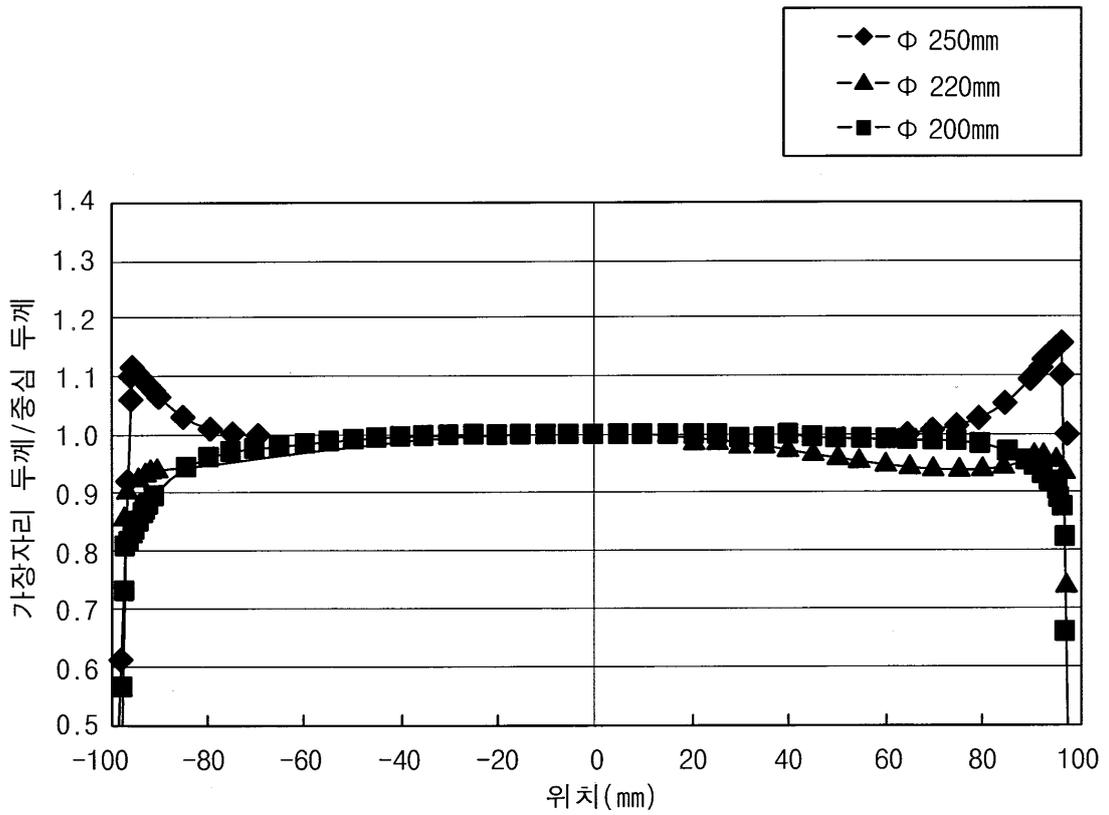
도면4



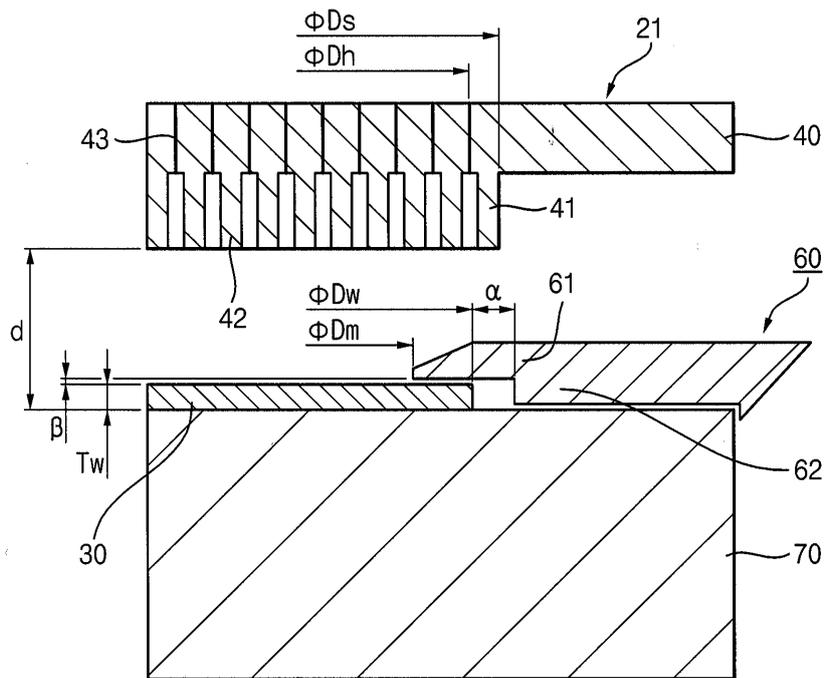
도면5



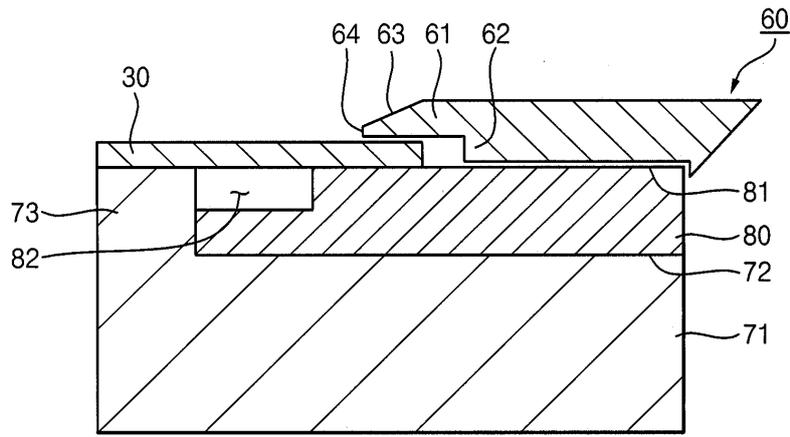
도면6



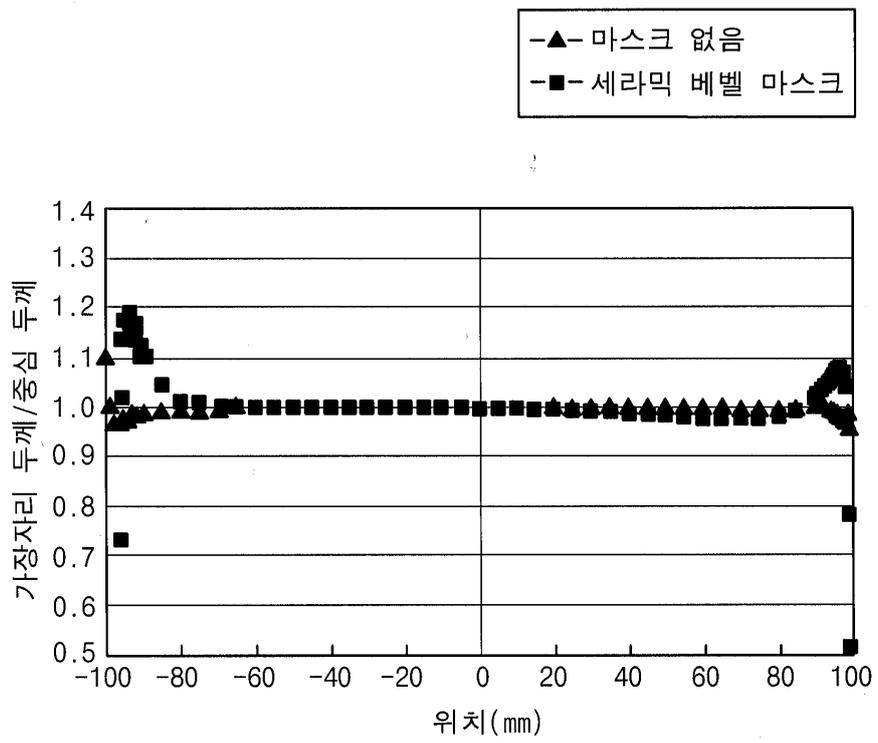
도면7



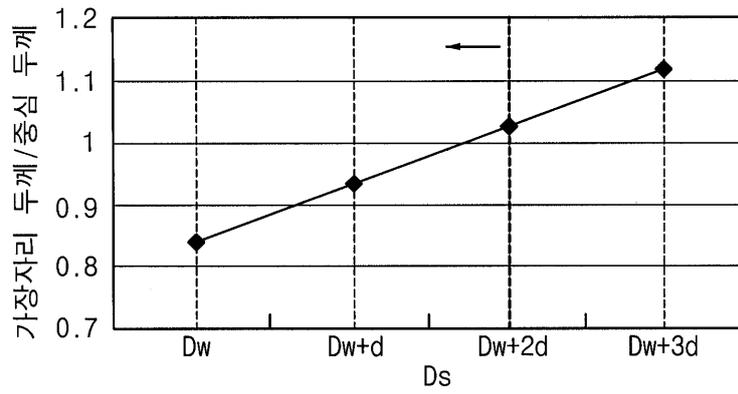
도면8



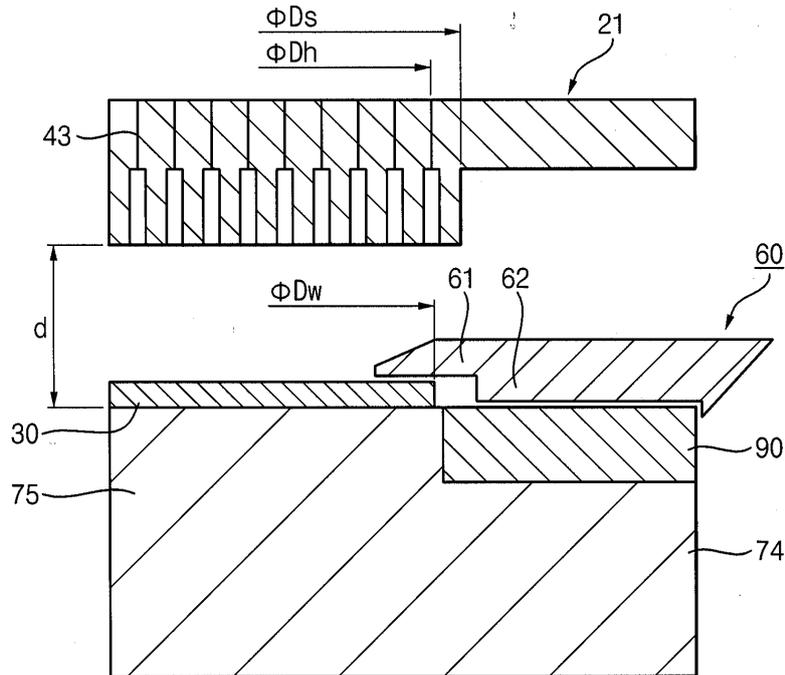
도면9



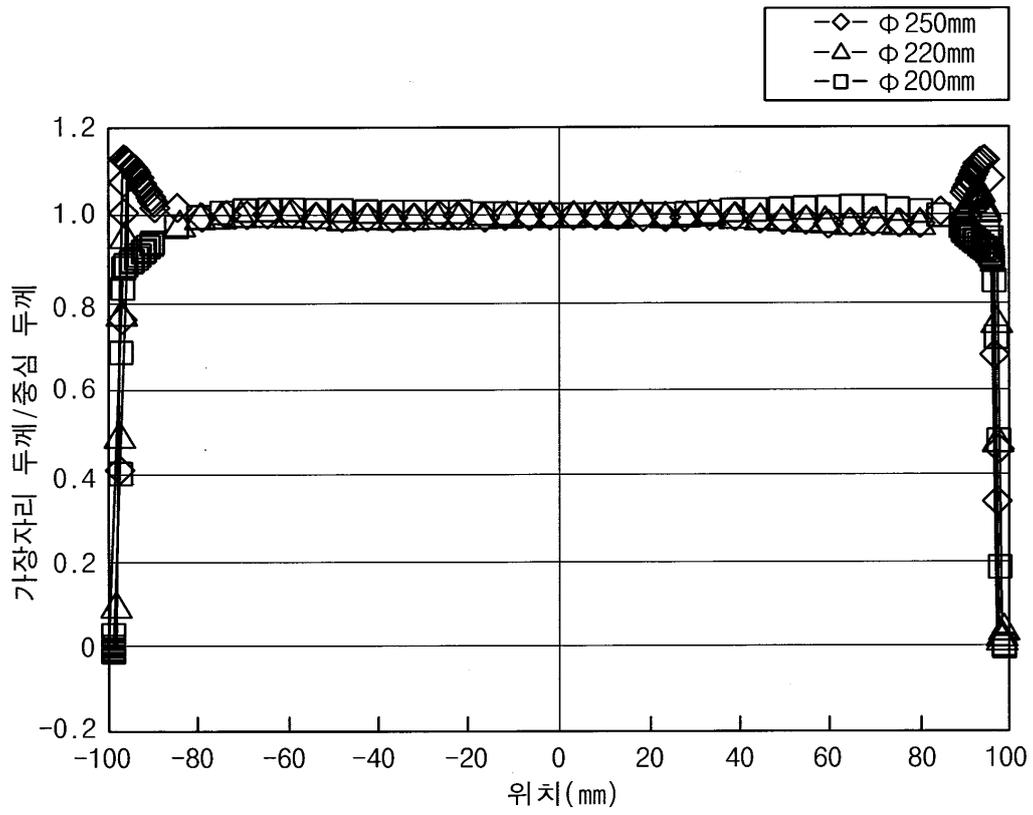
도면10



도면11



도면12



도면13

