



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0016899  
(43) 공개일자 2019년02월19일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H01L 21/02 (2006.01) C23C 16/455 (2006.01)  
H01L 21/67 (2006.01) H01L 21/687 (2006.01)
- (52) CPC특허분류  
H01L 21/02274 (2013.01)  
C23C 16/45536 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2018-0088395
- (22) 출원일자 2018년07월30일  
심사청구일자 없음
- (30) 우선권주장  
JP-P-2017-154741 2017년08월09일 일본(JP)

- (71) 출원인  
도쿄엘렉트론가부시키키가이샤  
일본 도쿄도 미나토쿠 아카사카 5초메 3반 1고
- (72) 발명자  
가토 히토시  
일본 이와테켄 오오슈우시 예사시쿠 이와야도 마  
츠나가네 52 도쿄 엘렉트론 테크놀로지 솔루션스  
가부시키키가이샤 내  
다카하시 유타카  
일본 이와테켄 오오슈우시 예사시쿠 이와야도 마  
츠나가네 52 도쿄 엘렉트론 테크놀로지 솔루션스  
가부시키키가이샤 내  
구보 가즈미  
일본 이와테켄 오오슈우시 예사시쿠 이와야도 마  
츠나가네 52 도쿄 엘렉트론 테크놀로지 솔루션스  
가부시키키가이샤 내
- (74) 대리인  
장수길, 김성환, 성재동

전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 실리콘 질화막의 성막 방법 및 성막 장치

(57) 요약

본 발명은, 기관의 표면 형상을 따른 컨포멀한 실리콘 질화막을 형성할 수 있는 실리콘 질화막의 성막 방법 및 성막 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

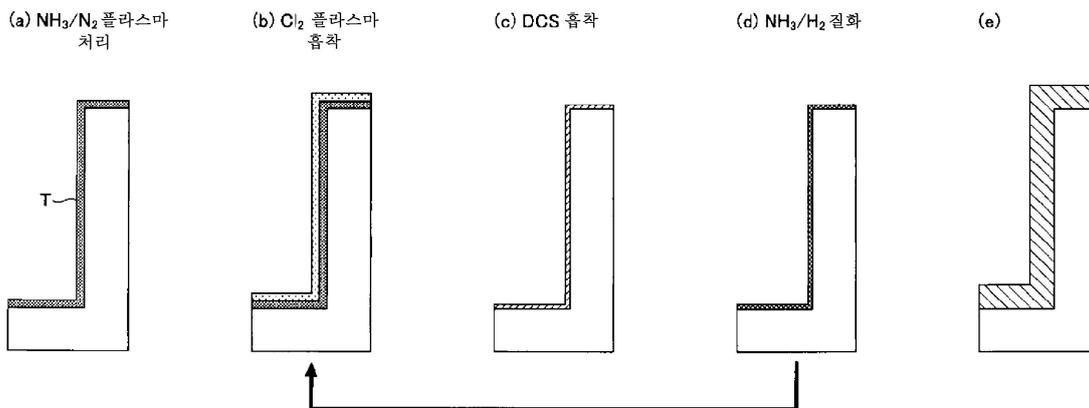
기관의 표면 상에 실리콘 질화막을 성막하는 실리콘 질화막의 성막 방법이며,

기관의 표면에 염소 라디칼을 흡착시켜, 염소를 함유하는 가스가 상기 기관의 표면에 컨포멀하게 흡착되는 흡착 저해 영역을 형성하는 공정과,

상기 흡착 저해 영역이 형성된 상기 기관의 표면에 실리콘 및 염소를 함유하는 원료 가스를 흡착시키는 공정과,

상기 원료 가스가 흡착된 상기 기관의 표면에, 플라즈마에 의해 활성화된 질화 가스를 공급하여 실리콘 질화막을 퇴적시키는 공정을 갖는다.

대표도



(52) CPC특허분류

*H01L 21/02312* (2013.01)

*H01L 21/02532* (2013.01)

*H01L 21/0254* (2013.01)

*H01L 21/0262* (2013.01)

*H01L 21/67017* (2013.01)

*H01L 21/68764* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

기판의 표면 상에 실리콘 질화막을 성막하는 실리콘 질화막의 성막 방법이며,

기판의 표면에 염소 라디칼을 흡착시켜, 염소를 함유하는 가스가 상기 기판의 표면에 컨포멀하게 흡착되는 흡착 저해 영역을 형성하는 공정과,

상기 흡착 저해 영역이 형성된 상기 기판의 표면에 실리콘 및 염소를 함유하는 원료 가스를 흡착시키는 공정과,

상기 원료 가스가 흡착된 상기 기판의 표면에, 플라즈마에 의해 활성화된 질화 가스를 공급하여 실리콘 질화막을 퇴적시키는 공정을 갖는, 실리콘 질화막의 성막 방법.

#### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 흡착 저해 영역을 형성하는 공정은, 상기 원료 가스를 흡착시키는 공정 및 상기 실리콘 질화막을 퇴적시키는 공정보다도 장시간 행해지는, 실리콘 질화막의 성막 방법.

#### 청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 염소 라디칼은 리모트 플라즈마 장치를 사용하여 생성되는, 실리콘 질화막의 성막 방법.

#### 청구항 4

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 활성화된 질화 가스는 유도 결합형 플라즈마에 의해 활성화되는, 실리콘 질화막의 성막 방법.

#### 청구항 5

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 기판에는 요철 패턴이 형성되고, 상기 흡착 저해 영역은, 상기 원료 가스가 상기 요철 패턴의 형상을 따라 컨포멀하게 흡착되도록 형성되는, 실리콘 질화막의 성막 방법.

#### 청구항 6

제5항에 있어서, 상기 요철 패턴은 트렌치 또는 비아를 포함하고, 상기 흡착 저해 영역은, 상기 원료 가스가 상기 트렌치 또는 비아의 깊이 방향에 있어서 컨포멀하게 흡착되도록 형성되는, 실리콘 질화막의 성막 방법.

#### 청구항 7

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 흡착 저해 영역을 형성하는 공정, 상기 원료 가스를 흡착시키는 공정 및 상기 실리콘 질화막을 퇴적시키는 공정을 1사이클로 하고, 해당 1사이클이 복수 사이클 반복되는, 실리콘 질화막의 성막 방법.

#### 청구항 8

제7항에 있어서, 상기 흡착 저해 영역을 형성하는 공정과 상기 원료 가스를 흡착시키는 공정의 사이, 및 상기 원료 가스를 흡착시키는 공정과 상기 실리콘 질화막을 퇴적시키는 공정의 사이에, 상기 기판의 표면에 퍼지 가스를 공급하는 공정을 더 갖는, 실리콘 질화막의 성막 방법.

#### 청구항 9

제8항에 있어서, 1회째의 상기 흡착 저해 영역을 형성하는 공정 전에, 상기 기판의 표면에 플라즈마에 의해 활성화된 질화 가스를 공급하여 상기 기판의 표면을 질화하는 공정을 더 갖는, 실리콘 질화막의 성막 방법.

#### 청구항 10

제8항에 있어서, 상기 기관은, 처리실 내에 설치된 회전 테이블의 표면 상의 둘레 방향을 따라 적재되고,

상기 회전 테이블에 상기 염소 라디칼을 공급 가능한 염소 라디칼 흡착 영역, 상기 회전 테이블에 상기 퍼지 가스를 공급 가능한 제1 퍼지 영역, 상기 회전 테이블에 상기 원료 가스를 공급 가능한 원료 가스 흡착 영역, 상기 회전 테이블에 상기 퍼지 가스를 공급 가능한 제2 퍼지 영역, 상기 회전 테이블에 상기 활성화된 질화 가스를 공급 가능한 질화 영역이 상기 회전 테이블의 상기 둘레 방향을 따라 상기 회전 테이블의 상방에 형성되고,

상기 염소 라디칼 흡착 영역에서 상기 염소 라디칼, 상기 제1 및 제2 퍼지 영역에서 상기 퍼지 가스를 공급하고, 상기 원료 가스 흡착 영역에서 상기 원료 가스, 상기 질화 영역에서 상기 활성화된 질화 가스를 공급하지 않는 상태에서 상기 회전 테이블을 제1 소정 횟수 회전시켜 상기 흡착 저해 영역을 형성하는 공정을 실시하고,

상기 염소 라디칼 흡착 영역에서 상기 염소 라디칼, 상기 제1 및 제2 퍼지 영역에서 상기 퍼지 가스, 상기 원료 가스 흡착 영역에서 상기 원료 가스, 상기 질화 영역에서 상기 활성화된 질화 가스를 공급한 상태에서 상기 회전 테이블을 제2 소정 횟수 회전시켜 상기 원료 가스를 흡착시키는 공정 및 상기 실리콘 질화막을 퇴적시키는 공정을 실시하는, 실리콘 질화막의 성막 방법.

**청구항 11**

제10항에 있어서, 상기 제1 소정 횟수는, 상기 제2 소정 횟수 이상인, 실리콘 질화막의 성막 방법.

**청구항 12**

제10항에 있어서, 상기 제2 처리 횟수는 1회인, 실리콘 질화막의 성막 방법.

**청구항 13**

제10항에 있어서, 상기 흡착 저해 영역의 크기는, 상기 제1 소정 횟수에 의해 조정되는, 실리콘 질화막의 성막 방법.

**청구항 14**

제10항에 있어서, 상기 염소 라디칼 흡착 영역, 상기 제1 퍼지 영역, 상기 원료 가스 흡착 영역, 상기 제2 퍼지 영역 및 상기 질화 영역은 상기 회전 테이블의 회전 방향을 따라 배치되어 있는, 실리콘 질화막의 성막 방법.

**청구항 15**

제10항에 있어서, 상기 염소 라디칼은 샤워 헤드에 의해 공급되는, 실리콘 질화막의 성막 방법.

**청구항 16**

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 질화 가스는 암모니아 함유 가스인, 실리콘 질화막의 성막 방법.

**청구항 17**

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 원료 가스는 디클로로실란인, 실리콘 질화막의 성막 방법.

**청구항 18**

처리실과,

해당 처리실 내에 설치되고, 표면 상에 기관을 적재 가능한 기관 적재 영역을 갖는 회전 테이블과,

해당 회전 테이블 상에 회전 방향을 따라 소정 영역에 형성되고, 상기 회전 테이블 상에 염소 라디칼을 공급 가능한 염소 라디칼 공급 영역과,

상기 회전 테이블 상이며, 해당 염소 라디칼 공급 영역의 상기 회전 방향에 있어서의 하류측에 형성되고, 상기 회전 테이블 상에 실리콘 및 염소를 함유하는 원료 가스를 공급 가능한 원료 가스 공급 영역과,

상기 회전 테이블 상이며, 해당 원료 가스 공급 영역의 상기 회전 방향에 있어서의 하류측에 형성되고, 상기 회전 테이블 상에 활성화된 질화 가스를 공급 가능한 질화 가스 공급 영역과,

상기 염소 라디칼 공급 영역에 있어서 상기 회전 테이블 상에 상기 염소 라디칼을 공급함과 함께, 상기 원료 가스 공급 영역에 있어서의 상기 원료 가스 및 상기 질화 가스 공급 영역에 있어서의 상기 활성화된 질화 가스의 공급을 정지시키고 상기 회전 테이블을 제1 소정 횟수 회전시키는 염소 라디칼 흡착 공정과, 상기 염소 라디칼 공급 영역에 있어서 상기 회전 테이블 상에 상기 염소 라디칼을 공급함과 함께, 상기 원료 가스 공급 영역에 있어서 상기 원료 가스, 및 상기 질화 가스 공급 영역에 있어서 상기 활성화된 질화 가스를 상기 회전 테이블에 공급하여 상기 회전 테이블을 제2 소정 횟수 회전시키는 성막 공정을 교대로 실행하는 제어를 행하는 제어 수단을 갖는, 성막 장치.

**청구항 19**

제18항에 있어서, 상기 염소 라디칼 공급 영역에 상기 염소 라디칼을 공급 가능한 리모트 플라즈마 장치와, 상기 질화 가스 공급 영역에 상기 활성화된 질화 가스를 공급 가능한 유도형 플라즈마 발생 장치를 갖는, 성막 장치.

**청구항 20**

제18항 또는 제19항에 있어서, 상기 제어 수단은, 상기 제1 소정 횟수가 상기 제2 소정 횟수 이상으로 되도록 상기 회전 테이블의 회전을 제어하는, 성막 장치.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 본 발명은 실리콘 질화막의 성막 방법 및 성막 장치에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 종래부터, 표면에 미세 오목부가 형성된 피처리 기관에, 성막하려고 하는 질화막을 구성하는 원소와 염소를 함유하는 성막 원료 가스를 흡착시키는 흡착 공정과, 흡착된 성막 원료 가스를 질화 활성종에 의해 질화시키는 질화 공정을 반복하여 미세 오목부 내에 질화막을 형성하는 질화막의 형성 방법에 있어서, 질화 공정은, 질화 활성종으로서 NH<sup>\*</sup> 활성종 및 N<sup>\*</sup> 활성종을 생성하고, 이들의 농도를 컨트롤함으로써, 미세 오목부 내에서 성막 원료 가스가 흡착되는 영역을 변화시키는 질화막의 형성 방법이 알려져 있다(예를 들어, 특허문헌 1 참조).

[0003] 이러한 질화막의 형성 방법에서는, 성막 단계에 앞서, 질화 공정을 NH<sup>\*</sup> 활성종을 주체로 하여 행하여, 컨포멀한 질화막을 형성하는 초기 성막 단계를 행하고, 그 후, 질화 공정에 있어서, N<sup>\*</sup> 활성종의 농도가 높은 상태에서부터 연속적으로 N<sup>\*</sup> 활성종의 농도를 감소시켜, 미세 오목부의 저부로부터 질화막을 성장시키는 성막 단계를 행한다. 이에 의해, 트렌치 저부로부터 질화막을 보텀 업 성장시키고, 그 후 NH<sup>\*</sup> 활성종이 높은 상태에서 컨포멀한 성장으로 제어하여, 미세 트렌치 내부에 보이드나 심이 형성되지 않고 질화막을 매립할 수 있다.

**선행기술문헌**

**특허문헌**

[0004] (특허문헌 0001) 일본 특허 공개 제2017-92098호 공보

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0005] 그러나, 상술한 특허문헌 1에 기재된 질화막의 형성 방법에서는, 성막의 단계에 따라 NH<sup>\*</sup> 활성종 및 N<sup>\*</sup> 활성종의 농도를 변화시킬 필요가 있기 때문에, 성막 중의 가스의 공급 제어가 어려운 경우가 있다.

[0006] 또한, 특허문헌 1에 기재된 바와 같은 보텀 업 성막 외에, 기관의 표면의 형상을 따른 컨포멀한 질화막만을 형

성하고 싶은 경우도 있으며, 그러한 요청에 대응할 수 있는 질화막의 성막 방법이 기대되고 있다.

[0007] 그래서, 본 발명은, 기관의 표면 형상을 따른 컨포멀한 실리콘 질화막을 형성할 수 있는 실리콘 질화막의 성막 방법 및 성막 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

### 과제의 해결 수단

[0008] 상기 목적을 달성하기 위해, 본 발명의 일 형태에 관한 실리콘 질화막의 성막 방법은, 기관의 표면 상에 실리콘 질화막을 성막하는 실리콘 질화막의 성막 방법이며,

[0009] 기관의 표면에 염소 라디칼을 흡착시켜, 염소를 함유하는 가스가 상기 기관의 표면에 컨포멀하게 흡착되는 흡착 저해 영역을 형성하는 공정과,

[0010] 상기 흡착 저해 영역이 형성된 상기 기관의 표면에 실리콘 및 염소를 함유하는 원료 가스를 흡착시키는 공정과,

[0011] 상기 원료 가스가 흡착된 상기 기관의 표면에, 플라즈마에 의해 활성화된 질화 가스를 공급하여 실리콘 질화막을 퇴적시키는 공정을 갖는다.

### 발명의 효과

[0012] 본 발명에 따르면, 기관의 표면 형상을 따른 컨포멀한 실리콘 질화막을 형성할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0013] 도 1은, 본 발명의 실시 형태에 관한 성막 장치를 도시하는 개략 단면도이다.

도 2는, 본 발명의 실시 형태에 관한 성막 장치의 진공 용기 내의 구성을 도시하는 개략 사시도이다.

도 3은, 본 발명의 실시 형태에 관한 성막 장치의 진공 용기 내의 구성을 도시하는 개략 평면도이다.

도 4는, 본 발명의 실시 형태에 관한 성막 장치의 회전 테이블의 동심원을 따른 진공 용기의 개략 단면도이다.

도 5는, 본 발명의 실시 형태에 관한 성막 장치의 다른 개략 단면도이다.

도 6은, 본 발명의 실시 형태에 관한 성막 장치에 설치되는 플라즈마 발생원을 도시하는 개략 단면도이다.

도 7은, 본 발명의 실시 형태에 관한 성막 장치에 설치되는 플라즈마 발생기를 도시하는 다른 개략 단면도이다.

도 8은, 본 발명의 실시 형태에 관한 성막 장치에 설치되는 플라즈마 발생기를 도시하는 개략 상면도이다.

도 9는, 본 발명의 실시 형태에 관한 성막 장치의 일례를 도시하는 개략 평면도이다.

도 10은, 본 발명의 실시 형태에 관한 성막 장치에 있어서의 제3 처리 영역(P3)을 설명하기 위한 일부 단면도이다.

도 11은, 샤워 헤드부의 하면의 일례를 도시한 평면도이다.

도 12는, 본 발명의 실시 형태에 관한 성막 방법의 일례의 일련의 공정을 도시한 도면이다.

도 13은, 본 발명의 실시 형태에 관한 실리콘 질화막의 성막 방법의 시퀀스의 일례를 도시한 도면이다.

도 14는, 실시예 1 내지 3에 관한 실리콘 질화막의 성막 방법의 시퀀스를 설명하기 위한 도면이다.

도 15는, 실시예 1 내지 3에 관한 실리콘 질화막의 성막 방법의 실시 결과를 설명하기 위한 도면이다.

도 16은, 실시예 1 내지 3에 관한 실리콘 질화막의 성막 방법의 실시 결과를 도시한 SEM 화상이다.

도 17은, 본 실시 형태에 관한 실리콘 질화막의 성막 방법과 종래의 실리콘 질화막의 성막 방법에 의해 얻어진 실리콘 질화막의 막질의 비교 결과를 도시한 도면이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014] 이하, 도면을 참조하여, 본 발명을 실시하기 위한 형태의 설명을 행한다.

[0015] [성막 장치]

[0016] 우선, 본 발명의 실시 형태에 관한 성막 장치에 대하여 설명한다. 도 1부터 도 3까지를 참조하면, 본 실시 형

태에 관한 성막 장치는, 거의 원형의 평면 형상을 갖는 편평한 진공 용기(1)와, 진공 용기(1) 내에 설치되고, 진공 용기(1)의 중심에 회전 중심을 갖는 회전 테이블(2)을 구비하고 있다. 진공 용기(1)는, 내부에 수용한 웨이퍼의 표면 상에 성막 처리를 행하기 위한 처리실이다. 진공 용기(1)는, 바닥이 있는 원통 형상을 갖는 용기 본체(12)와, 용기 본체(12)의 상면에 대하여, 예를 들어 0링 등의 시일 부재(13)(도 1)를 통하여 기밀하게 착탈 가능하게 배치되는 천장판(11)을 갖고 있다.

[0017] 회전 테이블(2)은, 중심부에서 원통 형상의 코어부(21)에 고정되고, 이 코어부(21)는, 연직 방향으로 신장되는 회전축(22)의 상단에 고정되어 있다. 회전축(22)은 진공 용기(1)의 저부(14)를 관통하고, 하단이 회전축(22)(도 1)을 연직축 주위로 회전시키는 구동부(23)에 설치되어 있다. 회전축(22) 및 구동부(23)는, 상면이 개구된 통형의 케이스체(20) 내에 수납되어 있다. 케이스체(20)는 그 상면에 설치된 플랜지 부분이 진공 용기(1)의 저부(14)의 하면에 기밀하게 설치되어 있고, 케이스체(20)의 내부 분위기와 외부 분위기의 기밀 상태가 유지되어 있다.

[0018] 회전 테이블(2)의 표면부에는, 도 2 및 도 3에 도시하는 바와 같이 회전 방향(둘레 방향)을 따라 복수(도시의 예에서는 5매)의 기관인 반도체 웨이퍼(이하 「웨이퍼」라고 함)(W)를 적재하기 위한 원 형상의 오목부(24)가 설치되어 있다. 또한, 도 3에는 편의상 하나의 오목부(24)에만 웨이퍼(W)를 도시한다. 이 오목부(24)는, 웨이퍼(W)의 직경보다 약간 예를 들어 4mm 큰 내경과, 웨이퍼(W)의 두께와 거의 동등한 깊이를 갖고 있다. 따라서, 웨이퍼(W)가 오목부(24)에 수용되면, 웨이퍼(W)의 표면과 회전 테이블(2)의 표면(웨이퍼(W)가 적재되지 않는 영역)이 동일한 높이로 된다. 오목부(24)의 저면에는, 웨이퍼(W)의 이면을 지지하여 웨이퍼(W)를 승상시키기 위한 예를 들어 3개의 승강 핀이 관통하는 관통 구멍(모두 도시하지 않음)이 형성되어 있다.

[0019] 도 2 및 도 3은, 진공 용기(1) 내의 구조를 설명하기 위한 도면이며, 설명의 편의상, 천장판(11)의 도시를 생략하고 있다. 도 2 및 도 3에 도시하는 바와 같이, 회전 테이블(2)의 상방에는, 각각 예를 들어 석영으로 이루어지는 반응 가스 노즐(31), 반응 가스 노즐(32), 반응 가스 노즐(33) 및 분리 가스 노즐(41, 42)이 진공 용기(1)의 둘레 방향(회전 테이블(2)의 회전 방향(도 3의 화살표(A)))으로 서로 간격을 두고 배치되어 있다. 도시의 예에서는, 후술하는 반송구(15)로부터 시계 방향(회전 테이블(2)의 회전 방향)으로, 분리 가스 노즐(41), 반응 가스 노즐(31), 분리 가스 노즐(42), 반응 가스 노즐(32) 및 반응 가스 노즐(33)이 이 순서대로 배열되어 있다. 이들 노즐(31, 32, 33, 41, 42)은, 각 노즐(31, 32, 33, 41, 42)의 기단부인 가스 도입 포트(31a, 32a, 33a, 41a, 42a)(도 3)를 용기 본체(12)의 외주벽에 고정함으로써, 진공 용기(1)의 외주벽으로부터 진공 용기(1) 내로 도입되고, 용기 본체(12)의 반경 방향을 따라 회전 테이블(2)에 대하여 수평으로 신장하도록 설치되어 있다.

[0020] 본 실시 형태에 있어서는, 도 3에 도시되는 바와 같이, 반응 가스 노즐(31)은, 배관(110) 및 유량 제어기(120) 등을 통하여, 원료 가스의 공급원(130)에 접속되어 있다. 반응 가스 노즐(32)은, 배관(111) 및 유량 제어기(121) 등을 통하여, 질화 가스의 공급원(131)에 접속되어 있다. 또한, 반응 가스 노즐(33)은, 배관(112) 및 유량 제어기(122) 등을 통하여, 염소 가스( $Cl_2$ )의 공급원(132)에 접속되어 있다. 분리 가스 노즐(41, 42)은, 모두 도시하지 않은 배관 및 유량 제어 밸브 등을 통하여, 분리 가스의 공급원(도시하지 않음)에 접속되어 있다. 분리 가스로서는, 헬륨(He)이나 아르곤(Ar) 등의 희가스나 질소( $N_2$ ) 가스 등의 불활성 가스를 사용할 수 있다. 본 실시 형태에서는, Ar 가스를 사용하는 예를 들어 설명한다.

[0021] 반응 가스 노즐(31, 32, 33)에는, 회전 테이블(2)을 향하여 개구되는 복수의 가스 토출 구멍(35)이, 반응 가스 노즐(31, 32, 33)의 길이 방향을 따라, 예를 들어 10mm의 간격으로 배열되어 있다. 반응 가스 노즐(31)의 하방 영역은, 원료 가스를 웨이퍼(W)에 흡착시키기 위한 제1 처리 영역(P1)으로 된다. 반응 가스 노즐(32)의 하방 영역은, 제1 처리 영역(P1)에 있어서 웨이퍼(W)에 흡착된 원료 가스를 질화하는 질화 가스를 공급하고, 질화물의 분자층을 생성하는 제2 처리 영역(P2)으로 된다. 또한, 질화물의 분자층이, 성막되는 질화막을 구성한다. 단, 제2 처리 영역(P2)에 있어서의 질화 가스의 공급은, 웨이퍼(W)가 회전 테이블(2) 상에 적재되고, 웨이퍼(W)에 원료 가스가 아직 공급되지 않은 초기 단계에서도 행해지며, 이 경우에는, 웨이퍼(W)의 표면을 질화하게 된다. 반응 가스 노즐(33)의 하방 영역은, 제2 처리 영역(P2)에 있어서 생성된 반응 생성물(질화막) 또는 질화된 웨이퍼(W)에 염소 가스 라디칼을 공급하고, 웨이퍼(W)의 표면에 흡착 저해 영역을 형성하는 제3 처리 영역(P3)으로 된다. 여기서, 제1 처리 영역(P1)은, 원료 가스를 공급하는 영역이므로, 원료 가스 공급 영역(P1)이라고 칭해도 되는 것으로 한다. 마찬가지로, 제2 처리 영역(P2)은, 원료 가스와 반응하여 질화물을 생성 가능한 질화 가스를 공급하는 영역이므로, 질화 가스 공급 영역(P2)이라고 칭해도 되는 것으로 한다. 또한, 제3 처리 영역(P3)은, 염소 라디칼을 공급하는 영역이므로, 염소 라디칼 공급 영역(P3)이라고 칭해도 되는 것으로 한

다.

- [0022] 또한, 제3 처리 영역(P3)의 주변, 예를 들어 상방 또는 측방에는, 플라즈마 발생기(90)가 설치된다. 또한, 제2 처리 영역(P2)의 상방에는, 플라즈마 발생기(80)가 설치된다. 도 3에 있어서, 플라즈마 발생기(80, 90)는, 파선으로 간략화하여 도시되어 있다. 플라즈마 발생기(90)는, 염소 라디칼을 생성하기 위한 리모트 플라즈마 발생 장치로 구성된다. 한편, 플라즈마 발생기(80)는, 특별히 종류는 불문하지만, 예를 들어 ICP(Inductively Coupled Plasma, 유도 결합형) 플라즈마 발생 장치로 구성되어도 된다. 또한, 플라즈마 발생기(80, 90)의 상세에 대해서는 후술한다.
- [0023] 또한, 원료 가스로서는, 실리콘 및 염소를 함유하는 가스가 선택된다. 예를 들어, 질화실리콘(SiN)막을 성막하는 경우에는, 디클로로실란(DCS, SiH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>) 등의 실리콘 및 염소를 함유하는 가스가 선택된다. 또한, 원료 가스는, 실리콘 및 염소를 함유하는 가스라면, 여러 가지 가스가 사용되어도 된다. 예를 들어, 디클로로실란 외에, 용도에 따라, 모노클로로실란(SiH<sub>3</sub>Cl), 트리클로로실란(SiHCl<sub>3</sub>), 헥사 클로로디실란(Si<sub>2</sub>Cl<sub>6</sub>) 등의 클로로실란계 가스를 사용해도 된다. DCS는, 그러한 실리콘 및 염소를 함유하는 가스의 일례로서 예시되어 있다.
- [0024] 또한, 질화 가스로서는, 일반적으로는 암모니아(NH<sub>3</sub>) 함유 가스가 선택된다. 그 밖에, 질화 가스를 플라즈마에 의해 활성화하여 공급하는 경우에는, 질소(N<sub>2</sub>) 함유 가스가 선택되는 경우도 있다. 또한, 질화 가스는, 암모니아 외에, Ar 등의 캐리어 가스를 포함해도 된다.
- [0025] 제3 반응 노즐(33)로부터 공급되는 염소 라디칼은, 제1 반응 가스 노즐(31)로부터 공급되는 원료 가스가 웨이퍼(W)에 흡착되는 것을 저해하는 흡착 저해 영역을 웨이퍼의 표면 상에 형성하는 역할을 갖는다. 본 실시 형태에 관한 성막 장치 및 성막 방법에 있어서는, 흡착 저해 영역을 넓은 영역에 형성하고, 원료 가스가 웨이퍼(W)의 표면에 컨포멀하고, 균일하게 흡착되도록 제어한다. 또한, 본 실시 형태에 관한 성막 방법의 상세에 대해서는 후술한다. 또한, 도 2 및 도 3에 있어서는, 수평으로 연장되는 노즐이 제3 반응 노즐(33)로서 도시되어 있지만, 제3 반응 노즐(33)은 샤워 헤드로서 구성되어도 된다. 도 2 및 도 3에 있어서는, 제3 반응 노즐(33)이 수평으로 연장되는 노즐로서 구성된 예에 대하여 설명하고, 샤워 헤드로서 구성된 경우에 대해서는 후술한다.
- [0026] 도 2 및 도 3을 참조하면, 진공 용기(1) 내에는 2개의 블록 형상부(4)가 설치되어 있다. 블록 형상부(4)는, 분리 가스 노즐(41, 42)과 함께 분리 영역(D)을 구성하기 위해, 후술하는 바와 같이, 회전 테이블(2)을 향하여 돌출되도록 천장판(11)의 이면에 설치되어 있다. 또한, 블록 형상부(4)는, 정상부가 원호형으로 절단된 부채형의 평면 형상을 가지며, 본 실시 형태에 있어서는, 내측 원호가 돌출부(5)(후술)에 연결되고, 외측 원호가, 진공 용기(1)의 용기 본체(12)의 내주면을 따르도록 배치되어 있다.
- [0027] 도 4는, 반응 가스 노즐(31)로부터 반응 가스 노즐(32)까지 회전 테이블(2)의 동심원을 따른 진공 용기(1)의 단면을 도시하고 있다. 도시한 바와 같이, 천장판(11)의 이면에 블록 형상부(4)가 설치되어 있기 때문에, 진공 용기(1) 내에는, 블록 형상부(4)의 하면인 평탄하고 낮은 천장면(44)(제1 천장면)과, 이 천장면(44)의 둘레 방향 양측에 위치하는, 천장면(44)보다 높은 천장면(45)(제2 천장면)이 존재한다. 천장면(44)은, 정상부가 원호형으로 절단된 부채형의 평면 형상을 갖고 있다. 또한, 도시한 바와 같이, 블록 형상부(4)에는 둘레 방향 중앙에 있어서, 반경 방향으로 신장하도록 형성된 홈부(43)가 형성되고, 분리 가스 노즐(42)이 홈부(43) 내에 수용되어 있다. 또 하나의 블록 형상부(4)에도 마찬가지로 홈부(43)가 형성되고, 여기에 분리 가스 노즐(41)이 수용되어 있다. 또한, 높은 천장면(45)의 하방의 공간에 반응 가스 노즐(31, 32)이 각각 설치되어 있다. 이들 반응 가스 노즐(31, 32)은, 천장면(45)으로부터 이격하여 웨이퍼(W)의 근방에 설치되어 있다. 또한, 도 4에 도시하는 바와 같이, 높은 천장면(45)의 하방의 우측 공간(481)에 반응 가스 노즐(31)이 설치되고, 높은 천장면(45)의 하방의 좌측 공간(482)에 반응 가스 노즐(32)이 설치된다.
- [0028] 또한, 블록 형상부(4)의 홈부(43)에 수용되는 분리 가스 노즐(41, 42)에는, 회전 테이블(2)을 향하여 개구되는 복수의 가스 토출 구멍(42h)(도 4 참조)이, 분리 가스 노즐(41, 42)의 길이 방향을 따라, 예를 들어 10mm의 간격으로 배열되어 있다.
- [0029] 천장면(44)은, 좁은 공간인 분리 공간(H)을 회전 테이블(2)에 대하여 형성하고 있다. 분리 가스 노즐(42)의 토출 구멍(42h)으로부터 Ar 가스가 공급되면, 이 Ar 가스는, 분리 공간(H)을 통하여 공간(481) 및 공간(482)을 향하여 흐른다. 이때, 분리 공간(H)의 용적은 공간(481 및 482)의 용적보다 작기 때문에, Ar 가스에 의해 분리 공간(H)의 압력을 공간(481 및 482)의 압력에 비하여 높게 할 수 있다. 즉, 공간(481 및 482)의 사이에 압력이 높은 분리 공간(H)이 형성된다. 또한, 분리 공간(H)으로부터 공간(481 및 482)으로 흘러나오는 Ar 가스가, 제1

영역(P1)으로부터의 제1 반응 gas와, 제2 영역(P2)으로부터의 제2 반응 gas에 대한 카운터 플로우로서 작용한다. 따라서, 제1 영역(P1)으로부터의 제1 반응 gas와, 제2 영역(P2)으로부터의 제2 반응 gas가 분리 공간(H)에 의해 분리된다. 따라서, 진공 용기(1) 내에 있어서 제1 반응 gas와 제2 반응 gas가 혼합하여 반응하는 것이 억제된다.

- [0030] 또한, 회전 테이블(2)의 상면에 대한 천장면(44)의 높이 h1은, 성막 시의 진공 용기(1) 내의 압력, 회전 테이블(2)의 회전 속도, 공급하는 분리 가스(Ar 가스)의 공급량 등을 고려하여, 분리 공간(H)의 압력을 공간(481 및 482)의 압력에 비하여 높게 하기에 적합한 높이로 설정하는 것이 바람직하다.
- [0031] 한편, 천장판(11)의 하면에는, 회전 테이블(2)을 고정하는 코어부(21)의 외주를 둘러싸는 돌출부(5)(도 2 및 도 3)가 설치되어 있다. 이 돌출부(5)는, 본 실시 형태에 있어서는, 블록 형상부(4)에 있어서의 회전 중심축의 부위와 연속되어 있고, 그 하면이 천장면(44)과 동일한 높이로 형성되어 있다.
- [0032] 먼저 참조한 도 1은, 도 3의 I-I'선을 따른 단면도이며, 천장면(45)이 설치되어 있는 영역을 도시하고 있다. 한편, 도 5는, 천장면(44)이 설치되어 있는 영역을 도시하는 단면도이다. 도 5에 도시하는 바와 같이, 부채형의 블록 형상부(4)의 주연부(진공 용기(1)의 외측 예지축의 부위)에는, 회전 테이블(2)의 외측 단부면에 대향하도록 L자형으로 굴곡되는 굴곡부(46)가 형성되어 있다. 이 굴곡부(46)는, 블록 형상부(4)와 마찬가지로, 분리 영역(D)의 양측으로부터 반응 gas가 침입하는 것을 억제하여, 양쪽 반응 gas의 혼합을 억제한다. 부채형의 블록 형상부(4)는 천장판(11)에 설치되고, 천장판(11)이 용기 본체(12)로부터 떼어낼 수 있도록 되어 있다는 점에서, 굴곡부(46)의 외주면과 용기 본체(12)의 사이에는 약간 간극이 있다. 굴곡부(46)의 내주면과 회전 테이블(2)의 외측 단부면의 간극, 및 굴곡부(46)의 외주면과 용기 본체(12)의 간극은, 예를 들어 회전 테이블(2)의 상면에 대한 천장면(44)의 높이와 마찬가지로 치수로 설정되어 있다.
- [0033] 용기 본체(12)의 내주벽은, 분리 영역(D)에 있어서는 도 4에 도시하는 바와 같이 굴곡부(46)의 외주면과 접근하여 수직면에 형성되어 있지만, 분리 영역(D) 이외의 부위에 있어서는, 도 1에 도시하는 바와 같이 예를 들어 회전 테이블(2)의 외측 단부면과 대향하는 부위로부터 저부(14)에 걸쳐 외측으로 오목해져 있다. 이하, 설명의 편의상, 대략 직사각형의 단면 형상을 갖는 오목한 부분을 배기 영역이라고 기재한다. 구체적으로는, 제1 처리 영역(P1)에 연통되는 배기 영역을 제1 배기 영역(E1)이라고 기재하고, 제2 및 제3 처리 영역(P2, P3)에 연통되는 영역을 제2 배기 영역(E2)이라고 기재한다. 이들 제1 배기 영역(E1) 및 제2 배기 영역(E2)의 저부에는, 도 1 내지 도 3에 도시하는 바와 같이, 각각, 제1 배기구(610) 및 제2 배기구(620)가 형성되어 있다. 제1 배기구(610) 및 제2 배기구(620)는, 도 1에 도시하는 바와 같이 각각 배기관(630)을 통하여 진공 배기 수단인 예를 들어 진공 펌프(640)에 접속되어 있다. 또한, 진공 펌프(640)와 배기관(630)의 사이에, 압력 제어기(650)가 설치된다.
- [0034] 또한, 도 2 및 도 3에 도시되는 바와 같이, 제2 처리 영역(P2)과 제3 처리 영역(P3)의 사이에 분리 영역(H)은 설정되어 있지 않지만, 도 3에 있어서는, 플라즈마 발생기(80, 90)로서 도시된 영역에, 회전 테이블(2) 상의 공간을 구획하는 하우징이 설치된다. 이에 의해, 제2 처리 영역(P2)과 제3 처리 영역(P3)의 공간은 구획된다. 또한, 이 점의 상세는 후술한다.
- [0035] 회전 테이블(2)과 진공 용기(1)의 저부(14)의 사이의 공간에는, 도 1 및 도 5에 도시하는 바와 같이 가열 수단인 히터 유닛(7)이 설치되고, 회전 테이블(2)을 통하여 회전 테이블(2) 상의 웨이퍼(W)가, 프로세스 레시피에서 결정된 온도(예를 들어 400℃)로 가열된다. 회전 테이블(2)의 주연 부근의 하방측에는, 회전 테이블(2)의 상방 공간으로부터 배기 영역(E1, E2)에 이르기까지의 분위기와 히터 유닛(7)이 놓여져 있는 분위기를 구획하여 회전 테이블(2)의 하방 영역에 대한 gas의 침입을 억제하기 위해, 링형의 커버 부재(71)가 설치되어 있다(도 5). 이 커버 부재(71)는, 회전 테이블(2)의 외측 예지부 및 외측 예지부보다 외주측을 하방측으로부터 면하도록 설치된 내측 부재(71a)와, 이 내측 부재(71a)와 진공 용기(1)의 내벽면의 사이에 설치된 외측 부재(71b)를 구비하고 있다. 외측 부재(71b)는, 분리 영역(D)에 있어서 블록 형상부(4)의 외측 예지부에 형성된 굴곡부(46)의 하방에서, 굴곡부(46)와 근접하여 설치되고, 내측 부재(71a)는, 회전 테이블(2)의 외측 예지부 하방(및 외측 예지부보다 약간 외측의 부분의 하방)에 있어서, 히터 유닛(7)을 전체 둘레에 걸쳐 둘러싸고 있다.
- [0036] 히터 유닛(7)이 배치되어 있는 공간보다 회전 중심 근처의 부위에 있어서의 저부(14)는, 회전 테이블(2)의 하면의 중심부 부근에 있어서의 코어부(21)에 접근하도록 상방측으로 돌출되어 돌출부(12a)를 이루고 있다. 이 돌출부(12a)와 코어부(21)의 사이는 좁은 공간으로 되어 있고, 또한 저부(14)를 관통하는 회전축(22)의 관통 구멍의 내주면과 회전축(22)의 간극이 좁게 되어 있으며, 이들 좁은 공간은 케이스체(20)에 연통되어 있다. 그리고, 케이스체(20)에는 퍼지 가스인 Ar 가스를 좁은 공간 내에 공급하여 퍼지하기 위한 퍼지 가스 공급관

(72)이 설치되어 있다. 또한, 진공 용기(1)의 저부(14)에는, 히터 유닛(7)의 하방에 있어서 둘레 방향으로 소정의 각도 간격으로, 히터 유닛(7)의 배치 공간을 퍼지하기 위한 복수의 퍼지 가스 공급관(73)이 설치되어 있다(도 5에는 하나의 퍼지 가스 공급관(73)을 도시함). 또한, 히터 유닛(7)과 회전 테이블(2)의 사이에는, 히터 유닛(7)이 설치된 영역에 대한 가스의 침입을 억제하기 위해, 외측 부재(71b)의 내주벽(내측 부재(71a)의 상면)으로부터 돌출부(12a)의 상단부의 사이를 둘레 방향에 걸쳐 덮는 덮개 부재(7a)가 설치되어 있다. 덮개 부재(7a)는 예를 들어 석영으로 제작할 수 있다.

[0037] 또한, 진공 용기(1)의 천장판(11)의 중심부에는 분리 가스 공급관(51)이 접속되어 있어, 천장판(11)과 코어부(21)의 사이의 공간(52)에 분리 가스인 Ar 가스를 공급하도록 구성되어 있다. 이 공간(52)에 공급된 분리 가스는, 돌출부(5)와 회전 테이블(2)의 좁은 간극(50)을 통하여 회전 테이블(2)의 웨이퍼 적재 영역측의 표면을 따라 주연을 향하여 토출된다. 공간(50)은 분리 가스에 의해 공간(481) 및 공간(482)보다 높은 압력으로 유지될 수 있다. 따라서, 공간(50)에 의해, 제1 처리 영역(P1)에 공급되는 원료 가스와 제2 처리 영역(P2)에 공급되는 질화 가스가, 중심 영역(C)을 통과하여 혼합되는 것이 억제된다. 즉, 공간(50)(또는 중심 영역(C))은 분리 공간(H)(또는 분리 영역(D))과 마찬가지로 기능할 수 있다.

[0038] 또한, 진공 용기(1)의 측벽에는, 도 2, 도 3에 도시하는 바와 같이, 외부의 반송 아암(10)과 회전 테이블(2)의 사이에서 기판인 웨이퍼(W)의 전달을 행하기 위한 반송구(15)가 형성되어 있다. 이 반송구(15)는 도시하지 않은 게이트 밸브에 의해 개폐된다. 또한, 회전 테이블(2)에 있어서의 웨이퍼 적재 영역인 오목부(24)는 이 반송구(15)에 대항하는 위치에서 반송 아암(10)과의 사이에서 웨이퍼(W)의 전달이 행해진다는 점에서, 회전 테이블(2)의 하방측에 있어서 전달 위치에 대응하는 부위에, 오목부(24)를 관통하여 웨이퍼(W)를 이면으로부터 들어올리기 위한 전달용 승강 핀 및 그 승강 기구(모두 도시하지 않음)가 설치되어 있다.

[0039] 이어서, 도 6부터 도 8까지를 참조하면서, 플라즈마 발생기(80)에 대하여 설명한다. 도 6은, 회전 테이블(2)의 반경 방향을 따른 플라즈마 발생기(80)의 개략 단면도이고, 도 7은, 회전 테이블(2)의 반경 방향과 직교하는 방향을 따른 플라즈마 발생기(80)의 개략 단면도이고, 도 8은, 플라즈마 발생기(80)의 개략을 도시하는 상면도이다. 도시의 편의상, 이들 도면에 있어서 일부의 부재를 간략화하고 있다.

[0040] 도 6을 참조하면, 플라즈마 발생기(80)는, 고주파 투과성 재료로 제작되며, 상면으로부터 오목한 오목부를 갖고, 천장판(11)에 형성된 개구부(11a)에 끼워 넣어지는 프레임 부재(81)와, 프레임 부재(81)의 오목부 내에 수용되고, 상부가 개구된 대략 상자형의 형상을 갖는 패러데이 차폐판(82)과, 패러데이 차폐판(82)의 저면 상에 배치되는 절연판(83)과, 절연판(83)의 상방에 지지되고, 대략 팔각형의 상면 형상을 갖는 코일형의 안테나(85)를 구비한다.

[0041] 천장판(11)의 개구부(11a)는 복수의 단차부를 갖고 있으며, 그 중 하나의 단차부에는 전체 둘레에 걸쳐 홈부가 형성되고, 이 홈부에 예를 들어 O-링 등의 시일 부재(81a)가 끼워 넣어져 있다. 한편, 프레임 부재(81)는, 개구부(11a)의 단차부에 대응하는 복수의 단차부를 갖고 있으며, 프레임 부재(81)를 개구부(11a)에 끼워 넣으면, 복수의 단차부 중 하나의 단차부의 이면이, 개구부(11a)의 홈부에 끼워 넣어진 시일 부재(81a)와 접하고, 이에 의해, 천장판(11)과 프레임 부재(81)의 사이의 기밀성이 유지된다. 또한, 도 6에 도시하는 바와 같이, 천장판(11)의 개구부(11a)에 끼워 넣어지는 프레임 부재(81)의 외주를 따른 압박 부재(81c)가 설치되고, 이에 의해, 프레임 부재(81)가 천장판(11)에 대하여 하방으로 압박된다. 이 때문에, 천장판(11)과 프레임 부재(81)의 사이의 기밀성이 보다 확실하게 유지된다.

[0042] 프레임 부재(81)의 하면은, 진공 용기(1) 내의 회전 테이블(2)에 대항하고 있으며, 그 하면의 외주에는 전체 둘레에 걸쳐 하방으로(회전 테이블(2)을 향하여) 돌기되는 돌기부(81b)가 설치되어 있다. 돌기부(81b)의 하면은 회전 테이블(2)의 표면에 근접해 있고, 돌기부(81b)와, 회전 테이블(2)의 표면과, 프레임 부재(81)의 하면에 의해 회전 테이블(2)의 상방에 공간(이하, 제3 처리 영역(P3))이 구획 형성되어 있다. 또한, 돌기부(81b)의 하면과 회전 테이블(2)의 표면의 간격은, 분리 공간(H)(도 4)에 있어서의 천장면(11)의 회전 테이블(2)의 상면에 대한 높이 h1과 거의 동일해도 된다.

[0043] 또한, 이 제2 처리 영역(P2)에는, 돌기부(81b)를 관통한 반응 가스 노즐(32)이 연장되어 있다. 반응 가스 노즐(32)에는, 본 실시 형태에 있어서는, 도 6에 도시하는 바와 같이, 질화 가스가 충전되는 질화 가스 공급원(131)이, 유량 제어기(121)를 거쳐서 배관(111)에 의해 접속되어 있다. 질화 가스는, 예를 들어 암모니아(NH<sub>3</sub>)를 함유하는 가스여도 되고, 구체적으로는 암모니아(NH<sub>3</sub>)와 아르곤(Ar)의 혼합 가스여도 된다. 유량 제어기(121)에 의해 유량 제어된 질화 가스가, 플라즈마 발생기(80)에서 활성화되어, 소정의 유량으로 제2 처리 영역(P2)에

공급된다. 또한, 암모니아와 아르곤의 혼합 가스가 질화 가스로서 사용되는 경우, 암모니아와 아르곤은 별개로 공급되어도 되지만, 도 6에 있어서는, 설명의 편의상, 혼합 가스의 상태로 반응 가스 노즐(32)에 공급된 상태를 예시하고 있다.

- [0044] 반응 가스 노즐(32)에는, 그 긴 변 방향을 따라 소정의 간격(예를 들어 10mm)으로 복수의 토출 구멍(35)이 형성되어 있고, 토출 구멍(35)으로부터 상술한 염소 가스가 토출된다. 토출 구멍(35)은, 도 7에 도시하는 바와 같이, 회전 테이블(2)에 대하여 수직인 방향으로부터 회전 테이블(2)의 회전 방향의 상류측을 향하여 경사져 있다. 이 때문에, 반응 가스 노즐(32)로부터 공급되는 가스는, 회전 테이블(2)의 회전 방향과 역방향으로, 구체적으로는 돌기부(81b)의 하면과 회전 테이블(2)의 표면의 사이의 간극을 향하여 토출된다. 이에 의해, 회전 테이블(2)의 회전 방향을 따라 플라즈마 발생기(80)보다 상류측에 위치하는 천장면(45)의 하방의 공간으로부터 반응 가스나 분리 가스가, 제2 처리 영역(P2) 내로 유입되는 것이 억제된다. 또한, 상술한 바와 같이, 프레임 부재(81)의 하면의 외주를 따라 형성되는 돌기부(81b)가 회전 테이블(2)의 표면에 근접해 있기 때문에, 반응 가스 노즐(32)로부터의 가스에 의해 제2 처리 영역(P2) 내의 압력을 용이하게 높게 유지할 수 있다. 이에 의해서도, 반응 가스나 분리 가스가 제2 처리 영역(P2) 내로 유입되는 것이 억제된다.
- [0045] 이와 같이, 프레임 부재(81)는, 제2 처리 영역(P2)을 주위로부터 분리하기 위한 역할을 담당하고 있다. 따라서, 본 발명의 실시 형태에 관한 성막 장치는, 플라즈마 발생기(80)와 함께, 제2 처리 영역(P2)을 구획하기 위해, 프레임 부재(81)를 구비하고 있는 것으로 한다.
- [0046] 패러데이 차폐판(82)은, 금속 등의 도전성 재료로 제작되고, 도시는 생략하지만 접지되어 있다. 도 8에 명확하게 도시되는 바와 같이, 패러데이 차폐판(82)의 저부에는, 복수의 슬릿(82s)이 형성되어 있다. 각 슬릿(82s)은, 대략 팔각형의 평면 형상을 갖는 안테나(85)의 대응하는 변과 거의 직교하도록 연장되어 있다.
- [0047] 또한, 패러데이 차폐판(82)은, 도 7 및 도 8에 도시하는 바와 같이, 상단의 2개소에 있어서 외측으로 절곡되는 지지부(82a)를 갖고 있다. 지지부(82a)가 프레임 부재(81)의 상면에 지지됨으로써, 프레임 부재(81) 내의 소정의 위치에 패러데이 차폐판(82)이 지지된다.
- [0048] 절연판(83)은, 예를 들어 석영 유리에 의해 제작되며, 패러데이 차폐판(82)의 저면보다 약간 작은 크기를 갖고, 패러데이 차폐판(82)의 저면에 적재된다. 절연판(83)은, 패러데이 차폐판(82)과 안테나(85)를 절연하는 한편, 안테나(85)로부터 방사되는 고주파를 하방으로 투과시킨다.
- [0049] 안테나(85)는, 평면 형상이 대략 팔각형으로 되도록 구리제의 중공관(파이프)을 예를 들어 3중으로 권회함으로써 형성된다. 파이프 내에 냉각수를 순환시킬 수 있고, 이에 의해, 안테나(85)에 공급되는 고주파에 의해 안테나(85)가 고온으로 가열되는 것이 방지된다. 또한, 안테나(85)에는 수직부(85a)가 설치되어 있고, 수직부(85a)에 지지부(85b)가 설치되어 있다. 지지부(85b)에 의해, 안테나(85)가 패러데이 차폐판(82) 내의 소정의 위치에 유지된다. 또한, 지지부(85b)에는, 매칭 박스(86)를 통하여 고주파 전원(87)이 접속되어 있다. 고주파 전원(87)은, 예를 들어 13.56MHz의 주파수를 갖는 고주파를 발생시킬 수 있다.
- [0050] 이러한 구성을 갖는 플라즈마 발생기(80)에 따르면, 매칭 박스(86)를 통하여 고주파 전원(87)으로부터 안테나(85)로 고주파 전력을 공급하면, 안테나(85)에 의해 전자계가 발생한다. 이 전자계 중 전계 성분은, 패러데이 차폐판(82)에 의해 차폐되기 때문에, 하방으로 전파될 수는 없다. 한편, 자계 성분은 패러데이 차폐판(82)의 복수의 슬릿(82s)을 통하여 제3 처리 영역(P3) 내로 전파된다. 이 자계 성분에 의해, 반응 가스 노즐(33)로부터 소정의 유량비로 제2 처리 영역(P2)으로 공급되는 질화 가스가 활성화된다.
- [0051] 이어서, 본 실시 형태에 관한 성막 장치의 플라즈마 발생기(90)에 대하여 설명한다.
- [0052] 도 9는, 플라즈마 발생기(80, 90)를 탑재한 본 발명의 실시 형태에 관한 성막 장치의 상면도이다. 플라즈마 발생기(90)는, 리모트 플라즈마 발생 장치로서 구성되어 있다.
- [0053] 도 6 내지 8에서 설명한 안테나(85)를 사용한 유도형 플라즈마 발생 장치(ICP, Inductively Coupled Plasma)(80)는, 높은 플라즈마 강도로 플라즈마를 발생시키는 데에 유효하며, 이온화된 질화 가스, 라디칼화된 질화 가스의 양쪽을 발생시켜도 되는 경우에는, 유효하게 기능한다. 그러나, 염소 이온은 불필요하고, 염소 라디칼만이 필요한 경우에는, 리모트 플라즈마 발생 장치 쪽이 적합하다. 즉, 리모트 플라즈마 발생 장치는, 진공 용기(1)의 외부에서 플라즈마에 의한 염소의 활성화를 행하기 때문에, 수명이 짧은 이온화된 염소는 진공 용기(1) 내 또는 웨이퍼(W)에 도달하기 전에 사멸되고, 수명이 긴 라디칼화된 염소만이 웨이퍼(W)에 공급된다. 이에 의해, 진공 용기(1) 내에서 직접적으로 플라즈마를 발생시키는 ICP 플라즈마 발생 장치보다 약하게 활성화된 염소 라디칼이 대부분을 차지하는 활성화된 염소 가스를 웨이퍼(W)에 공급할 수 있다. 본 실시 형태에 관한

플라스마 발생기(90)에는, 이온화된 염소를 거의 웨이퍼(W)에 공급하지 않고, 염소 라디칼을 공급하는 것이 가능한 플라스마 발생 장치를 사용한다. 리모트 플라스마 발생 장치는, 그러한 플라스마 발생 장치의 일례이다. 단, 플라스마 발생기(90)는, 리모트 플라스마 발생 장치에 한정되는 것은 아니며, 염소 이온을 그다지 발생시키지 않고 염소 라디칼을 주로 발생시킬 수 있다면, 여러 가지 플라스마 발생 장치를 사용할 수 있다.

- [0054] 도 10은, 플라스마 발생기(90)를 포함하는 본 실시 형태에 관한 성막 장치의 단면도이다.
- [0055] 도 10에 도시되는 바와 같이, 플라스마 발생기(90)는, 제3 처리 영역(P3)에 있어서, 회전 테이블(2)에 대하여 설치된다. 플라스마 발생기(90)는, 플라스마 생성부(91)와, 가스 공급관(92)과, 샤워 헤드부(93)와, 배관(94)을 구비하고 있다. 또한, 샤워 헤드부(93)는 염소 가스 토출부의 일례이며, 예를 들어 샤워 헤드부(93) 대신에 가스 노즐이 사용되어도 된다.
- [0056] 플라스마 생성부(91)는, 가스 공급관(92)으로부터 공급된 염소 가스를 플라스마원에 의해 활성화한다. 플라스마원으로서, 염소 가스를 라디칼화하는 것이 가능하다면, 특별히 한정되는 것은 아니다. 플라스마원으로서, 예를 들어 유도 결합형 플라스마(ICP: Inductively Coupled Plasma), 용량 결합형 플라스마(CCP: Capacitively Coupled Plasma), 표면파 플라스마(SWP: Surface Wave Plasma)를 사용할 수 있다.
- [0057] 가스 공급관(92)은, 그 일단이 플라스마 생성부(91)와 접속되어 있고, 플라스마 생성부(91)에 염소 가스를 공급한다. 가스 공급관(92)의 타단은, 예를 들어 개폐 밸브 및 유량 조절기를 통하여 염소 가스가 저류된 염소 가스 공급원(132)과 접속되어 있다.
- [0058] 샤워 헤드부(93)는, 배관(94)을 통하여 플라스마 생성부(91)와 접속되어 있고, 플라스마 생성부(91)에서 활성화된 불소 함유 가스를 진공 용기(1) 내에 공급하는 부분이다. 샤워 헤드부(93)는, 부채형의 평면 형상을 가지며, 부채형의 평면 형상의 외측 에지를 따르도록 형성된 압박 부재(95)에 의해 하방측을 향하여 돌레 방향에 걸쳐 압박된다. 또한, 압박 부재(95)가 도시하지 않은 볼트 등에 의해 천장판(11)에 고정됨으로써, 진공 용기(1)의 내부 분위기가 기밀 상태로 된다. 천장판(11)에 고정되었을 때의 샤워 헤드부(93)의 하면과 회전 테이블(2)의 상면의 간격은, 예를 들어 0.5mm 내지 5mm 정도로 할 수 있다.
- [0059] 샤워 헤드부(93)에는, 회전 테이블(2)의 각속도의 차이에 대응하여 회전 중심측에서 적고, 외주측에서 많아지도록 복수의 가스 토출 구멍(93a)이 형성되어 있다. 복수의 가스 토출 구멍(93a)의 개수로서는, 예를 들어 수십 내지 수백개로 할 수 있다. 또한, 복수의 가스 토출 구멍(93a)의 직경으로서, 예를 들어 0.5mm 내지 3mm 정도로 할 수 있다. 샤워 헤드부(93)에 공급된 활성화된 염소 가스는, 가스 토출 구멍(93a)을 통하여 회전 테이블(2)과 샤워 헤드부(93)의 사이의 공간에 공급된다.
- [0060] 도 11은, 샤워 헤드부(93)의 하면의 일례를 도시한 평면도이다. 도 11에 도시되는 바와 같이, 하방 돌출면(93c)은, 부채형의 샤워 헤드부(93)의 하면(93b)의 외주를 따르도록, 띠형으로 설치되어도 된다. 이에 의해, 돌레 방향으로 균일하게 제3 처리 영역(P3)의 외주측의 압력의 저하를 방지할 수 있다. 또한, 가스 토출 구멍(93a)은, 샤워 헤드부(93)의 하면(93b)의 돌레 방향의 중앙에, 반경 방향으로 연장되도록 형성되어도 된다. 이에 의해, 회전 테이블(2)의 중심측으로부터 외주측으로 분산시켜 염소 가스를 공급할 수 있다.
- [0061] 이와 같이, 리모트 플라스마 발생 장치로서 구성된 플라스마 발생기(90)를 사용하여 염소 라디칼을 웨이퍼(W)에 공급해도 된다.
- [0062] 또한, 리모트 플라스마 발생 장치는, 도 9 내지 도 11에 도시한 바와 같은 샤워 헤드부(93)를 갖는 구조에 한하지 않고, 도 2, 3에 도시한 반응 가스 노즐(33)을 사용한 구조여도 된다. 이 경우에는, 예를 들어 플라스마 생성부(91)를, 용기 본체(12)의 외측의 측면에 설치하고, 외측면측으로부터 반응 가스 노즐(33)에 염소 라디칼을 공급하는 구조로 해도 된다.
- [0063] 또한, 본 실시 형태에 따른 성막 장치에는, 도 1에 도시하는 바와 같이, 장치 전체의 동작의 컨트롤을 행하기 위한 컴퓨터로 이루어지는 제어부(100)가 설치되어 있고, 이 제어부(100)의 메모리 내에는, 제어부(100)의 제어 하에, 후술하는 성막 방법을 성막 장치에 실시시키는 프로그램이 저장되어 있다. 이 프로그램은 후술하는 성막 방법을 실행하도록 스텝군이 짜여져 있으며, 하드 디스크, 콤팩트 디스크, 광자기 디스크, 메모리 카드, 플래시블 디스크 등의 매체(102)에 기억되어 있고, 소정의 판독 장치에 의해 기억부(101)에 읽혀서, 제어부(100) 내에 인스톨된다.
- [0064] 또한, 제어부(100)는, 후술하는 본 발명의 실시 형태에 관한 성막 방법을 실행하기 위한 제어도 행한다.

- [0065] [실리콘 질화막의 성막 방법]
- [0066] 이어서, 도 12를 사용하여, 본 발명의 실시 형태에 관한 실리콘 질화막의 성막 방법에 대하여 상세한 성막 장치를 사용하여 행하는 경우를 예로 들어 설명한다. 도 12는, 본 발명의 실시 형태에 관한 성막 방법의 일례의 일련의 공정을 도시한 도면이다.
- [0067] 도 12의 (a)는, 본 실시 형태에 관한 실리콘 질화막의 성막 방법의 플라즈마 개질 공정의 일례를 도시한 도면이다.
- [0068] 본 실시 형태에서는, 웨이퍼(W)로서 실리콘 웨이퍼를 사용하기로 하고, 그 실리콘 웨이퍼의 표면에는, 도 12의 (a)에 도시하는 바와 같이, 트렌치(T)가 형성되어 있다. 웨이퍼(W)의 표면에 트렌치(T)가 형성되어 있는 것은, 본 실시 형태에 관한 실리콘 질화막의 성막 방법에 있어서 필수적이지는 않지만, 설명을 용이하게 하기 위해, 웨이퍼(W)의 표면에 트렌치(T)가 형성되어 있는 예를 들어 설명한다. 단, 본 실시 형태에 관한 실리콘 질화막의 성막 방법은, 평탄면도 포함하여, 여러 가지 패턴이 형성되어 있는 웨이퍼(W)에 적용할 수 있다.
- [0069] 또한, 반응 가스 노즐(31)로부터 디클로로실란(DCS,  $\text{SiH}_2\text{Cl}_2$ )과 캐리어 가스인 질소 가스가 공급되고, 반응 가스 노즐(32)로부터 질화 가스로서 암모니아( $\text{NH}_3$ )와 아르곤의 혼합 가스가 공급되고, 샤워 헤드부(93)로부터 염소 함유 가스로서 염소와 아르곤의 혼합 가스가 공급되는 예를 들어 설명한다. 단, 디클로로실란의 캐리어 가스인 질소 가스, 질화 가스 및 염소 가스와 함께 공급되는 아르곤 가스는, 모두 불활성 기체로 반응에 기여하고 있는 것은 아니므로, 이후의 설명에서는, 특별히 언급하지 않기로 한다. 또한, 질화 가스는, 플라즈마 발생기(80)에서 생성되는 ICP 플라즈마에 의해 활성화(플라즈마화)되고, 염소 함유 가스는 플라즈마 발생기(90)에서 생성되는 리모트 플라즈마에 의해 라디칼화되어 공급되고 있는 것으로 한다.
- [0070] 우선, 도 1 내지 도 11에 있어서 설명한 성막 장치에 있어서, 도시하지 않은 게이트 밸브를 개방하고, 외부로부터 반송 아암(10)(도 3)에 의해 반송구(15)(도 2 및 도 3)를 통하여 웨이퍼(W)를 회전 테이블(2)의 오목부(24) 내에 전달한다. 이 전달은, 오목부(24)가 반송구(15)에 면하는 위치에 정지하였을 때 오목부(24)의 저면의 관통 구멍을 통하여 진공 용기(1)의 저부측으로부터 도시하지 않은 승강 핀이 승강함으로써 행해진다. 이러한 웨이퍼(W)의 전달을, 회전 테이블(2)을 간헐적으로 회전시켜 행하고, 회전 테이블(2)의 5개의 오목부(24) 내에 각각 웨이퍼(W)를 적재한다.
- [0071] 계속해서 게이트 밸브를 폐쇄하고, 진공 펌프(640)에 의해 도달 가능 진공도로까지 진공 용기(1) 내를 배기한 후, 분리 가스 노즐(41, 42)로부터 분리 가스인 Ar 가스를 소정의 유량으로 토출하고, 분리 가스 공급관(51) 및 퍼지 가스 공급관(72, 73)으로부터도 Ar 가스를 소정의 유량으로 토출한다. 이에 수반하여, 압력 제어 수단(650)(도 1)에 의해 진공 용기(1) 내를 미리 설정한 처리 압력으로 제어한다. 이어서, 회전 테이블(2)을 시계 방향으로 예를 들어 10rpm의 회전 속도로 회전시키면서 히터 유닛(7)에 의해 웨이퍼(W)를 예를 들어 400℃로 가열한다. 회전 테이블(2)의 회전 속도는, 용도에 따라 여러 가지 회전 속도로 설정할 수 있다. 또한, 플라즈마 발생기(80, 90)도 작동시킨다.
- [0072] 이후, 반응 가스 노즐(32)(도 2 및 도 3)로부터 활성화된 질화 가스를 공급하고, 웨이퍼(W)의 표면의 플라즈마 개질을 개시한다. 트렌치(T)의 내면도 포함하여, 웨이퍼(W)의 표면은 플라즈마 질화되어, 개질된다. 또한, 최초의 플라즈마 개질 공정은, 웨이퍼(W)의 표면이 충분히 질화될 때까지 회전 테이블(2)을 소정 회전수 회전시키고, 개질된 단계에서 종료하고, 질화 가스의 공급을 일단 정지한다. 회전 테이블(2)은, 웨이퍼(W)를 적재한 상태에서 그대로 회전을 계속한다.
- [0073] 또한, 도 12의 (a)의 플라즈마 개질 공정은 필수가 아니라, 필요에 따라 행하도록 해도 된다. 도 12의 (a)의 플라즈마 개질 공정을 행하지 않는 경우에는, 분리 가스를 공급하여 회전 테이블(2)을 회전시키고 나서, 도 12의 (a)를 행하지 않고 도 12의 (b)를 실시하면 된다. 또한, 도 12의 (a)의 플라즈마 개질 공정을 소정 시간 행하였다면, 반응 가스 노즐(32)로부터의 질화 가스의 공급을 정지시켜, 일단 플라즈마 개질을 정지시키고 나서 도 12의 (b)의 공정에 들어가도록 한다. 즉, 플라즈마 개질 공정을 행하는 경우이든 행하지 않는 경우이든, 도 12의 (b)의 공정에 들어갈 때에는 반응 가스 노즐(32)로부터의 질화 가스의 공급은 정지시키도록 한다.
- [0074] 도 12의 (b)는, 염소 라디칼 흡착 공정의 일례를 도시한 도면이다. 상세한 바와 같이, 염소 라디칼 흡착 공정은, 활성화된 질화 가스의 공급을 정지시킨 상태에서 행한다. 염소 라디칼 흡착 공정에서는, 샤워 헤드부(93)로부터 염소 라디칼이 공급된 상태에서, 회전 테이블(2)을 소정 회전수 회전시켜, 트렌치(T)를 포함하는 웨이퍼(W)의 표면에 염소 라디칼을 흡착시킨다. 염소 라디칼 흡착 공정에 있어서는, 분리 가스 노즐(41, 42)로부터

분리 가스인 아르곤의 공급은 행해지고 있지만, 반응 가스 노즐(31)로부터 원료 가스인 디클로로실란의 공급은 행해지지 않으며, 반응 가스 노즐(32)로부터 질화 가스인 암모니아의 공급도 행해지지 않는 상태가 유지된다.

[0075] 염소 라디칼은, 염소를 함유하는 디클로로실란에 대하여 흡착 저해 효과를 갖기 때문에, 디클로로실란의 흡착을 억제한다. 그리고, 염소 라디칼 흡착 공정에 있어서는, 이러한 흡착 저해 효과를 갖는 염소 라디칼이 트렌치(T)의 저면 부근을 포함하여 전체에 얇게 널리 퍼질 때까지 흡착시켜, 디클로로실란이 웨이퍼(W)의 표면의 형상을 따라 컨포멀하게 흡착되는 흡착 저해 영역을 형성하도록 한다. 즉, 염소 라디칼은 반드시 웨이퍼(W)의 표면에 컨포멀하게 흡착되지 않아도 되지만, 이어서 디클로로실란이 공급되었을 때, 치우친 디클로로실란의 흡착이 억제되고, 웨이퍼(W)의 표면 전체에 컨포멀하게 흡착되도록 흡착 저해 영역을 형성하도록 한다.

[0076] 이러한 흡착 저해 영역의 넓이의 조정은, 염소 라디칼의 공급 시간을 조정함으로써 행한다. 본 실시 형태에 관한 성막 장치의 경우에는, 회전 테이블(2)을 몇 회 회전시키는 동안 염소 라디칼 흡착 공정을 계속해서 행할지를 조정함으로써, 용이하게 염소 라디칼 흡착 공정의 시간을 조절할 수 있다. 즉, 염소 라디칼 흡착 공정을 계속적으로 실시하는 회전 테이블(2)의 회전수를 많이 설정하면, 염소 라디칼은 트렌치(T)의 저면 부근까지 흡착되어 흡착 저해 영역이 광범위하게 형성되고, 회전 테이블(2)의 회전수를 적게 하면 염소 라디칼의 흡착 범위는 좁아진다. 흡착 저해 영역을 광범위하게 형성하면, 디클로로실란은 컨포멀하게 흡착되기 쉬워지지만, 흡착이 저해되어 있으므로, 성막 속도는 저하된다고 하는 마이너스면도 있다. 따라서, 염소 라디칼 흡착 공정의 시간이 적절한 길이로 되도록 조정하는 것이 바람직하다. 회전 테이블(2)의 회전 속도가 10rpm인 경우, 예를 들어 3회 내지 5회전 계속해서 염소 라디칼 흡착 공정을 실시하면, 디클로로실란의 흡착이 컨포멀하게 된다.

[0077] 도 12의 (c)는, 원료 가스 흡착 공정의 일례를 도시한 도면이다. 원료 가스 흡착 공정에 있어서는, 실리콘 및 염소를 함유하는 원료 가스가 웨이퍼(W)의 표면에 공급된다. 즉, 반응 가스 노즐(31)로부터 디클로로실란을 공급한다. 이에 의해, 원료 가스인 디클로로실란이 웨이퍼(W)의 표면에 흡착된다. 이때, 흡착 저해 영역이 비교적 넓은 범위로 형성되어 있기 때문에, 원료 가스인 디클로로실란은, 얇게, 웨이퍼(W)의 표면의 형상을 따라 컨포멀하게 흡착된다. 즉, 트렌치(T)의 내면을 따라 얇게 디클로로실란이 흡착된다.

[0078] 도 12의 (d)는, 질화 공정의 일례를 도시한 도면이다. 질화 공정에 있어서는, 디클로로실란이 흡착된 웨이퍼(W)의 표면에 질화 가스인 암모니아가 공급된다. 즉, 반응 가스 노즐(32)로부터 질화 가스가 공급되고, 플라즈마 발생기(80)에 의해 활성화된 질화 가스가 웨이퍼(W)의 표면에 공급된다. 활성화된 암모니아는, 디클로로실란과 반응하여 반응 생성물인 질화실리콘의 분자층이 웨이퍼(W)의 표면에 퇴적된다. 디클로로실란이 웨이퍼(W)의 표면 형상을 따라 컨포멀하게 흡착되어 있기 때문에, 컨포멀하게 실리콘 질화막의 분자층이 퇴적된다.

[0079] 여기서, 반응 가스 노즐(31)로부터의 원료 가스의 공급과, 반응 가스 노즐(32)로부터의 질화 가스의 공급은, 동시에 개시해도 된다. 도 2, 3, 9에 도시되는 바와 같이, 회전 테이블(2)을 시계 방향으로 회전시키면, 웨이퍼(W)는 염소 라디칼 공급 영역(P3)을 통과한 후에는 원료 가스 공급 영역(P1)에 도달하고, 그 후 질화 가스 공급 영역(P2)에 도달하므로, 동시에 원료 가스와 질화 가스의 공급을 개시해도, 원료 가스 흡착 공정 후에 질화 공정이 실시되게 되기 때문이다.

[0080] 여기서, 질화 공정에서는, 플라즈마에 의해 활성화된 질화 가스가 공급되기 때문에, 실리콘 질화막의 개질도 동시에 행해지고 있지만, 퇴적되는 실리콘 질화막의 분자층이 얇기 때문에, 플라즈마가 트렌치(T)의 안까지 도달하여, 플라즈마 개질을 균일하게 행할 수 있다. 따라서, 개질이 충분히 행해진 양질의 실리콘 질화막을 성막할 수 있다.

[0081] 또한, 도 12의 (c), (d)에 도시하는 원료 가스 흡착 공정 및 질화 공정인 동안, 염소 라디칼의 공급은 정지시키기도 되고, 정지시키지 않아도 되지만, 다음의 염소 라디칼 흡착 공정으로 원활하게 들어간다는 관점에서는, 정지시키지 않는 것이 바람직하다. 도 12의 (b)에 도시한 염소 라디칼 흡착 공정은, 회전 테이블(2)을 복수회 회전시켜 소정 시간 계속적으로 행하는 것인 데 비해, 도 12의 (c), (d)의 원료 가스 흡착 공정 및 질화 공정은, 회전 테이블(2)을 1회전만 시켜 행한다. 즉, 도 2, 3, 9에서 도시한 배치의 경우, 회전 테이블(2) 상의 웨이퍼(W)는, 제3 처리 영역(P3)에서 염소 라디칼을 공급받은 후, 제1 처리 영역(P1)에서 원료 가스를 공급받고, 제2 처리 영역(P2)에서 웨이퍼(W)의 표면에 흡착된 원료 가스가 질화되어 SiN막의 분자층이 웨이퍼(W) 상에 퇴적된 후, 곧 추가로 제3 처리 영역(P3)으로 돌입하여 염소 라디칼이 공급된다. 따라서, 염소 라디칼의 공급을 정지시키지 않고, 도 12의 (b) 내지 (d)의 시퀀스를 연속적으로 행하는 것이 가능하다.

[0082] 또한, 도 12의 (c), (d)의 원료 가스 흡착 공정 및 질화 공정에 있어서, 원료 가스가 질화됨으로써, NH<sub>2</sub> 구조의 수소기에서 중단되고, 원료 가스에 대하여 흡착 사이트가 형성된다. 그 후, 도 12의 (b)의 염소 라디칼 흡착

공정에서 염소 라디칼이 공급되면,  $NH_2$  구조의 H기가 Cl기로 치환된다. 상술한 바와 같이, 원료 가스가 염소를 함유하는 가스이며, 염소끼리는 흡착되지 않기 때문에, 염소에서 중단화된 개소에는 원료 가스가 흡착되지 않는다. 이와 같이 하여, Cl기에서 중단된 개소는 흡착 저해기로서 기능하여, 원료 가스의 흡착을 저해한다. 또한, 염소 라디칼은, 최초의 1회전째에서 웨이퍼(W)의 표면 및 오목부 패턴의 상부에는 용이하게 도달하므로 많이 흡착되지만, 오목부 패턴의 하부 및 저부에는 도달하기 어려우므로, 트렌치(T)의 속까지 염소 라디칼을 도달시키기 위해서는, 추가로 회전 테이블(2)을 회전시킬 필요가 있다. 그를 위해, 본 실시 형태에 관한 실리콘 질화막의 성막 방법에서는, 염소 라디칼과 분리 가스만을 공급하는 시간을 원료 가스 및 활성화된 질화 가스를 공급하는 시간보다 길게 하여, 얇게 트렌치(T)의 형상으로 컨포멀한 실리콘 질화막층을 퇴적시키고 있다. 그리고, 이러한 얇은 컨포멀한 실리콘 질화막을 성막함으로써, 도 12의 (d)의 질화 공정에 있어서, 플라즈마에 의해 활성화된 질화 가스가 트렌치(T)의 저면 부근의 속까지 도달함과 함께, 막 두께가 얇기 때문에 플라즈마 개질의 효과를 높일 수 있어, 양질의 실리콘 질화막을 성막할 수 있다.

[0083] 이와 같이, 도 12의 (b) 내지 (d)의 공정을 반복하여 계속해서 행함으로써, 트렌치(T) 내에 트렌치(T)의 표면 형상으로 컨포멀한 실리콘 질화막이 퇴적되어 간다. 흡착 저해기인 염소 라디칼의 영향으로, 데포지션 레이트는 통상의 성막보다 높지 않지만, 트렌치(T)의 개구를 막지 않고, 플라즈마 개질이 충분히 이루어진 고품질의 실리콘 질화막을 성막할 수 있다.

[0084] 도 12의 (e)는, 플라즈마 개질 공정의 일례를 도시한 도면이다. 도 12의 (e)의 플라즈마 개질 공정에서는, 반응 가스 노즐(32)로부터 플라즈마 발생기(80)에 의해 활성화된 질화 가스를 SiN막에 공급하여, SiN막의 플라즈마 개질을 행한다. 이 공정은, 도 12의 (a)에서 행한 플라즈마 개질 공정과 동일한 동작을 행하지만, 퇴적된 실리콘 질화막의 개질을 목적으로 하고 있다는 점에서, 도 12의 (a)의 플라즈마 개질 공정과 상이하다. 실리콘 질화막의 질화가 불충분한 경우에는, 플라즈마에 의해 활성화된 질화 가스를 공급함으로써, 실리콘 질화막의 질화가 충분히 행해져, 고밀도로 치밀한 고품질의 실리콘 질화막을 성막할 수 있다. 상술한 바와 같이, 플라즈마 개질 공정은, 플라즈마에 의해 활성화된 질화 가스와 분리 가스만을 공급하고, 원료 가스 및 염소 라디칼은 공급하지 않는 상태에서 행한다. 플라즈마 개질 공정에 의해, 트렌치(T)의 내면도 포함하여, 웨이퍼(W)의 표면은 플라즈마 질화되어, 개질되게 된다. 또한, 플라즈마 개질 공정은, 도 12의 (a)의 플라즈마 개질 공정과 마찬가지로, 필요에 따라 행하도록 하면 되며, 필수적이지는 않다. 단, 더 고품질의 실리콘 질화막을 얻기 위해서는, 실시하는 것이 바람직하다.

[0085] 성막이 종료되면, 모든 가스의 공급 및 플라즈마 발생기(80, 90)를 정지시킴과 함께 회전 테이블(2)의 회전을 정지시킨다. 그리고, 웨이퍼(W)의 반입 시와 반대의 수순으로, 회전 테이블(2)을 간헐적으로 회전 및 정지시키고, 승강 핀으로 웨이퍼(W)를 들어올려, 진공 용기(1)로부터 웨이퍼(W)를 순차적으로 반출한다. 웨이퍼(W)의 표면에는, 컨포멀하고 고품질의 실리콘 질화막이 성막되어 있다.

[0086] 이와 같이, 본 실시 형태에 관한 실리콘 질화막의 성막 방법에 따르면, 웨이퍼(W)의 표면 형상을 따른 컨포멀하며 고품질의 실리콘 질화막을 성막할 수 있다. 도 12에 있어서는, 트렌치(T) 내에 실리콘 질화막을 성막하는 예를 들어 설명하였지만, 웨이퍼(W)의 표면의 형상은 불문하며, 평탄면을 포함한 여러 가지 패턴 형상에 대하여, 컨포멀하며 고품질의 성막을 행하는 것이 가능하다. 다양화되는 반도체 제조 프로세스에 있어서, 트렌치나 비아 등의 오목부 패턴에 대한 매립 성막 외에, 평탄면을 포함하는 여러 가지 패턴의 표면 형상을 따른 컨포멀하며 양질의 성막을 행해달라는 요청은 많이 존재하며, 본 실시 형태에 관한 실리콘 질화막의 성막 방법 및 성막 장치는, 그러한 컨포멀한 성막의 요청에 따른 것이며, 다양한 용도로 적용 가능하다.

[0087] 도 13은, 본 발명의 실시 형태에 관한 실리콘 질화막의 성막 방법의 시퀀스의 일례를 도시한 도면이다. 도 13에 있어서, 횡축은 시간축, 종축은 공급하는 가스의 종류와 플라즈마의 온/오프를 나타내고 있다. 도 13에 있어서는, 0 내지 5사이클의 시퀀스가 도시되어 있다.

[0088] 시각 t0 내지 t1은, 도 12의 (a)에 도시한 플라즈마 개질 공정의 시퀀스이다. 플라즈마 개질 공정에 있어서는, 반응 가스 노즐(32)로부터 암모니아( $NH_3$ ) 함유 가스가 공급되고, 플라즈마 발생기(80)가 온으로 되어 있다. 따라서, 시각 t0 내지 t1에서는,  $NH_3$  플라즈마가 공급되고 있다.

[0089] 시각 t1 내지 t6은, 회전 테이블(2)의 1회전째 시퀀스를 나타내고 있다. 회전 테이블(2)의 1회전째에서는, 염소 라디칼 흡착 공정이 행해진다. 염소 라디칼 흡착 공정에서는, 염소 라디칼이 플라즈마 발생기(90)에 의해 공급된다. 따라서, 1사이클째에서는, 염소( $Cl_2$ ) 플라즈마는 온이며, 염소 라디칼이 공급된다. 그 밖에, 퍼지 가스로서 질소( $N_2$ ) 가스 또는 Ar 가스가 공급된다. 도 13에 있어서는, 퍼지 가스로서 질소( $N_2$ ) 가스가 공급되고

있는 예가 도시되어 있으므로, 퍼지 가스로서 질소 가스가 공급되고 있는 예를 들어 설명한다.

- [0090] 시각 t1 내지 t6에 있어서, 트렌치(T) 등의 패턴 형상을 포함하는 웨이퍼(W)의 표면에 염소 라디칼이 흡착된다. 또한, 도 13의 시퀀스에 있어서는, 웨이퍼(W)에 공급되는 가스의 순서로 시퀀스가 도시되어 있다. 즉, 1사이클째의 시각 t1 내지 t6에 있어서, 샤워 헤드부(93)로부터 염소 라디칼, 분리 가스 노즐(41, 42)로부터 질소 가스는 정지하지 않고 공급되고 있지만, 도 13의 시퀀스는, 실제로 웨이퍼(W)의 표면에 가스가 공급된 시계열로 도시되어 있다. 따라서, 웨이퍼(W)에 염소 라디칼이 공급되는 것은, 웨이퍼(W)가 샤워 헤드부(93)의 바로 밑을 통과하는 시각 t1 내지 t2인 동안이며, 웨이퍼(W)에 질소 가스가 공급되는 것은, 웨이퍼(W)가 분리 영역(D)의 바로 밑을 통과하는 시각 t2 내지 t3인 동안과 시각 t4 내지 t5인 동안뿐이다. 즉, 도 13에 도시한 시퀀스는, 회전 테이블식 성막 장치뿐만 아니라, 처리실 내에 웨이퍼(W)를 설치하여 처리실 내에 공급하는 가스를 시계열적으로 전환하여 공급하는 성막 장치에도 적용 가능한 시퀀스로 되어 있다.
- [0091] 시각 t6 내지 t11은 2사이클째, 시각 t11 내지 t16은 3사이클째이지만, 모두 1사이클째와 동일한 시퀀스로 되어 있다. 이와 같이, 염소 라디칼 흡착 공정을 복수 사이클 반복함으로써, 도 12의 (b)에서 설명한 바와 같이, 염소 라디칼이 트렌치(T)의 속까지 도달하여, 원료 가스의 컨포멀한 흡착이 가능한 상태로 된다.
- [0092] 시각 t16 내지 t21은 4사이클째이며, 염소 라디칼 흡착 공정을 1회 실시한 후, 원료 가스 흡착 공정 및 질화 공정을 연속해서 1회 실시하는 시퀀스이다. 시각 t16 내지 t17에서 3사이클째에 이어서 염소 라디칼 흡착 공정이 행해지고, 시각 t17 내지 t18에서 분리 영역(D)을 웨이퍼(W)가 통과한 후, 시각 t18 내지 t19에서 웨이퍼(W)가 제1 처리 영역(P1)을 통과하고, 원료 가스인 DCS(디클로로실란)가 공급되어, 웨이퍼(W)의 표면에 흡착된다. 이때, 웨이퍼(W)의 표면에는 흡착 저해 영역이 형성되어 있기 때문에, DCS는 웨이퍼(W)의 표면 형상으로 컨포멀하게 전체적으로 균일하고 얇게 흡착된다. 시각 t19 내지 t20에서 분리 영역(D)의 바로 밑을 통과한 후, 시각 t20 내지 t21에 있어서 웨이퍼(W)는 제2 처리 영역(P2)의 바로 밑을 통과한다. 제2 처리 영역(P2)에서는, 반응 가스 노즐(32)로부터 암모니아 함유 가스가 공급되고, 플라즈마 발생기(80)에서 이온화 및 라디칼화된 암모니아 플라즈마가 웨이퍼(W)의 표면에 공급된다. 웨이퍼(W)의 표면 상에서 디클로로실란과 암모니아가 반응하여, 반응 생성물인 실리콘 질화막의 분자층이 얇게 퇴적된다. 디클로로실란의 흡착이 컨포멀하므로, 실리콘 질화막의 분자층도 웨이퍼(W)의 표면 형상으로 컨포멀하고 얇게 형성된다. 또한, 디클로로실란의 흡착층이 얇기 때문에, 암모니아 플라즈마의 개질 효과가 충분히 발휘되고, 실리콘 질화막은 고밀도로 치밀한 막으로 된다. 이와 같이 하여, 웨이퍼(W)의 표면 형상으로 컨포멀하며, 또한 고품질의 실리콘 질화막이 웨이퍼(W)의 표면 상에 형성된다.
- [0093] 시각 t21 내지 t26은 5사이클째이며, 1사이클째와 동일한 시퀀스를 반복한다. 이후, 2 내지 4사이클째를 반복함으로써, 염소 라디칼 흡착 공정, 원료 가스 흡착 공정, 질화 공정을 순차적으로 반복하게 되어, 컨포멀하며 고품질의 실리콘 질화막이 웨이퍼(W)의 표면에 퇴적되어 간다. 그리고, 원하는 막 두께에 도달하였다면, 시퀀스를 종료한다. 또한, 필요에 따라, 시각 t0 내지 t1에 나타낸 플라즈마 개질 공정을 실시하여, 한층 더 실리콘 질화막의 품질의 향상을 도모하도록 해도 된다.
- [0094] 이와 같이, 본 실시 형태에 관한 실리콘 질화막의 성막 방법에 따르면, 실리콘 및 염소를 함유하는 원료 가스에 대하여 흡착 저해기로 되는 염소 라디칼을 흡착기 상에 넓게 흡착시켜, 원료 가스의 흡착이 컨포멀하게 되도록 함과 함께 1회의 흡착량을 저하시켜, 플라즈마 개질 효과를 충분히 발휘시키면서 원료 가스를 질화함으로써, 웨이퍼(W)의 표면 형상으로 컨포멀하며 고품질의 실리콘 질화막을 성막할 수 있다.
- [0095] 또한, 도 13에 있어서는, 염소 라디칼 흡착 공정을 4회 실시한 후에 원료 가스 흡착 공정 및 질화 공정을 1회 실시하는 시퀀스를 설명하였지만, 염소 라디칼 흡착 공정과 원료 가스 흡착 공정 및 질화 공정의 횟수비 또는 시간비는, 용도에 따라 여러 가지의 설정으로 할 수 있다.
- [0096] 또한, 원료 가스는, 실리콘 및 염소를 함유하는 가스라면, 여러 가지 가스를 사용할 수 있다. 예를 들어, 디클로로실란 외에, 용도에 따라, 모노클로로실란( $\text{SiH}_3\text{Cl}$ ), 트리클로로실란( $\text{SiHCl}_3$ ), 헥사클로로디실란( $\text{Si}_2\text{Cl}_6$ ) 등의 다양한 클로로실란계 가스를 사용해도 된다는 것은, 상술한 바와 같다. 질화 가스도, 암모니아 또는 질소를 함유하고, 플라즈마에 의한 활성화에 의해 원료 가스를 질화하여 실리콘 질화막을 반응 생성물로서 퇴적할 수 있다면, 여러 가지 질화 가스를 사용할 수 있다. 염소 함유 가스도, 염소 라디칼에 의해 흡착 저해 영역을 웨이퍼(W)의 표면 상에 형성할 수 있다면, 여러 가지 염소 함유 가스를 사용할 수 있다.
- [0097] 또한, 도 12 및 13에서 설명한 시퀀스는, 상술한 성막 장치의 제어부(100)가 가스 공급 시간, 타이밍, 플라즈마 발생기(80, 90)의 동작 등을 제어함으로써 실행할 수 있다. 본 실시 형태에 관한 성막 장치에 따르면, 회전 테

이블(2)을 회전시켜, 가스의 공급 패턴을 변화시킴과 함께, 그 상태에서 회전 테이블(2)을 몇 회 회전시킬지로 가스의 공급 시간 등도 제어할 수 있기 때문에, 도 12, 13의 시퀀스도 용이하게 실현할 수 있음과 함께 각 가스의 흡착량을 용이하게 제어할 수 있기 때문에, 본 실시 형태에 관한 실리콘 질화막의 성막 방법을 적합하게 실시할 수 있다.

[0098] [실시예]

[0099] 이어서, 본 실시 형태에 관한 실리콘 질화막의 성막 방법 및 성막 장치의 실시예에 대하여 설명한다.

[0100] 성막 장치로서는, 상술한 회전 테이블식 성막 장치를 사용하였다. 프로세스 조건으로서, 웨이퍼(W)의 가열 온도가 400℃, 진공 용기(1) 내의 압력이 0.75Torr, 회전 테이블(2)의 회전 속도를 10rpm으로 설정하였다. 분리 가스로서는 질소 가스를 사용하여, 분리 가스 노즐(41, 42)로부터는 1000sccm, 중심부 상방의 분리 가스 공급관(51)으로부터는 1000sccm, 중심부 하방의 퍼지 가스 공급관(72)으로부터는 400sccm, 히터 유닛(7)의 하방의 퍼지 가스 공급관(73)으로부터는 200sccm의 유량으로 공급하였다. 처리 가스로서는, 반응 가스 노즐(31)로부터는, DCS를 1000sccm, 캐리어 가스로서 질소 가스를 500sccm 공급하였다. 또한, 반응 가스 노즐(32)로부터는, 아르곤과 암모니아의 혼합 가스를, 각각 2000sccm(2000/2000sccm)의 유량으로, ICP 플라즈마의 플라즈마 발생기(80)에 의해 활성화하여 공급하였다. 또한, 샤워 헤드부(93)로부터는, 아르곤과 염소의 혼합 가스를 각각 4000sccm, 5sccm의 유량으로 리모트 플라즈마에 의해 라디칼화하여 공급하였다.

[0101] 도 14는, 실시예 1 내지 3에 관한 실리콘 질화막의 성막 방법의 시퀀스를 설명하기 위한 도면이다. 도 14의 (a)는, 실시예 1에 관한 실리콘 질화막의 성막 방법의 시퀀스를 도시한 도면이다. 도 14의 (a)에 도시되는 바와 같이, 실시예 1에 관한 실리콘 질화막의 성막 방법에서는, 1회전째에서 염소 라디칼 흡착 공정, 원료 가스 흡착 공정 및 질화 공정을 전부 행한 상태에서, 2회전째에서 염소 라디칼 흡착 공정만을 행하고, 3회전째에서 1회전째와 동일하게 염소 라디칼 흡착 공정, 원료 가스 흡착 공정 및 질화 공정을 전부 행하고, 4회전째에서 2회전째와 마찬가지로 염소 라디칼 흡착 공정만을 행하고, 5회전째에서 1회전째, 3회전째와 마찬가지로 염소 라디칼 흡착 공정, 원료 가스 흡착 공정 및 질화 공정을 전부 행하는 사이클과, 염소 라디칼 흡착 공정만을 행하는 사이클을 교대로 반복하였다. 다른 표현 방법을 사용하자면, 염소 라디칼 흡착 공정 2회에 대하여, 원료 가스 흡착 공정 및 질화 공정을 1회 행하는 시퀀스이다.

[0102] 도 14의 (b)는, 실시예 2에 관한 실리콘 질화막의 성막 방법의 시퀀스를 도시한 도면이다. 도 14의 (b)에 도시되는 바와 같이, 실시예 2에 관한 실리콘 질화막의 성막 방법에서는, 1회전째에서 염소 라디칼 흡착 공정, 원료 가스 흡착 공정 및 질화 공정을 전부 행한 상태에서, 2 내지 4회전째에서 염소 라디칼 흡착 공정만을 3회전 연속해서 행하고, 5회전째에서 1회전째와 마찬가지로 염소 라디칼 흡착 공정, 원료 가스 흡착 공정 및 질화 공정을 전부 행한다. 5회전째 후에는 2 내지 4회전째와 동일한 시퀀스가 행해지게 된다. 즉, 2회전째를 개시라고 생각하면, 염소 라디칼 흡착 공정만을 연속해서 3사이클 행한 후, 염소 라디칼 흡착 공정, 원료 가스 흡착 공정 및 질화 공정을 전부 행하는 1사이클을 행하는 시퀀스이다. 다른 표현 방법을 사용하자면, 염소 라디칼 흡착 공정 4회에 대하여, 원료 가스 흡착 공정 및 질화 공정을 1회 행하는 시퀀스이다.

[0103] 도 14의 (c)는, 실시예 2에 관한 실리콘 질화막의 성막 방법의 시퀀스를 도시한 도면이다. 도 14의 (c)에 도시되는 바와 같이, 실시예 3에 관한 실리콘 질화막의 성막 방법에서는, 1회전째에서 염소 라디칼 흡착 공정, 원료 가스 흡착 공정 및 질화 공정을 전부 행한 상태에서, 2 내지 6회전째에서 염소 라디칼 흡착 공정만을 5회전 연속해서 행하고, 7회전째에서 1회전째와 마찬가지로 염소 라디칼 흡착 공정, 원료 가스 흡착 공정 및 질화 공정을 전부 행한다. 7회전째 후에는 2 내지 6회전째와 동일한 시퀀스가 행해지게 된다. 즉, 2회전째를 개시라고 생각하면, 염소 라디칼 흡착 공정만을 연속해서 5사이클 행한 후, 염소 라디칼 흡착 공정, 원료 가스 흡착 공정 및 질화 공정을 전부 행하는 1사이클을 행하는 시퀀스이다. 다른 표현 방법을 사용하자면, 염소 라디칼 흡착 공정 6회에 대하여, 원료 가스 흡착 공정 및 질화 공정을 1회 행하는 시퀀스이다.

[0104] 이러한 3가지 시퀀스를 사용하여, 실시예 1 내지 3에 관한 실리콘 질화막의 성막 방법을 실시하였다. 또한, 상술한 시퀀스를 300사이클 실시하였다.

[0105] 도 15는, 실시예 1 내지 3에 관한 실리콘 질화막의 성막 방법의 실시 결과를 설명하기 위한 도면이다. 도 15의 (a)는, 각 트렌치의 위치를 설명하기 위한 도면이다. 도 15의 (a)에 도시되는 바와 같이, 트렌치의 상단의 사이의, 웨이퍼(W)의 평탄면을 이루는 부분을 TOP이라고 하고, 트렌치의 상단의 측면을 TOP-R, 트렌치의 깊이 방향의 한가운데보다 상측 근처의 개소를 TOP-S, 트렌치의 저면 근처의 개소를 BTM이라고 하였다.

- [0106] 도 15의 (b)는, 실시예 1 내지 3에 관한 실리콘 질화막의 성막 방법의 실시 결과를 도시한 도면이다. 도 15의 (b)에 있어서, 횡축은 염소 라디칼만 공급한 사이클수를 나타내고, 사이클수 1회가 실시예 1, 사이클수 3회가 실시예 2, 사이클수 5회가 실시예 3에 상당한다. 또한, 도 15의 (b)에 있어서의 종축은 막 두께(nm)와, 막 두께의 최댓값과 최솟값의 차의 범위(nm)를 나타내고 있다.
- [0107] 도 15의 (b)에 도시되는 바와 같이, 염소 라디칼만 공급한 사이클수가 1회인 실시예 1의 경우에는, BTM의 막 두께가 가장 두껍게 약 23nm이고, TOP-S, TOP-R, TOP와 트렌치 내의 상방으로 이동함에 따라, 막 두께가 감소하고 있음을 알 수 있다. 즉, 실시예 1에 있어서는, 약간 보텀 업적인 성막이 행해짐을 알 수 있다. 막 두께가 최대인 BTM(약 23nm)과 최소인 TOP(약 12nm)의 차도 10nm 정도 있다(우측 Range의 눈금).
- [0108] 한편, 염소 라디칼만 공급한 사이클수가 3회인 실시예 2의 경우에는, BTM의 막 두께가 가장 두껍고, TOP-S, TOP-R, TOP와 트렌치 내의 상방으로 이동함에 따라, 막 두께가 감소하고 있는 경향은 실시예 1과 마찬가지로이지만, 각 위치끼리의 막 두께차가 감소하고 있음을 알 수 있다. 막 두께는, 최대의 BTM에서도 약 15nm이며, 최소의 TOP에서 약 8nm로 되어 있다. 즉, 실시예 2에 있어서는, 상당히 컨포멀한 성막이 행해졌음을 알 수 있다. 막 두께가 최대인 BTM(약 15nm)과 최소인 TOP(약 8nm)의 차도 7nm 정도로 되어, 10nm 정도 있었던 실시예 1보다 막 두께차가 작은 컨포멀한 성막이 이루어졌음을 알 수 있다.
- [0109] 또한, 염소 라디칼만 공급한 사이클수가 5회인 실시예 3의 경우에는, BTM, TOP-S, TOP-R, TOP의 막 두께가 전부 약 10nm로 되어 있어, 막 두께차가 거의 없음을 알 수 있다. 막 두께가 최대인 BTM(약 10.5nm)과 최소인 TOP(약 8.5nm)의 차도 2nm 정도로 되어, 트렌치의 상하에서 막 두께차가 거의 없는 컨포멀한 성막이 이루어졌음을 알 수 있다.
- [0110] 이와 같이, 염소 라디칼 흡착 공정의 시간을 길게 하면 할수록, 컨포멀한 성막이 가능하게 된다. 그러나, 도 15의 (b)에 도시되는 바와 같이, 동일 사이클수(동일 시간)로 성막되는 막 두께도 작아지므로, 생산성은 약간 저하되게 된다. 따라서, 염소 라디칼 흡착 공정의 사이클수 또는 계속 시간은, 컨포멀한 성막을 행할 필요성과 생산성의 사이에서, 용도에 따라 적절하게 밸런스를 고려하여 결정하는 것이 바람직하다.
- [0111] 도 16은, 실시예 1 내지 3에 관한 실리콘 질화막의 성막 방법의 실시 결과를 도시한 SEM 화상이다. 도 16의 (a)는 실시예 1, 도 16의 (b)는 실시예 2, 도 16의 (c)는 실시예 3의 실시 결과를 각각 도시하고 있다.
- [0112] 도 16의 (c)에 도시되는 바와 같이, 염소 라디칼 흡착 공정의 사이클수가 가장 많은 실시예 3의 성막 결과가 가장 트렌치의 형상을 따른 컨포멀한 성막으로 되어 있다.
- [0113] 한편, 도 16의 (b)에 도시되는 바와 같이, 염소 라디칼 흡착 공정의 사이클수가 중간인 실시예 2에 있어서는, 상당히 트렌치의 형상을 따른 컨포멀한 성막으로 되어 있음을 알 수 있다.
- [0114] 도 16의 (a)에 도시되는 바와 같이, 염소 라디칼 흡착 공정의 사이클수가 가장 적은 실시예 1의 성막 결과는, 도 16의 (b), (c)와 비교하면, 컨포멀도는 약간 저하되어 있다. 그러나, 전체로서는 트렌치의 형상을 따르고 있으며, 트렌치의 개구를 막지 않고 성막이 이루어져 있으며, 통상의 성막과 비교하면, 컨포멀한 성막이 이루어져 있다고 할 수 있다.
- [0115] 이와 같이, 본 실시예에 관한 실리콘 질화막의 성막 방법에 따르면, 웨이퍼(W)의 표면 형상을 따른 컨포멀한 실리콘 질화막의 성막이 가능함을 보여준다. 또한, 염소 라디칼 흡착 공정의 사이클수, 계속 시간의 조정에 의해, 컨포멀도를 조절할 수 있어, 용도에 따른 성막을 행하는 것이 가능함을 보여준다.
- [0116] 도 17은, 염소 라디칼 흡착 공정을 갖는 본 실시 형태에 관한 실리콘 질화막의 성막 방법과, 염소 라디칼 흡착 공정을 갖지 않는 종래의 실리콘 질화막의 성막 방법에 의해 얻어진 실리콘 질화막의 막질을 비교한 결과를 도시한 도면이다.
- [0117] 도 17에 있어서, 횡축은, 성막 시의 웨이퍼(W)의 온도, 회전 테이블(2)의 회전 속도, 플라즈마 발생기(90)의 유무 및 염소 라디칼 공급의 유무의 조건을 나타내고 있다. 종축은, 좌측이 실리콘 질화막을 에칭하였을 때의 에칭 레이트(nm/min)를 나타내고, 우측이 막 밀도(g/cm<sup>3</sup>)를 나타내고 있다. 또한, 막대 그래프가 에칭 레이트를 나타내고, 꺾은선 그래프가 막 밀도를 나타낸다. 가장 좌측 막대 그래프는 실리콘 산화막의 에칭 레이트를 나타낸 비교예이며, 좌측으로부터 2번째와 3번째의 막대 그래프가 종래의 성막 방법에 의한 결과를 나타내고, 우측으로부터 1번째와 2번째가 본 실시 형태에 관한 성막 방법의 결과를 나타낸다.
- [0118] 도 17의 횡축에 기재되어 있는 바와 같이, 종래의 성막 방법에서는 염소 라디칼이 공급되지 않으며, 회전 테이블(2)의 회전 속도는 10rpm과 5rpm의 2가지에 대하여 성막을 실시하였다. 또한, 본 실시 형태에 있어서는, 리

모트 플라즈마에 의해 생성된 염소 라디칼을 5sccm의 유량으로 공급하고, 회전 테이블(2)의 회전 속도가 10rpm과 5rpm인 2가지에 대하여 성막을 실시하였다.

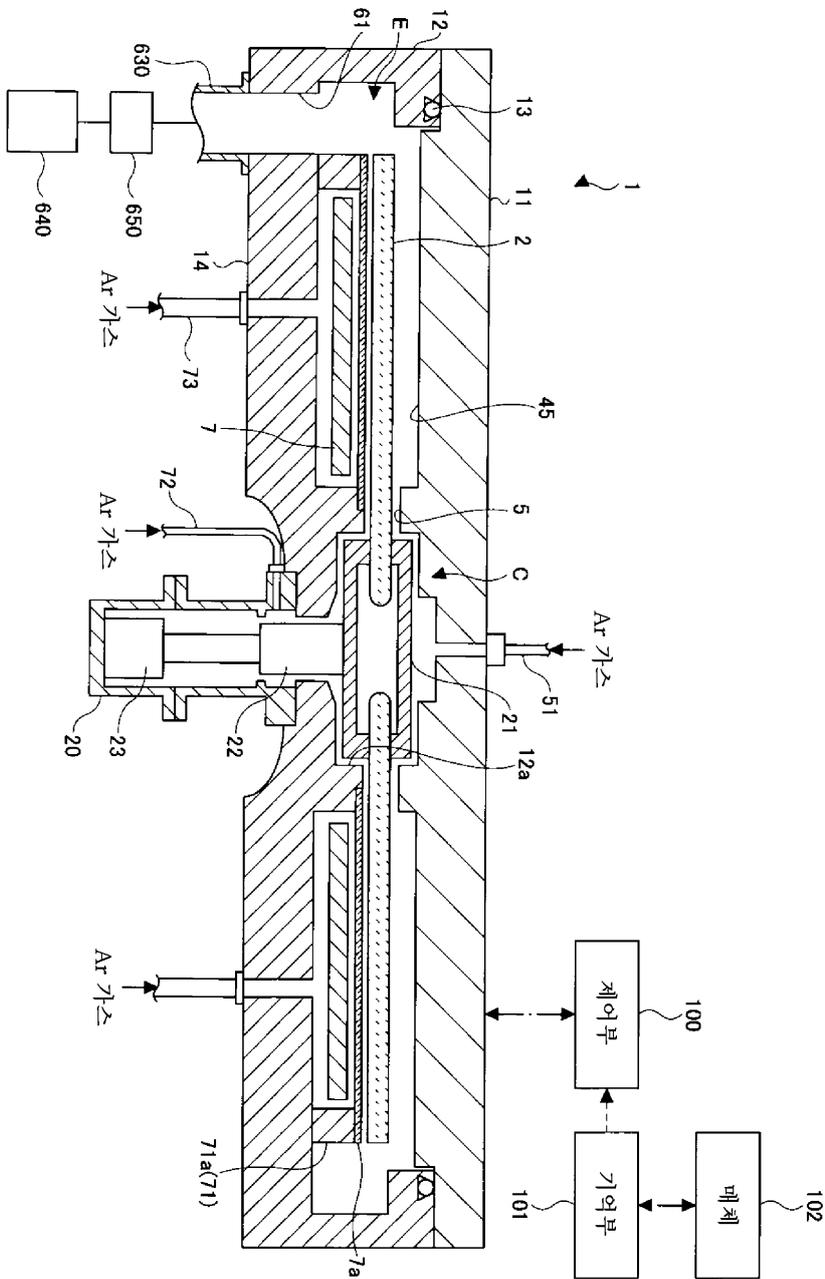
- [0119] 막대 그래프에 나타나는 바와 같이, 에칭 레이트에 대해서는, 회전 속도 10rpm, 5rpm의 양쪽에 있어서, 본 실시 형태에 관한 실리콘 질화막의 성막 방법에 의해 성막된 실리콘 질화막의 에칭 레이트가 명확하게 작아, 에칭되기 어려운 고품질의 성막이 이루어져 있음을 알 수 있다.
- [0120] 또한, 꺾은선 그래프에 나타나는 바와 같이, 막 밀도에 대해서도, 회전 속도 10rpm, 5rpm의 양쪽에 있어서 우측 쪽이 높아져, 본 실시 형태에 관한 성막 방법에 의해 성막된 실리콘 질화막의 밀도 쪽이, 종래의 성막 방법에 의해 성막된 실리콘 질화막보다 밀도가 높음을 알 수 있다. 즉, 고밀도로 치밀한 성막이 이루어져 있으며, 종래보다 고품질의 실리콘 질화막이 얻어지고 있음을 보여준다.
- [0121] 이와 같이, 도 17로부터, 본 실시 형태에 관한 실리콘 질화막의 성막 방법 및 성막 장치에 따르면, 에칭되기 어렵고, 치밀하고 고품질의 실리콘 질화막을 성막하는 것이 가능함을 보여준다.
- [0122] 또한, 본 실시 형태 및 본 실시예에 있어서, 염소 라디칼 흡착 공정이 복수 사이클에 대하여 원료 가스 흡착 공정 및 질화 공정이 1사이클인 예를 들어 설명하였지만, 염소 라디칼 흡착 공정의 사이클수가 원료 가스 흡착 공정 및 질화 공정의 사이클수를 상회하고 있다면, 생산성을 고려하여, 원료 가스 흡착 공정 및 질화 공정을 복수 사이클로 하는 것도 가능하다. 단, 컨포멀도를 중시하는 경우에는, 염소 라디칼 흡착 공정 복수회에 대하여, 원료 가스 흡착 공정 및 질화 공정은 1회인 것이 바람직하다.
- [0123] 이상, 본 발명의 바람직한 실시 형태 및 실시예에 대하여 상세하게 설명하였지만, 본 발명은 상술한 실시 형태 및 실시예에 제한되지 않고, 본 발명의 범위를 이탈하지 않고, 상술한 실시 형태 및 실시예에 다양한 변형 및 치환을 가할 수 있다.

**부호의 설명**

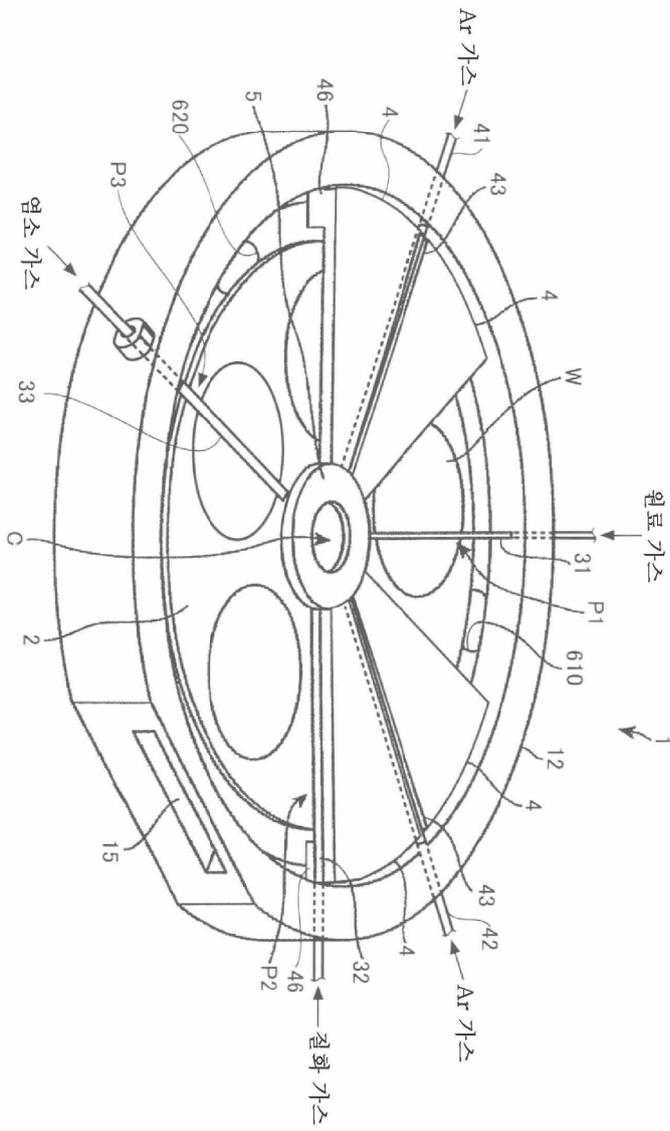
- [0124] 1: 진공 용기
- 2: 회전 테이블
- 4: 볼록 형상부
- 5: 돌출부
- 7: 히터 유닛
- 11: 천장판
- 12: 용기 본체
- 15: 반송구
- 24: 오목부
- 31 내지 33: 반응 가스 노즐
- 41, 42: 분리 가스 노즐
- 80, 90: 플라즈마 발생기
- 91: 플라즈마 생성부
- 93: 샤워 헤드부
- 130 내지 132: 가스 공급원
- P1 내지 P3: 처리 영역
- W: 웨이퍼

도면

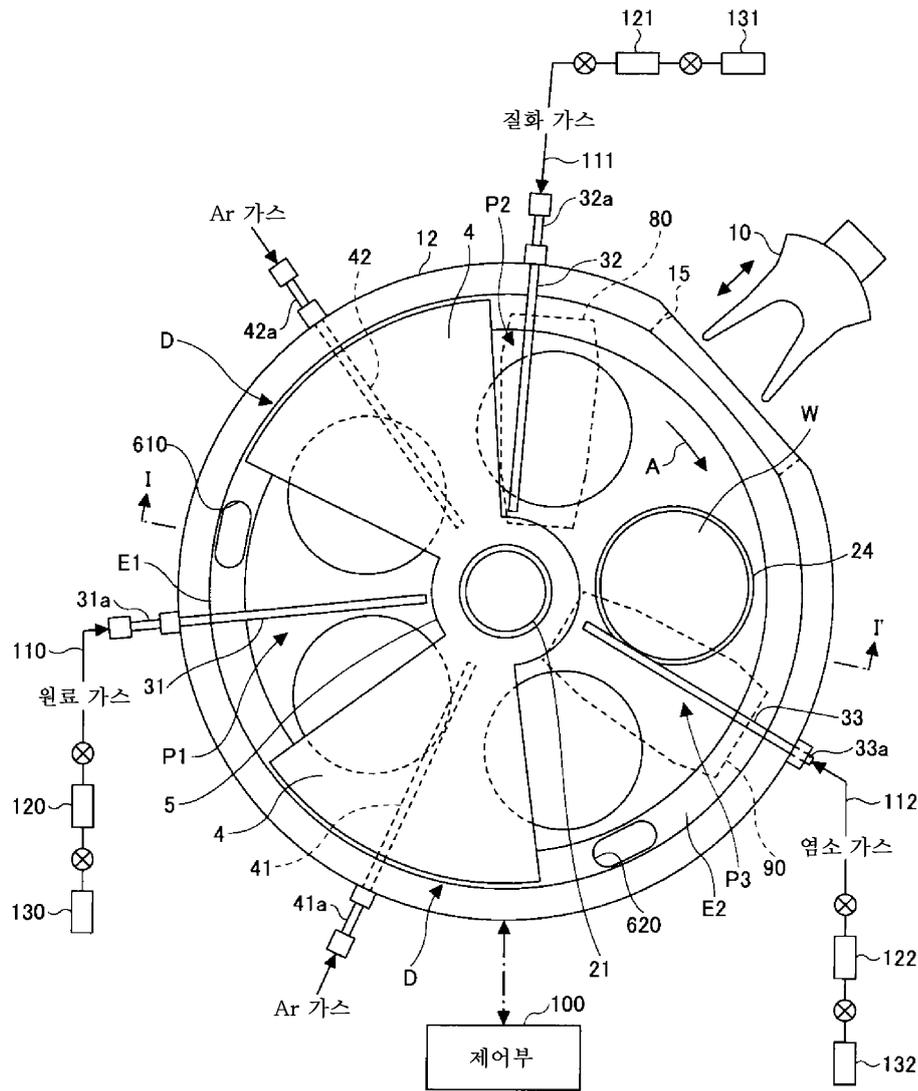
도면1



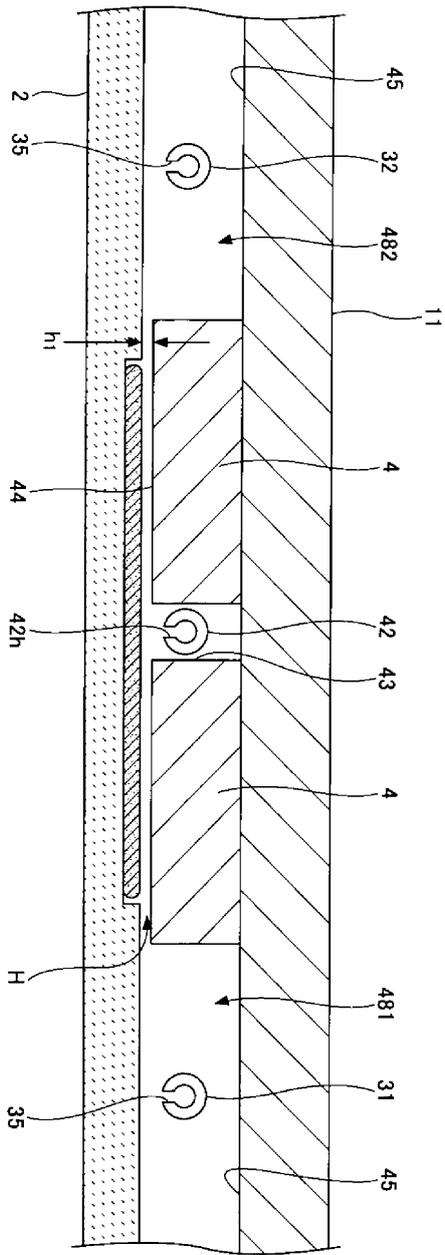
도면2



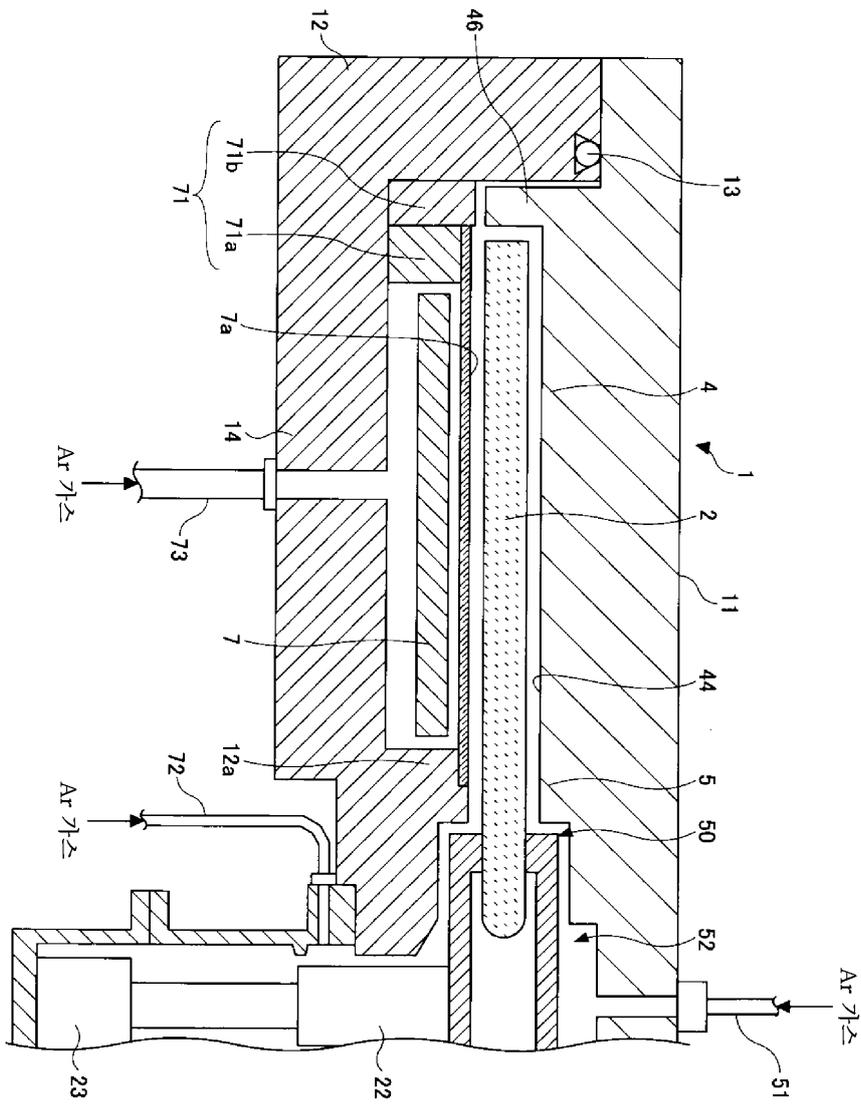
도면3



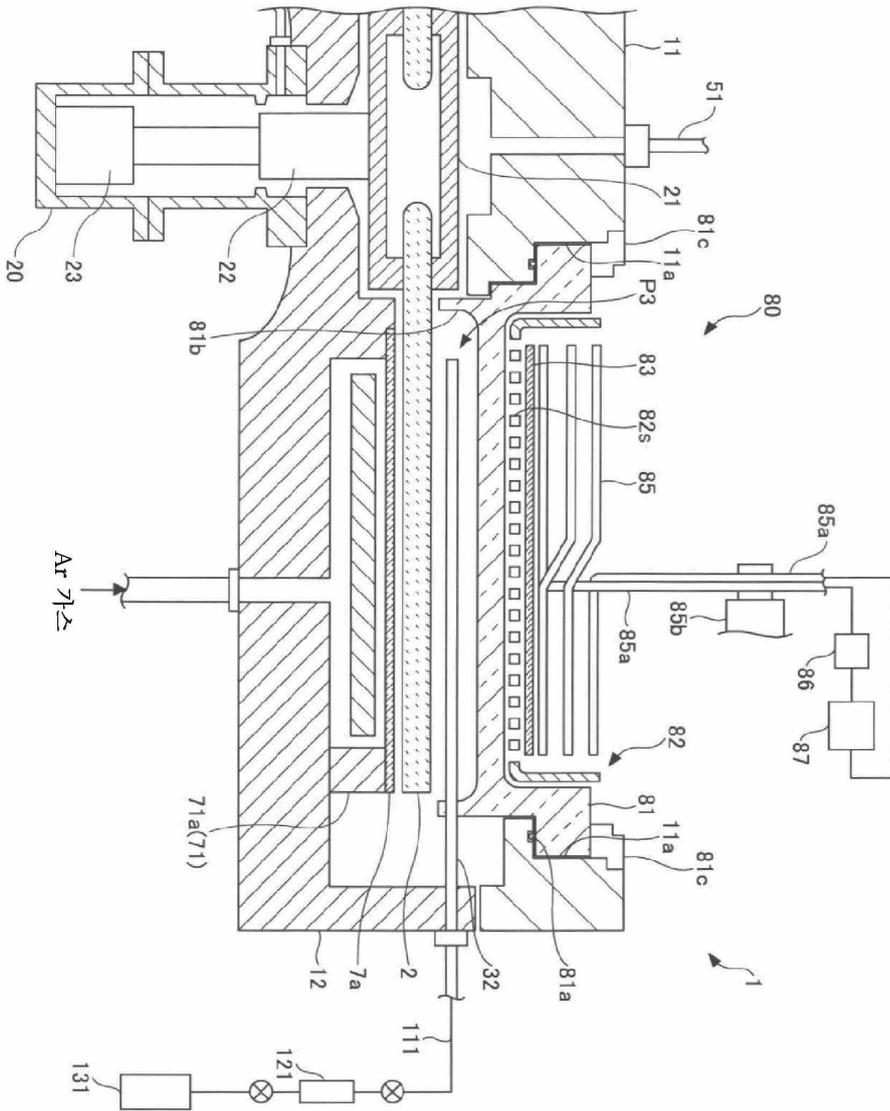
도면4



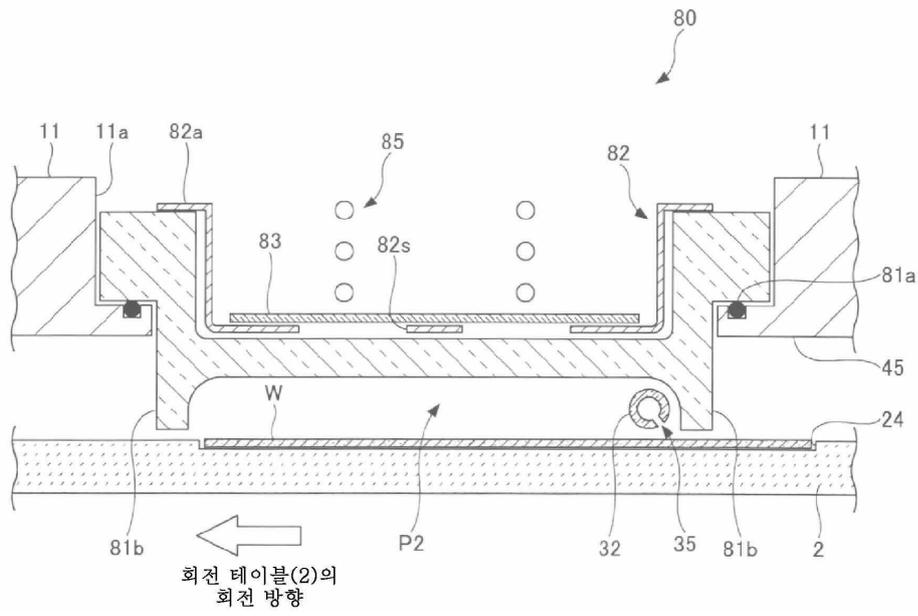
도면5



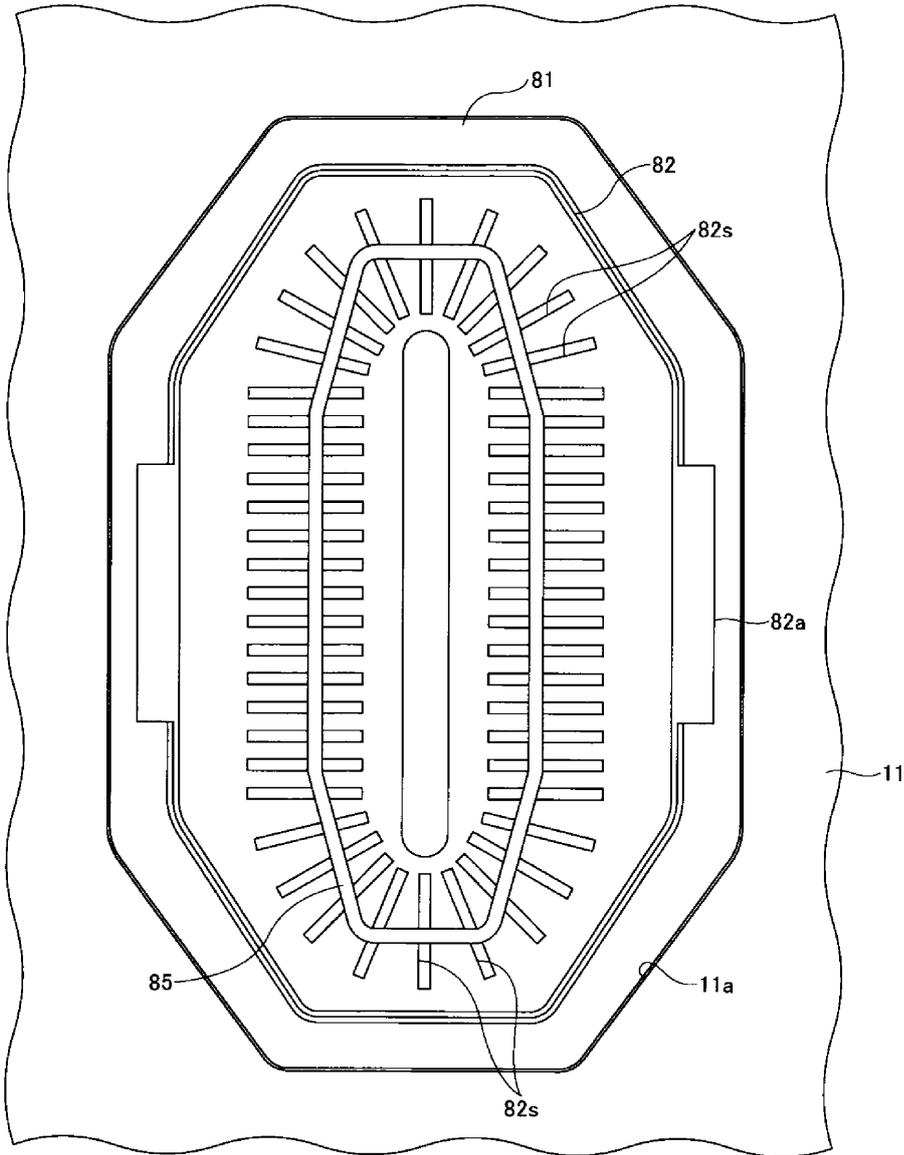
도면6



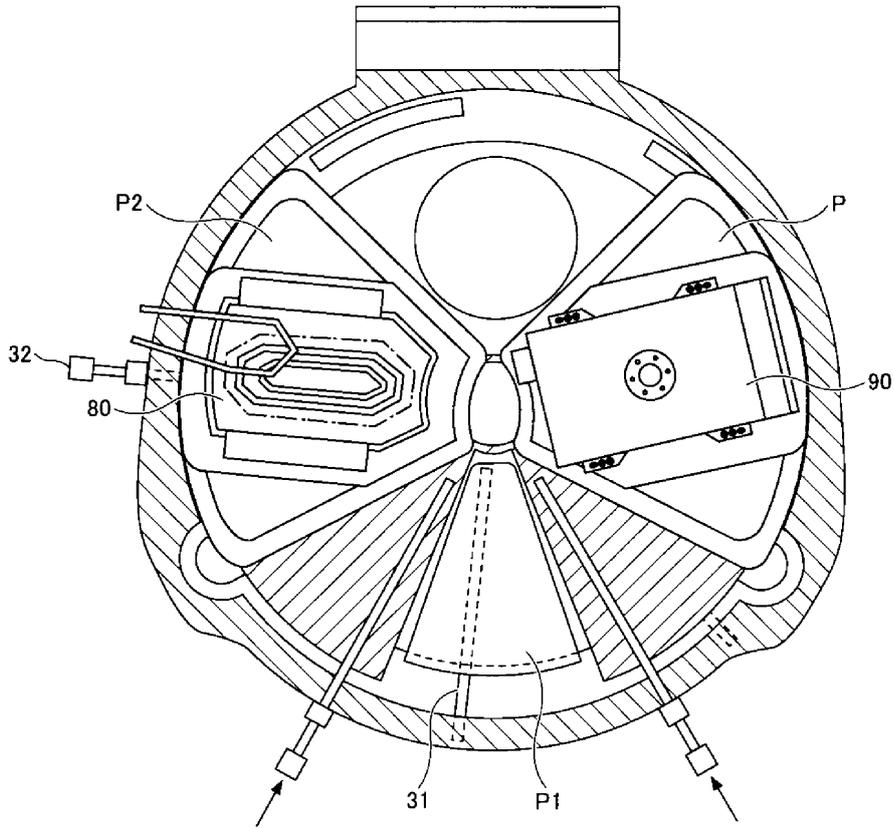
도면7



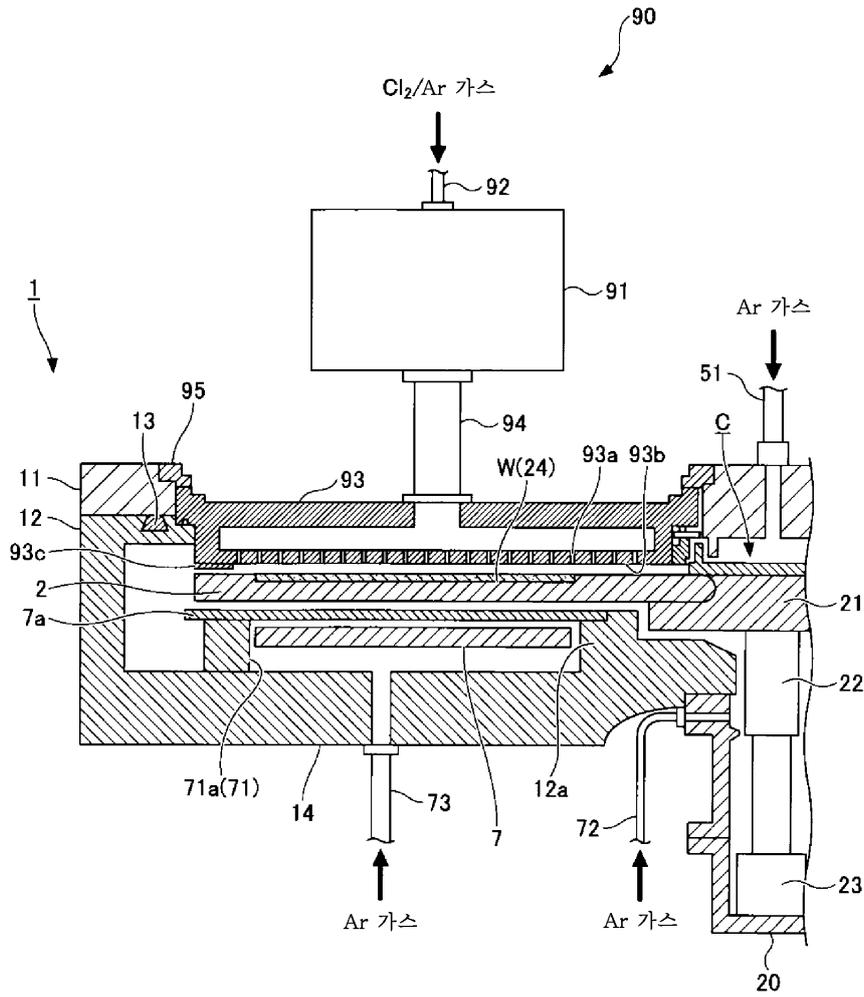
도면8



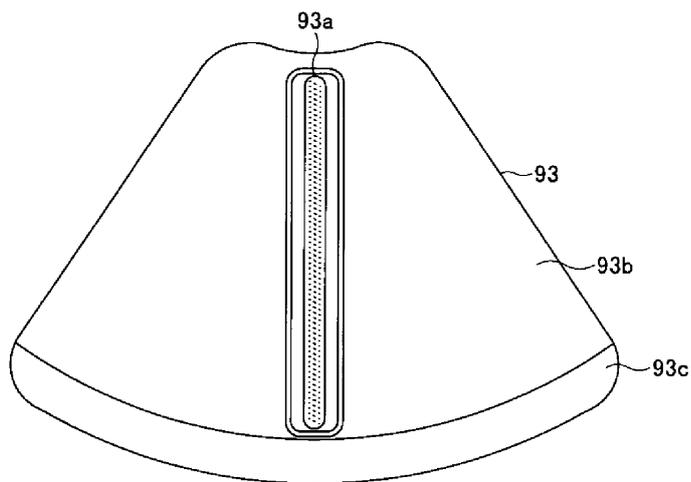
도면9



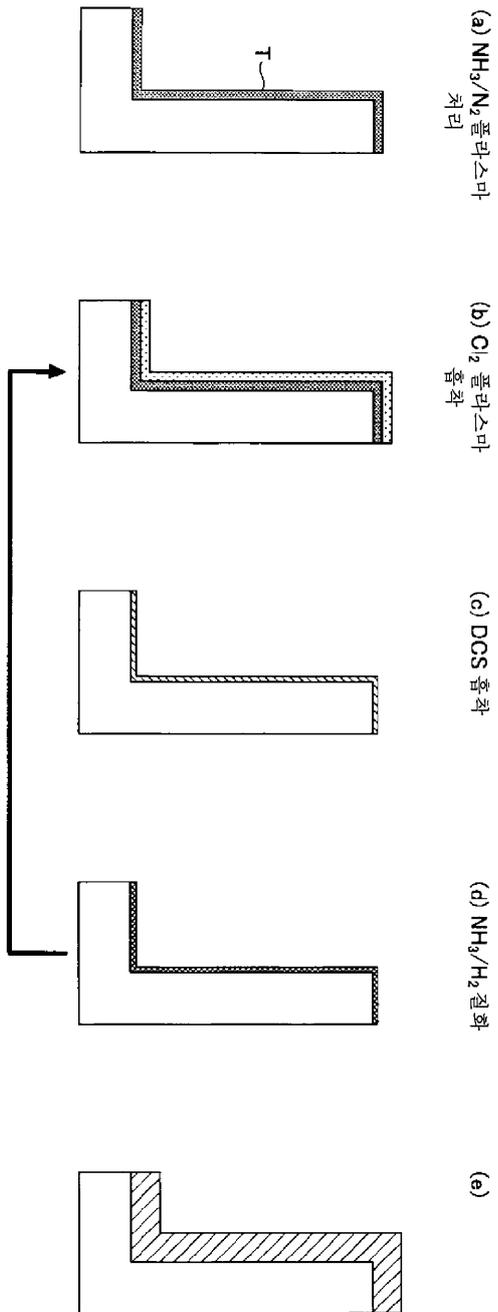
도면10



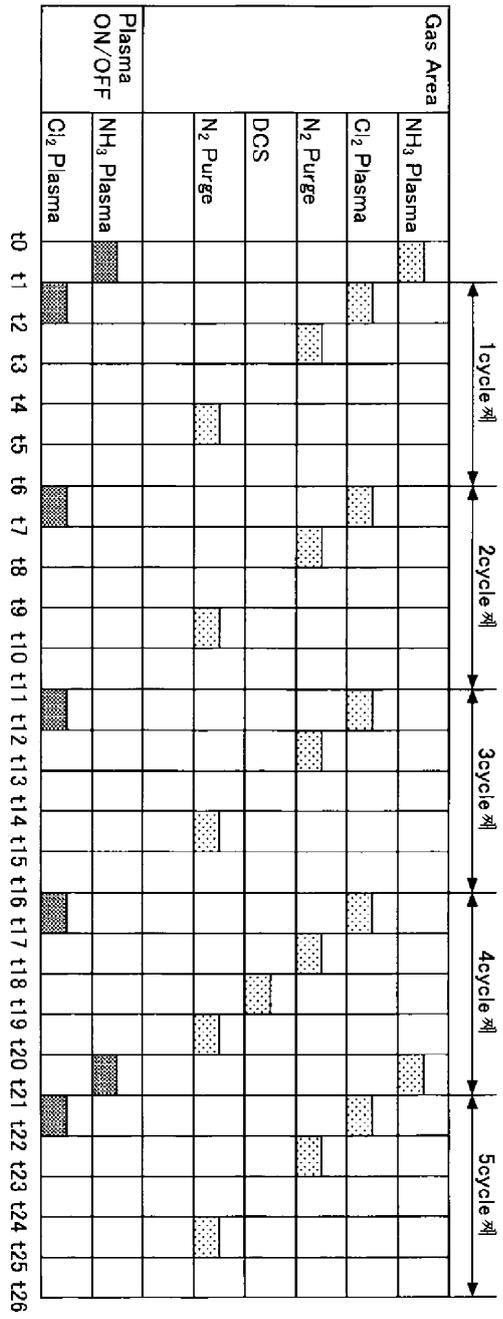
도면11



도면12

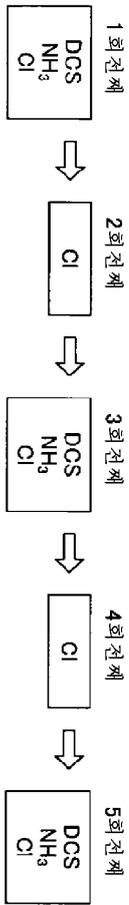


도면13

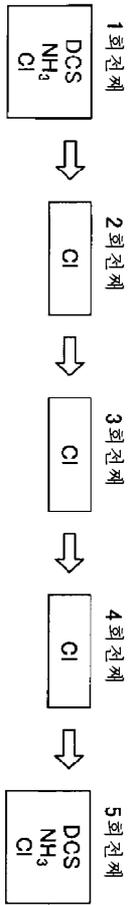


도면14

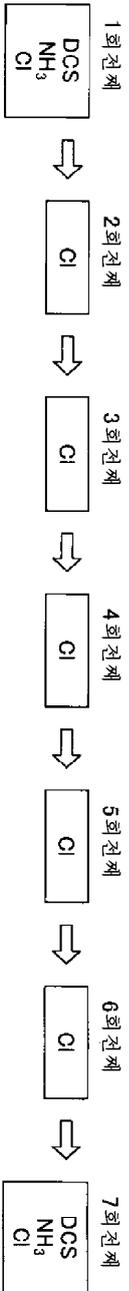
(a) 시퀀스(Cl<sub>2</sub> PRG 1회)



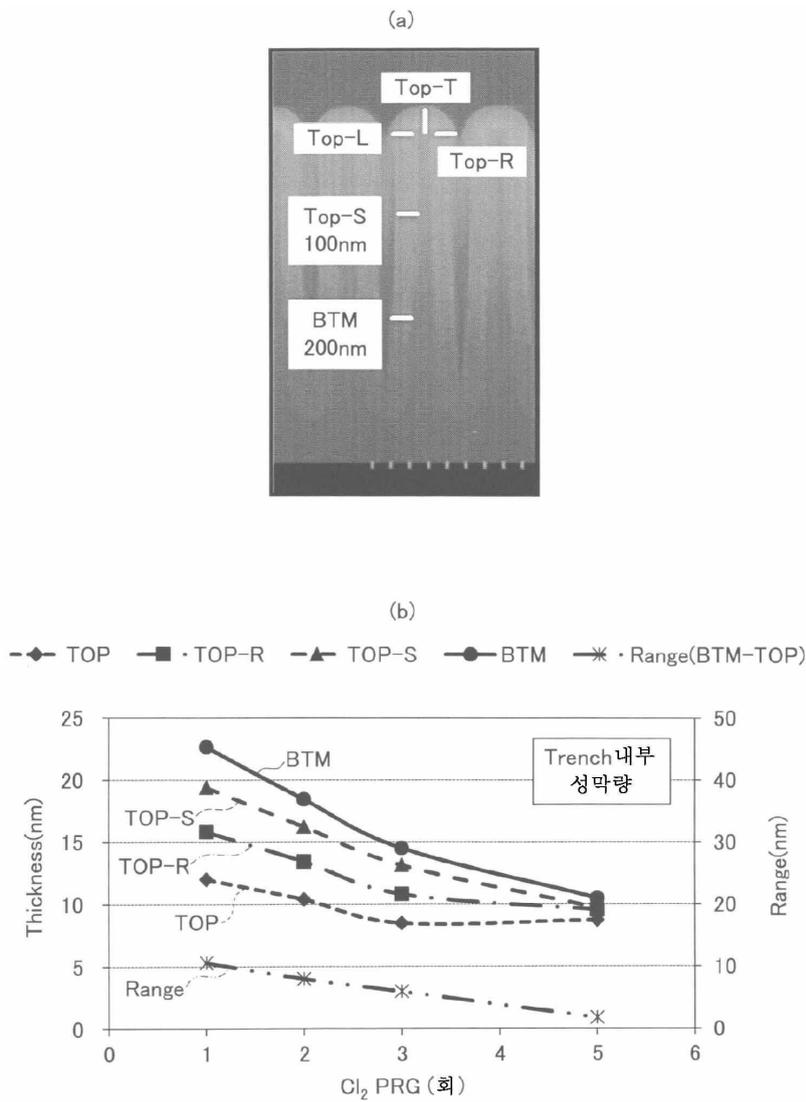
(b) 시퀀스(Cl<sub>2</sub> PRG 3회)



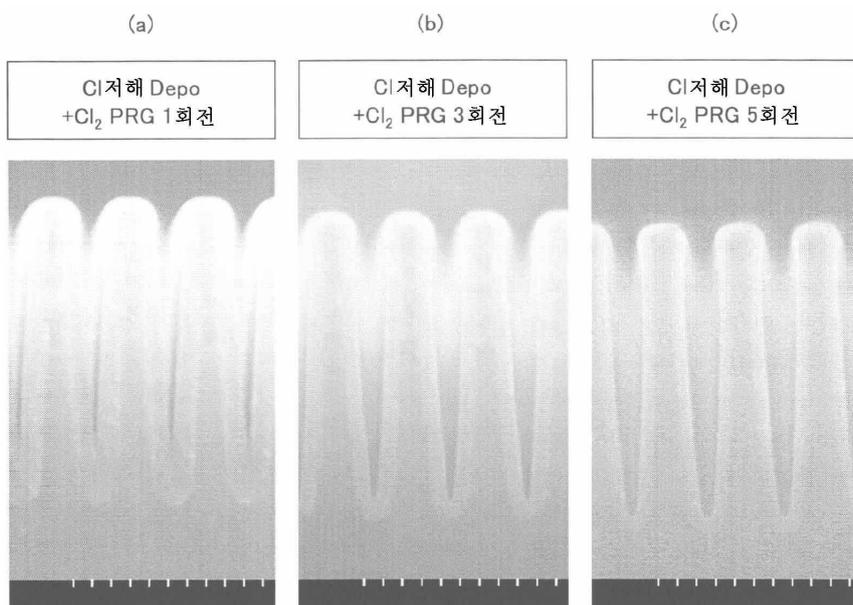
(c) 시퀀스(Cl<sub>2</sub> PRG 5회)



도면15



도면16



도면17

