



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년04월21일  
(11) 등록번호 10-2103058  
(24) 등록일자 2020년04월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
H01L 21/02 (2006.01) H01L 21/205 (2006.01)  
(52) CPC특허분류  
H01L 21/02274 (2013.01)  
H01L 21/02046 (2013.01)  
(21) 출원번호 10-2017-0024488  
(22) 출원일자 2017년02월24일  
심사청구일자 2018년08월10일  
(65) 공개번호 10-2017-0102810  
(43) 공개일자 2017년09월12일  
(30) 우선권주장  
JP-P-2016-040217 2016년03월02일 일본(JP)  
(56) 선행기술조사문헌  
JP2015165549 A\*  
KR1020080049853 A\*  
KR1020140143151 A\*  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
도쿄엘렉트론가부시키가이샤  
일본 도쿄도 미나토쿠 아카사카 5초메 3반 1고  
(72) 발명자  
가토 히토시  
일본 이와테켄 오오슈우시 에사시쿠 이와야도오아  
자 마즈나가네 52 도쿄 엘렉트론 도오호꾸 가부시  
키가이샤 내  
무라타 마사히로  
일본 이와테켄 오오슈우시 에사시쿠 이와야도오아  
자 마즈나가네 52 도쿄 엘렉트론 도오호꾸 가부시  
키가이샤 내  
(뒷면에 계속)  
(74) 대리인  
장수길, 김성환, 성재동

전체 청구항 수 : 총 8 항

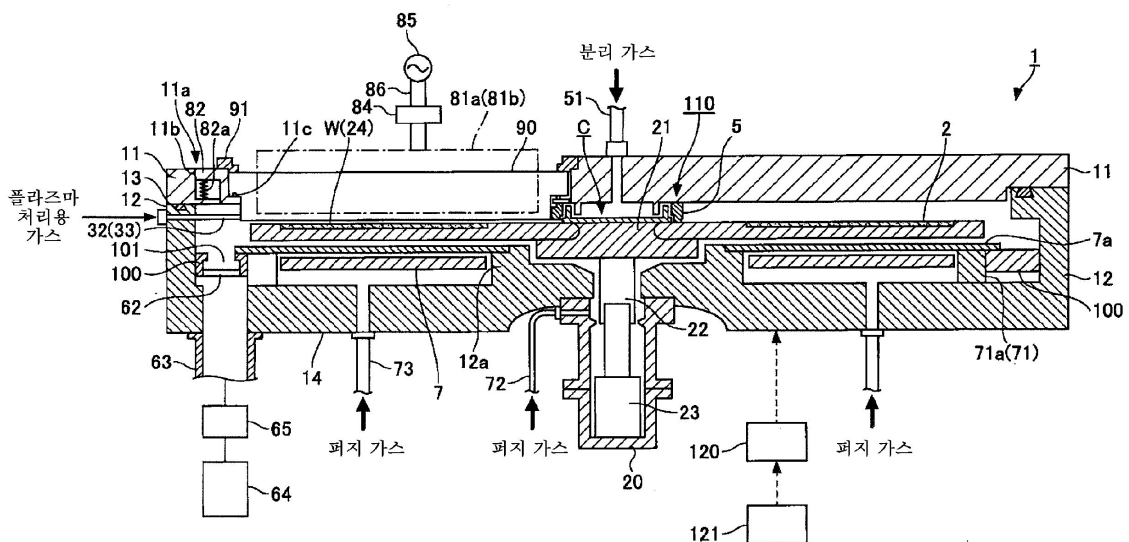
심사관 : 이석주

(54) 발명의 명칭 **성막 방법**

(57) 요약

기판(W)의 표면에 Si 함유 가스를 공급하고, 상기 기판의 상기 표면에 상기 Si 함유 가스를 흡착시키는 공정과,  
상기 기판의 상기 표면에 질화 가스를 제1 플라즈마에 의해 활성화해서 공급하고, 상기 기판의 상기 표면 상에  
흡착된 상기 Si 함유 가스를 질화하고, SiN막을 퇴적시키는 공정과,  
상기 기판의 상기 표면에 NH<sub>3</sub> 및 N<sub>2</sub>를 소정의 비율로 포함하는 개질 가스를 제2 플라즈마에 의해 활성화해서 공급  
하고, 상기 기판의 상기 표면 상에 퇴적한 상기 SiN 질화막을 개질하는 공정을 갖는다.

대표도



(52) CPC특허분류

*H01L 21/0217* (2013.01)

*H01L 21/02315* (2013.01)

*H01L 21/0254* (2013.01)

*H01L 21/205* (2013.01)

(72) 발명자

**사토 준**

일본 이와테켄 오오슈우시 예사시쿠 이와야도오아  
자 마츠나가네 52 도쿄 엘렉트론 도오호꾸 가부시  
키가이샤 내

**미우라 시게히로**

일본 이와테켄 오오슈우시 예사시쿠 이와야도오아  
자 마츠나가네 52 도쿄 엘렉트론 도오호꾸 가부시  
키가이샤 내

**명세서**

**청구범위**

**청구항 1**

기판의 표면에 Si 함유 가스를 공급하고, 상기 기판의 상기 표면에 상기 Si 함유 가스를 흡착시키는 공정과,  
 상기 기판의 표면에 퍼지 가스를 공급하는 공정과,  
 상기 기판의 상기 표면에 질화 가스를 제1 플라즈마에 의해 활성화해서 공급하고, 상기 기판의 상기 표면 상에 흡착된 상기 Si 함유 가스를 질화하고, SiN막을 퇴적시키는 공정과,  
 상기 기판의 상기 표면에 NH<sub>3</sub> 및 N<sub>2</sub>를 N<sub>2</sub>가 NH<sub>3</sub>의 3배 이상의 유량을 갖는 비율로 포함하는 개질 가스를 제2 플라즈마에 의해 활성화해서 공급하고, 상기 기판의 상기 표면 상에 퇴적한 상기 SiN막을 개질하는 공정과,  
 상기 기판의 표면에 퍼지 가스를 공급하는 공정을 갖고,  
 상기 기판은, 처리실 내에 설치된 회전 테이블의 표면 상에 주위 방향을 따라 적재되고,  
 상기 처리실 내의 상기 회전 테이블의 상방에는, 상기 회전 테이블의 회전 방향을 따라서 순서대로 배치된 Si 함유 가스 공급 영역, 제1 퍼지 가스 공급 영역, 질화 가스 공급 영역, 개질 가스 공급 영역 및 제2 퍼지 가스 공급 영역이 설치되고,  
 상기 회전 테이블을 1 회전시킴으로써, 상기 기판이 상기 Si 함유 가스 공급 영역, 상기 제1 퍼지 가스 공급 영역, 상기 질화 가스 공급 영역, 상기 개질 가스 공급 영역 및 상기 제2 퍼지 가스 공급 영역을 통과함으로써, 상기 Si 함유 가스를 흡착시키는 공정, 상기 퍼지 가스를 공급하는 공정, 상기 SiN막을 퇴적시키는 공정, 상기 SiN막을 개질하는 공정 및 상기 퍼지 가스를 공급하는 공정을 1 사이클 행하고, 상기 회전 테이블을 연속적으로 복수회 회전시킴으로써, 상기 1 사이클을 복수회 반복하는, 성막 방법.

**청구항 2**

제1항에 있어서, 상기 질화 가스는 NH<sub>3</sub> 함유 가스인, 성막 방법.

**청구항 3**

제2항에 있어서, 상기 질화 가스는 N<sub>2</sub>를 포함하지 않는 가스인, 성막 방법.

**청구항 4**

제2항 또는 제3항에 있어서, 상기 질화 가스는, Ar 및 H<sub>2</sub>를 더 포함하는, 성막 방법.

**청구항 5**

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 개질 가스는, Ar을 더 포함하는, 성막 방법.

**청구항 6**

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제2 플라즈마는, 상기 제1 플라즈마보다도 상기 기판의 상기 표면에 가까운 위치에서 발생하게 되는, 성막 방법.

**청구항 7**

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 Si 함유 가스를 흡착시키는 공정, 상기 SiN막을 퇴적시키는 공정 및 상기 SiN막을 개질하는 공정을 차례로 반복하여, 상기 기판의 상기 표면 상에 상기 SiN막을 소정의 막 두께까지 퇴적시키는, 성막 방법.

**청구항 8**

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 질화 가스 공급 영역의 상방의 상기 처리실 외부에는 제1 플라즈마 발생기가 설치되고,

상기 개질 가스 공급 영역의 상방의 상기 처리실 외부에는 제2 플라즈마 발생기가 설치되고,

상기 제2 플라즈마 발생기는, 상기 제1 플라즈마 발생기보다도 낮은 위치에 설치되어 있는, 성막 방법.

**청구항 9**

삭제

**청구항 10**

삭제

**청구항 11**

삭제

**청구항 12**

삭제

**청구항 13**

삭제

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 관련 출원의 참조

[0002] 본 출원은, 2016년 3월 2일에 일본 특허청에 출원된 일본 특허 출원 제2016-40217호에 기초하는 우선권을 주장하는 것이며, 일본 특허 출원 제2016-40217호의 전체 내용을 여기에 원용한다.

[0003] 본 발명은 성막 방법에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0004] 종래부터, 일본 특허 공개 제2015-165549호 공보에 기재되어 있는 바와 같이, ALD(Atomic Layer Deposition, 원자층 퇴적법)를 사용한 성막 방법에 있어서, 2개의 플라즈마 발생 수단을 탑재한 성막 장치를 사용해서 성막을 행하는 성막 방법이 알려져 있다.

[0005] 이러한 일본 특허 공개 제2015-165549호 공보에 기재된 성막 장치는, 진공 용기 내에 회전 테이블을 갖고, 회전 테이블 상에 기판을 적재 가능하게 구성되어 있다. 그리고 성막 장치는, 기판의 표면에 제1 처리 가스를 공급하는 제1 처리 가스 공급 수단과, 제1 플라즈마 처리용 가스를 공급하는 제1 플라즈마 처리용 가스 공급 수단과, 제2 플라즈마 처리용 가스를 공급하는 제2 플라즈마 처리용 가스 공급 수단을 구비한다. 또한, 성막 장치는 제1 플라즈마 처리용 가스를 플라즈마화하는 제1 플라즈마 발생 수단과, 제2 플라즈마 처리용 가스를 플라즈마화하는 제2 플라즈마 발생 수단을 구비하고, 제2 플라즈마 발생 수단과 회전 테이블과의 거리는, 제1 플라즈마 발생 수단과 회전 테이블과의 거리보다도 짧게 설정되어 있다. 이에 의해, 제2 플라즈마 처리용 가스의 이온 에너지 및 라디칼 농도를, 제1 플라즈마 처리용 가스의 이온 에너지 및 라디칼 농도보다 높게 할 수 있다.

[0006] 이러한 구조를 갖는 성막 장치를 사용하여, 제1 처리 가스 공급 수단으로부터 실리콘 함유 가스, 제1 플라즈마 처리용 가스 공급 수단으로부터 NH<sub>3</sub>, 제2 플라즈마 처리용 가스 공급 수단으로부터 NH<sub>3</sub>/Ar/H<sub>2</sub>의 혼합 가스를 공급함으로써, 기판에 흡착된 실리콘 함유 가스를 이온 에너지 및 라디칼 농도가 낮은 NH<sub>3</sub>에 의해 질화하고, 계속해서 이온 에너지 및 라디칼 농도가 낮은 NH<sub>3</sub>/Ar/H<sub>2</sub>의 혼합 가스로 개질 처리를 행할 수 있어, 패턴의 표면적에 의존해서 면내 성막량이 변화되는 소위 로딩 효과를 억제할 수 있다.

[0007] 그러나 상술한 일본 특허 공개 제2015-165549호 공보에 기재된 성막 방법을 사용한 경우에도, 회전 테이블의 반

경 방향에 있어서의 기관의 단부 성막이 불충분한 경우가 있어, 한층 더한 면내 균일성의 향상이 요구되는 경우가 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0008] 따라서, 본 발명은 면내 균일성을 높일 수 있는 성막 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

**과제의 해결 수단**

[0009] 상기 목적을 달성하기 위해, 본 발명의 일 형태에 관한 성막 방법은, 기관의 표면에 Si 함유 가스를 공급하고, 상기 기관의 상기 표면에 상기 Si 함유 가스를 흡착시키는 공정과,

상기 기관의 표면에 퍼지 가스를 공급하는 공정과,

상기 기관의 상기 표면에 질화 가스를 제1 플라즈마에 의해 활성화해서 공급하고, 상기 기관의 상기 표면 상에 흡착한 상기 Si 함유 가스를 질화하고, SiN막을 퇴적시키는 공정과,

상기 기관의 상기 표면에 NH<sub>3</sub> 및 N<sub>2</sub>를 N<sub>2</sub>가 NH<sub>3</sub>의 3배 이상의 유량을 갖는 비율로 포함하는 개질 가스를 제2 플라즈마에 의해 활성화해서 공급하고, 상기 기관의 상기 표면 상에 퇴적한 상기 SiN막을 개질하는 공정과,

상기 기관의 표면에 퍼지 가스를 공급하는 공정을 갖고,

상기 기관은, 처리실 내에 설치된 회전 테이블의 표면 상에 주위 방향을 따라 적재되고,

상기 처리실 내의 상기 회전 테이블의 상방에는, 상기 회전 테이블의 회전 방향을 따라서 순서대로 배치된 Si 함유 가스 공급 영역, 제1 퍼지 가스 공급 영역, 질화 가스 공급 영역, 개질 가스 공급 영역 및 제2 퍼지 가스 공급 영역이 설치되고,

상기 회전 테이블을 1 회전시킴으로써, 상기 기관이 상기 Si 함유 가스 공급 영역, 상기 제1 퍼지 가스 공급 영역, 상기 질화 가스 공급 영역, 상기 개질 가스 공급 영역 및 상기 제2 퍼지 가스 공급 영역을 통과함으로써, 상기 Si 함유 가스를 흡착시키는 공정, 상기 퍼지 가스를 공급하는 공정, 상기 SiN막을 퇴적시키는 공정, 상기 SiN막을 개질하는 공정 및 상기 퍼지 가스를 공급하는 공정을 1 사이클 행하고, 상기 회전 테이블을 연속적으로 복수회 회전시킴으로써, 상기 1 사이클을 복수회 반복한다.

[0010] 삭제

[0011] 삭제

**도면의 간단한 설명**

[0012] 도 1은, 본 발명의 실시 형태에 관한 성막 방법을 실시하는 성막 장치의 일례의 개략 종단면도이다.

도 2는, 도 1의 성막 장치의 개략 평면도이다.

도 3은, 도 1의 성막 장치의 회전 테이블의 동심원에 따른 단면도이다.

도 4는, 플라즈마 발생부의 일례를 도시하는 종단면도이다.

도 5는, 도 1의 성막 장치의 플라즈마 발생부의 일례를 도시하는 분해 사시도이다.

도 6은, 도 1의 성막 장치의 플라즈마 발생부에 설치되는 하우징의 일례를 나타내는 사시도이다.

도 7은, 도 1의 성막 장치의 플라즈마 발생부의 일례를 나타내는 평면도이다.

도 8은, 플라즈마 발생부에 설치되는 패러데이실드의 일부를 도시하는 사시도이다.

도 9는, 회전 테이블의 회전 방향에 대략 평행한 웨이퍼의 중심을 통과하는 횡축 상에 있어서의 비교예, 실시예 1 내지 5 및 참고예에 관한 성막 방법의 실시 결과를 도시한 도면이다.

도 10은, 회전 테이블의 반경 방향에 평행한 웨이퍼의 중심을 통과하는 종축 상에 있어서의 비교예, 실시예 1 내지 5 및 참고예에 관한 성막 방법의 실시 결과를 도시한 도면이다.

도 11은, 비교예, 실시예 1 내지 6 및 참고예에 관한 성막 방법의 성막 결과를 면내 균일성의 관점에서 도시한 도면이다.

도 12는, 비교예, 실시예 1 내지 6 및 참고예의 웨이퍼 상에 성막된 SiN막의 균일성의 산출 결과를 나타낸다.

도 13은, 실시예 4와 비교예의 X축 상에 있어서의 막 두께 분포를 나타낸 실시 결과이다.

도 14는, 실시예 4와 비교예의 Y축 상에 있어서의 막 두께 분포를 나타낸 실시 결과이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0013] 이하, 도면을 참조하여, 본 발명을 실시하기 위한 형태의 설명을 행한다.
- [0014] [성막 장치의 구성]
- [0015] 도 1에, 본 발명의 실시 형태에 관한 성막 방법을 실시하는 성막 장치의 일례의 개략 종단면도를 도시한다. 또한, 도 2에, 본 발명의 실시 형태에 관한 성막 방법을 실시하는 성막 장치의 일례의 개략 평면도를 나타낸다. 또한, 도 2에서는, 설명의 편의상, 천장판(11)의 묘화를 생략하고 있다.
- [0016] 도 1에 도시한 바와 같이, 본 발명의 실시 형태에 관한 성막 방법은 실시하는 성막 장치는, 평면 형상이 대략 원형인 진공 용기(1)와, 이 진공 용기(1) 내에 설치되어, 진공 용기(1)의 중심에 회전 중심을 가짐과 함께 웨이퍼(W)를 공전시키기 위한 회전 테이블(2)을 구비하고 있다.
- [0017] 진공 용기(1)는, 내부에서 기관을 처리하기 위한 처리실이다. 진공 용기(1)는, 회전 테이블(2)의 후술하는 오목부(24)에 대향하는 위치에 설치된 천장판(천장부)(11)과, 용기 본체(12)를 구비하고 있다. 또한, 용기 본체(12)의 상면 주변부에는, 링 형상으로 설치된 시일 부재(13)가 설치되어 있다. 그리고 천장판(11)은, 용기 본체(12)로부터 착탈 가능하게 구성되어 있다. 평면에서 보면 진공 용기(1)의 직경 치수(내경 치수)는 한정되지 않지만, 예를 들어 1100mm 정도로 할 수 있다.
- [0018] 진공 용기(1) 내의 상면측에 있어서의 중앙부에는, 진공 용기(1) 내의 중심부 영역(C)에 있어서 서로 다른 처리 가스끼리가 혼합되는 것을 억제하기 위해서 분리 가스를 공급하는, 분리 가스 공급관(51)이 접속되어 있다.
- [0019] 회전 테이블(2)은, 중심부에서 개략 원통 형상의 코어부(21)에 고정되어 있고, 이 코어부(21)의 하면에 접속됨과 함께 연직 방향으로 신장하는 회전축(22)에 대하여 연직축 주위, 도 2에 나타낸 예에서는 시계 방향으로, 구동부(23)에 의해 회전 가능하게 구성되어 있다. 회전 테이블(2)의 직경 치수는, 한정되지 않지만, 예를 들어 1000mm 정도로 할 수 있다.
- [0020] 회전축(22) 및 구동부(23)는, 케이스체(20)에 수납되어 있고, 이 케이스체(20)는 상면측 플랜지 부분이 진공 용기(1)의 저면부(14)의 하면에 기밀하게 설치되어 있다. 또한, 이 케이스체(20)에는 회전 테이블(2)의 하방 영역에 질소 가스 등을 퍼지 가스(분리 가스)로서 공급하기 위한 퍼지 가스 공급관(72)이 접속되어 있다.
- [0021] 진공 용기(1)의 저면부(14)에 있어서의 코어부(21)의 외주측은, 회전 테이블(2)에 하방측으로부터 근접하도록 링 형상으로 형성되어서 돌출부(12a)를 이루고 있다.
- [0022] 회전 테이블(2)의 표면부에는, 직경 치수가 예를 들어 300mm인 웨이퍼(W)를 적재하기 위한 원 형상의 오목부(24)가 기관 적재 영역으로서 형성되어 있다. 이 오목부(24)는, 회전 테이블(2)의 회전 방향을 따라, 복수 개소, 예를 들어 5개소에 설치되어 있다. 오목부(24)는, 웨이퍼(W)의 직경보다도 약간, 구체적으로는 1mm 내지 4mm 정도 큰 내경을 갖는다. 또한, 오목부(24)의 깊이는, 웨이퍼(W)의 두께에 거의 동등하거나, 또는 웨이퍼(W)의 두께보다도 크게 구성된다. 따라서, 웨이퍼(W)가 오목부(24)에 수용되면, 웨이퍼(W)의 표면과, 회전 테이블(2)의 웨이퍼(W)가 적재되지 않는 영역의 표면이 동일한 높이가 되거나, 웨이퍼(W)의 표면이 회전 테이블(2)의 표면보다도 낮아진다. 또한, 오목부(24)의 깊이는 웨이퍼(W)의 두께보다도 깊은 경우에도, 너무 깊게 하면 성막에 영향을 미치는 경우가 있으므로, 웨이퍼(W) 두께의 3배 정도의 깊이까지로 하는 것이 바람직하다.
- [0023] 또한, 웨이퍼(W)의 표면에는 트렌치, 비아 등의 오목 패턴이 형성되어 있다. 본 발명의 실시 형태에 관한 성막 방법은, 오목 패턴 내에 매립 성막을 행하는데 적합한 방법이므로, 표면에 오목 패턴이 형성되어서 웨이퍼(W)의 매립 성막에 적합하게 적용될 수 있다.

- [0024] 오목부(24)의 저면에는, 웨이퍼(W)를 하방측으로부터 밀어올려서 승강시키기 위한 예를 들어 후술하는 3개의 승강 핀이 관통하는, 도시하지 않은 관통 구멍이 형성되어 있다.
- [0025] 도 2에 도시한 바와 같이, 회전 테이블(2)에 있어서의 오목부(24)의 통과 영역과 대향하는 위치에는, 예를 들어 식영으로 이루어지는 복수개, 예를 들어 5개의 노즐(31, 32, 33, 41, 42)이 진공 용기(1)의 주위 방향으로 서로 간격을 두고 방사상으로 배치되어 있다. 이들 각각의 노즐(31, 32, 33, 41, 42)은, 회전 테이블(2)과 천장판(11) 사이에 배치된다. 또한, 이들 각각의 노즐(31, 32, 33, 41, 42)은, 예를 들어 진공 용기(1)의 외주위벽에서 중심부 영역(C)을 향해 웨이퍼(W)에 대향해서 수평하게 신장하도록 설치되어 있다.
- [0026] 도 2에 나타난 예에서는, 원료 가스 노즐(31)로부터 시계 방향[회전 테이블(2)의 회전 방향]으로, 분리 가스 노즐(42), 제1 플라즈마 처리용 가스 노즐(32), 제2 플라즈마 처리용 가스 노즐(33), 분리 가스 노즐(41)이 이 순서로 배열되어 있다. 그러나 본 실시 형태에 관한 성막 장치는, 이 형태에 한정되지 않고, 회전 테이블(2)의 회전 방향은 반시계 방향이어도 되고, 이 경우, 원료 가스 노즐(31)로부터 반시계 방향으로, 분리 가스 노즐(42), 제1 플라즈마 처리용 가스 노즐(32), 제2 플라즈마 처리용 가스 노즐(33), 분리 가스 노즐(41)이 이 순서로 배열되어 있다.
- [0027] 제1 플라즈마 처리용 가스 노즐(32), 제2 플라즈마 처리용 가스 노즐(33)의 상방측에는, 도 2에 도시한 바와 같이, 각각의 플라즈마 처리용 가스 노즐로부터 토출되는 가스를 플라즈마화하기 위해서, 플라즈마 발생기(81a, 81b)가 각각 설치되어 있다. 이들 플라즈마 발생기(81a, 81b)에 대해서는, 후술한다.
- [0028] 또한, 본 실시 형태에 있어서는, 각각의 처리 영역에 1개의 노즐을 배치하는 예를 나타냈지만, 각각의 처리 영역에 복수의 노즐을 배치하는 구성이어도 된다. 예를 들어, 제1 플라즈마 처리용 가스 노즐(32)은, 복수의 플라즈마 처리용 가스 노즐로 구성되고, 각각 후술하는 아르곤(Ar) 가스, 암모니아(NH<sub>3</sub>) 가스, 수소(H<sub>2</sub>) 가스 등을 공급하는 구성이어도 되고, 1개의 플라즈마 처리용 가스 노즐만을 배치하고, 아르곤 가스, 암모니아 가스 및 수소 가스의 혼합 가스를 공급하는 구성이어도 된다.
- [0029] 원료 가스 노즐(31)은, 원료 가스 공급부를 이루고 있다. 또한, 제1 플라즈마 처리용 가스 노즐(32)은 제1 플라즈마 처리용 가스 공급부를 이루고 있으며, 제2 플라즈마 처리용 가스 노즐(33)은 제2 플라즈마 처리용 가스 공급부를 이루고 있다. 또한, 분리 가스 노즐(41, 42)은, 각각 분리 가스 공급부를 이루고 있다. 또한, 분리 가스는, 상술한 바와 같이 퍼지 가스라 칭해도 된다.
- [0030] 각 노즐(31, 32, 33, 41, 42)은, 유량 조정 밸브를 통해, 도시하지 않은 각각의 가스 공급원에 접속되어 있다.
- [0031] 원료 가스 노즐(31)로부터 공급되는 원료 가스는, 실리콘 함유 가스이다. 실리콘 함유 가스의 일례로서는, DCS[디클로로실란], 디실란(Si<sub>2</sub>H<sub>6</sub>), HCD[헥사클로로디실란], DIPAS[디이소프로필아미노실란], 3DMAS[트리스디메틸아미노실란], BTBAS[비스터뷰틸아미노실란] 등의 가스를 들 수 있다.
- [0032] 원료 가스 노즐(31)로부터 공급되는 원료 가스로서, 실리콘 함유 가스 외에, TiCl<sub>4</sub>[사염화티타늄], Ti(MPD)(THD)[티타늄메틸펜탄디오나트비스테트라메틸헥탄디오나트], TMA[트리메틸알루미늄], TEMAZ[테트라키스에틸메틸아미노지르코늄], TEMHF[테트라키스에틸메틸아미노하프늄], Sr(THD)<sub>2</sub>[스트론튬비스테트라메틸헥탄디오나트] 등의 금속 함유 가스를 사용해도 된다.
- [0033] 제1 플라즈마 처리용 가스 노즐(32)로부터 공급되는 제1 플라즈마 처리용 가스는, 질화 가스로서, 암모니아(NH<sub>3</sub>) 함유 가스가 선택된다. NH<sub>3</sub>을 사용함으로써, 오목 패턴을 포함하는 웨이퍼(W)의 표면 상에 질화원인 NH<sub>2</sub><sup>\*</sup>을 공급하고, 실리콘 함유 가스를 질화해서 SiN의 분자층을 퇴적시킬 수 있다. 또한, NH<sub>3</sub> 이외의 가스로서는, H<sub>2</sub> 가스, Ar 등을 필요에 따라 함유해도 되고, 이들 혼합 가스가 제1 플라즈마 처리용 가스 노즐(32)로부터 공급되어, 제1 플라즈마 발생기(81a)가 발생하는 플라즈마에 의해 활성화(이온화 또는 라디칼화)된다.
- [0034] 제2 플라즈마 처리용 가스 노즐(33)로부터 공급되는 제2 플라즈마 처리용 가스는, NH<sub>3</sub>의 질화력을 높이기 위해, NH<sub>3</sub>과 N<sub>2</sub>의 양쪽을 함유하는 NH<sub>3</sub>/N<sub>2</sub> 함유 가스가 선택된다. NH<sub>3</sub>에 N<sub>2</sub>를 첨가함으로써, NH<sub>3</sub><sup>\*</sup> 및 NH<sub>2</sub><sup>\*</sup>의 양쪽을 발생시킬 수 있어, 질화력을 향상시킬 수 있다. 또한, 이 메커니즘의 상세에 대해서는 후술한다.
- [0035] NH<sub>3</sub>/N<sub>2</sub> 함유 가스는, NH<sub>3</sub>/N<sub>2</sub> 이외의 가스로서는, Ar 가스, H<sub>2</sub> 가스 등을 필요에 따라 함유해도 되고, 이들 혼합

가스가 제2 플라즈마 처리용 가스 노즐(33)로부터 제2 플라즈마 처리용 가스로서 공급되어도 된다.

- [0036] 이와 같이, 제1 플라즈마 처리용 가스와 제2 플라즈마 처리용 가스는, 조성비도 포함한 전체로서는, 다른 가스가 선택된다.
- [0037] 분리 가스 노즐(41, 42)로부터 공급되는 분리 가스로서는, 예를 들어 질소(N<sub>2</sub>) 가스 등을 들 수 있다.
- [0038] 전술한 바와 같이, 도 2에 나타낸 예에서는, 원료 가스 노즐(31)로부터 시계 방향[회전 테이블(2)의 회전 방향]으로, 분리 가스 노즐(42), 제1 플라즈마 처리용 가스 노즐(32), 제2 플라즈마 처리용 가스 노즐(33), 분리 가스 노즐(41)이 이 순서로 배열되어 있다. 즉, 웨이퍼(W)의 실제 처리에 있어서는, 원료 가스 노즐(31)로부터 공급된 Si 함유 가스가 오목 패턴을 포함하는 표면에 흡착된 웨이퍼(W)는, 분리 가스 노즐(42)로부터의 분리 가스, 제1 플라즈마 처리용 가스 노즐(32)로부터의 플라즈마 처리용 가스, 제2 플라즈마 처리용 가스 노즐(33)로부터의 플라즈마 처리용 가스, 분리 가스 노즐(41)로부터의 분리 가스의 순서로, 가스에 노출된다.
- [0039] 이들 노즐(31, 32, 33, 41, 42)의 하면측[회전 테이블(2)에 대항하는 측]에는, 전술한 각 가스를 토출하기 위한 가스 토출 구멍(35)이 회전 테이블(2)의 반경 방향을 따라서 복수 개소에 예를 들어 등간격으로 형성되어 있다. 각 노즐(31, 32, 33, 41, 42)의 각각의 하단 예지와 회전 테이블(2)의 상면과의 이격 거리가 예를 들어 1 내지 5mm 정도가 되도록 배치되어 있다.
- [0040] 원료 가스 노즐(31)의 하방 영역은, Si 함유 가스를 웨이퍼(W)에 흡착시키기 위한 제1 처리 영역 P1이다. 또한, 제1 플라즈마 처리용 가스 노즐(32)의 하방 영역은, 웨이퍼(W) 상의 박막의 제1 플라즈마 처리를 행하기 위한 제2 처리 영역 P2가 되고, 제2 플라즈마 처리용 가스 노즐(33)의 하방 영역은, 웨이퍼(W) 상의 박막의 제2 플라즈마 처리를 행하기 위한 제3 처리 영역 P3이 된다.
- [0041] 도 3에, 성막 장치의 회전 테이블 동심원에 따른 단면도를 도시한다. 또한, 도 3은, 분리 영역(D)으로부터 제1 처리 영역 P1을 지나 분리 영역(D)까지의 단면도이다.
- [0042] 분리 영역(D)에 있어서의 진공 용기(1)의 천장판(11)에는, 개략 부채형의 볼록 형상부(4)가 설치되어 있다. 볼록 형상부(4)는, 천장판(11)의 이면에 설치되어 있고, 진공 용기(1) 내에는 볼록 형상부(4)의 하면인 평탄한 낮은 천장면(44)(제1 천장면)과, 이 천장면(44)의 주위 방향 양측에 위치하는, 천장면(44)보다도 높은 천장면(45)(제2 천장면)이 형성된다.
- [0043] 천장면(44)을 형성하는 볼록 형상부(4)는, 도 2에 도시한 바와 같이, 정상부가 원호 형상으로 절단된 부채형의 평면 형상을 갖고 있다. 또한, 볼록 형상부(4)에는, 주위 방향 중앙에 있어서, 반경 방향으로 신장하도록 형성된 홈부(43)가 형성되고, 분리 가스 노즐(41, 42)이 이 홈부(43) 내에 수용되어 있다. 또한, 볼록 형상부(4)의 주연부[진공 용기(1)의 외측 예지측 부위]는, 각 처리 가스끼리의 혼합을 저지하기 위해서, 회전 테이블(2)의 외측 단부면에 대항함과 함께 용기 본체(12)에 대하여 약간 이격하도록, L자 형으로 굴곡되어 있다.
- [0044] 원료 가스 노즐(31)의 상방측에는, 제1 처리 가스를 웨이퍼(W)에 따라 통류시키기 위해서, 또한 분리 가스가 웨이퍼(W)의 근방을 피해서 진공 용기(1)의 천장판(11)측을 통류하도록, 노즐 커버(230)가 설치되어 있다. 노즐 커버(230)는, 도 3에 도시한 바와 같이, 원료 가스 노즐(31)을 수납하기 위해서 하면측이 개구하는 개략 상자형의 커버체(231)와, 이 커버체(231)의 하면측 개구단부에 있어서의 회전 테이블(2)의 회전 방향 상류측 및 하류측에 각각 접속된 판 형상체인 정류판(232)을 구비하고 있다. 또한, 회전 테이블(2)의 회전 중심측에 있어서의 커버체(231)의 측벽면은, 원료 가스 노즐(31)의 선단부에 대항하도록 회전 테이블(2)을 향해 연장되기 시작하고 있다. 또한, 회전 테이블(2)의 외측 예지측에 있어서의 커버체(231)의 측벽면은, 원료 가스 노즐(31)에 간섭하지 않도록 절결되어 있다.
- [0045] 이어서, 제1 플라즈마 처리용 가스 노즐(32, 33)의 상방측에 각각 배치되는, 제1 플라즈마 발생기(81a) 및 제2 플라즈마 발생기(81b)에 대해서, 상세하게 설명한다. 또한, 본 실시 형태에 있어서는, 제1 플라즈마 발생기(81a) 및 제2 플라즈마 발생기(81b)는, 각각 독립한 플라즈마 처리를 실행할 수 있지만, 각각의 구체적 구성에 대해서는, 마찬가지로의 것을 사용할 수 있다.
- [0046] 도 4는, 플라즈마 발생기의 일례를 도시하는 종단면도이다. 또한, 도 5는 플라즈마 발생기의 일례를 도시하는 분해 사시도이다. 또한, 도 6은, 플라즈마 발생기에 설치되는 하우스정의 일례를 나타내는 사시도이다.
- [0047] 플라즈마 발생기(81a, 81b)는, 금속선 등으로 형성되는 안테나(83)를 코일 형상으로 예를 들어 연직축 주위로 3 겹으로 권회해서 구성되어 있다. 또한, 플라즈마 발생기(81)는, 평면에서 보아 회전 테이블(2)의 직경 방향으



로 신장하는 때 형상체 영역을 둘러싸도록, 또한 회전 테이블(2) 상의 웨이퍼(W)의 직경 부분에 걸쳐 있도록 배치되어 있다.

- [0048] 안테나(83)는, 정합기(84)를 통하여 주파수가 예를 들어 13.56MHz 및 출력 전력이 예를 들어 5000W인 고주파 전원(85)에 접속되어 있다. 그리고 이 안테나(83)는, 진공 용기(1)의 내부 영역으로부터 기밀하게 구획되도록 설치되어 있다. 또한, 도 4에 있어서, 안테나(83)와 정합기(84) 및 고주파 전원(85)을 전기적으로 접속하기 위한 접속 전극(86)이 설치되어 있다.
- [0049] 도 4 및 도 5에 도시한 바와 같이, 제1 플라즈마 처리용 가스 노즐(32)의 상방측에 있어서의 천장판(11)에는, 평면에서 보아 개략 부채형으로 개구되는 개구부(11a)가 형성되어 있다.
- [0050] 개구부(11a)에는, 도 4에 도시한 바와 같이, 개구부(11a)의 개구 예지부를 따라, 이 개구부(11a)에 기밀하게 설치되는 환상 부재(82)를 갖는다. 후술하는 하우징(90)은, 이 환상 부재(82)의 내주면측에 기밀하게 설치된다. 즉, 환상 부재(82)는, 외주측이 천장판(11)의 개구부(11a)에 면하는 내주면(11b)에 대향함과 함께, 내주측이 후술하는 하우징(90)의 플랜지부(90a)에 대향하는 위치에, 기밀하게 설치된다. 그리고 이 환상 부재(82)를 개재하여, 개구부(11a)에는 안테나(83)를 천장판(11)보다도 하방측에 위치시키기 위해서, 예를 들어 석영 등의 유도체에 의해 구성된 하우징(90)이 설치된다.
- [0051] 또한, 환상 부재(82)는, 도 4에 도시한 바와 같이, 연직 방향으로 신축 가능한 벨로우즈(82a)를 갖고 있다. 또한, 플라즈마 발생기(81a, 81b)는 전동 액추에이터 등의 도시하지 않은 구동 기구(승강 기구)에 의해, 각각 독립하여 승강 가능하게 형성되어 있다. 플라즈마 발생기(81a, 81b)의 승강에 대응하여, 벨로우즈(82a)를 신축시킴으로써, 플라즈마 처리 시에 있어서의, 플라즈마 발생기(81a, 81b)의 각각과 웨이퍼(W)(즉, 회전 테이블 2) 사이의 거리, 즉(이후, 플라즈마 생성 공간의 거리라 칭하는 경우가 있음)을 변경 가능하게 구성되어 있다.
- [0052] 하우징(90)은, 도 6에 도시한 바와 같이, 상방측의 주연부가 주위 방향에 걸쳐 플랜지 형상으로 수평하게 신장하기 시작해서 플랜지부(90a)를 이롭과 함께, 평면에서 보아, 중앙부가 하방측의 진공 용기(1)의 내부 영역을 향해 오목해지도록 형성되어 있다.
- [0053] 하우징(90)은, 이 하우징(90)의 하방에 웨이퍼(W)가 위치한 경우에, 회전 테이블(2)의 직경 방향에 있어서의 웨이퍼(W)의 직경 부분에 걸쳐 있도록 배치되어 있다. 또한, 환상 부재(82)와 천장판(11) 사이에는, O-링 등의 시일 부재(11c)가 설치된다.
- [0054] 진공 용기(1)의 내부 분위기는, 환상 부재(82) 및 하우징(90)을 개재하여 기밀하게 설정되어 있다. 구체적으로는, 환상 부재(82) 및 하우징(90)을 개구부(11a) 내로 떨어뜨리고, 계속해서 환상 부재(82) 및 하우징(90)의 상면이며, 환상 부재(82) 및 하우징(90)의 접촉부를 따르도록 프레임 형상으로 형성된 가압 부재(91)에 의해 하우징(90)을 하방측을 향해 주위 방향에 걸쳐 가압한다. 또한, 이 가압 부재(91)를 도시하지 않은 볼트 등에 의해 천장판(11)에 고정한다. 이에 의해, 진공 용기(1)의 내부 분위기는 기밀하게 설정된다. 또한, 도 5에 있어서는, 간단화를 위하여, 환상 부재(82)를 생략해서 나타내고 있다.
- [0055] 도 6에 도시한 바와 같이, 하우징(90)의 하면에는, 당해 하우징(90)의 하방측 처리 영역 P2, P3의 각각을 주위 방향을 따라 둘러싸도록, 회전 테이블(2)을 향해 수직으로 신장하기 시작하는 돌기부(92)가 형성되어 있다. 그리고 이 돌기부(92)의 내주면, 하우징(90)의 하면 및 회전 테이블(2)의 상면에 의해 둘러싸인 영역에는, 전술한 제1 플라즈마 처리용 가스 노즐(32) 및 제2 플라즈마 처리용 가스 노즐(33)이 수납되어 있다. 또한, 제1 플라즈마 처리용 가스 노즐(32) 및 제2 플라즈마 처리용 가스 노즐(33)의 기단부[진공 용기(1)의 내벽측]에 있어서의 돌기부(92)는, 제2 플라즈마 처리용 가스 노즐(33)의 외형을 따르도록 개략 원호 형상으로 절결되어 있다.
- [0056] 하우징(90)의 하방측에는, 도 4에 도시한 바와 같이, 돌기부(92)가 주위 방향에 걸쳐 형성되어 있다. 시일 부재(11c)는, 이 돌기부(92)에 의해, 플라즈마에 직접 노출되지 않고, 즉 플라즈마 생성 영역으로부터 격리되어 있다. 그로 인해, 플라즈마 생성 영역으로부터 플라즈마가 예를 들어 시일 부재(11c)측으로 확산하려고 해도, 돌기부(92)의 하방을 경유해 가게 되므로, 시일 부재(11c)에 도달하기 전에 플라즈마가 실활하게 된다.
- [0057] 하우징(90)의 상방측에는, 당해 하우징(90)의 내부 형상에 개략 따르도록 형성된 도전성의 판 형상체인 금속판 예를 들어 구리 등으로 이루어지는, 접지된 패러데이실드(95)가 수납되어 있다. 이 패러데이실드(95)는, 하우징(90)의 바닥면을 따르도록 수평하게 형성된 수평면(95a)과, 이 수평면(95a)의 외중단부로부터 주위 방향에 걸쳐 상방측으로 신장하는 수직면(95b)을 구비하고 있고, 평면에서 보아 예를 들어 개략 육각형이 되도록 구성되어 있어도 된다.

- [0058] 도 7은, 플라즈마 발생기의 일례를 나타내는 평면도이다. 도 8은, 플라즈마 발생기에 설치되는 패러데이실드의 일부를 도시하는 사시도이다.
- [0059] 회전 테이블(2)의 회전 중심으로부터 패러데이실드(95)를 본 경우의 우측 및 좌측에 있어서의 패러데이실드(95)의 상단 에지는, 각각 우측 및 좌측에 수평하게 신장하기 시작해서 지지부(96)를 이루고 있다. 그리고 패러데이실드(95)와 하우징(90) 사이에는, 지지부(96)를 하방측으로부터 지지함과 함께 하우징(90)의 중심부 영역(C)측 및 회전 테이블(2)의 외측 에지부측의 플랜지부(90a)에 각각 지지되는 프레임 형상체(99)가 설치되어 있다.
- [0060] 안테나(83)에 의해 생성된 전계가 웨이퍼(W)에 도달할 경우, 웨이퍼(W)의 내부에 형성되어 있는 패턴(전기 배선 등)이 전기적으로 대미지를 받아 버리는 경우가 있다. 그로 인해, 도 8에 도시한 바와 같이, 수평면(95a)에는 안테나(83)에 있어서 발생하는 전계 및 자계(전자계) 중 전계 성분이 하방의 웨이퍼(W)를 향하는 것을 지지함과 함께, 자계를 웨이퍼(W)에 도달시키기 위해서, 다수의 슬릿(97)이 형성되어 있다.
- [0061] 슬릿(97)은, 도 7 및 도 8에 도시한 바와 같이, 안테나(83)의 권회 방향에 대하여 직교하는 방향으로 신장하도록, 주위 방향에 걸쳐 안테나(83)의 하방 위치에 형성되어 있다. 여기서, 슬릿(97)은 안테나(83)에 공급되는 고주파에 대응하는 파장의 1/10000 이하 정도의 폭 치수가 되도록 형성되어 있다. 또한, 각각의 슬릿(97)의 길이 방향에 있어서의 일단부측 및 타단부측에는, 이들 슬릿(97)의 개구단부를 막도록, 접지된 도전체 등으로 형성되는 도전체(97a)가 주위 방향에 걸쳐 배치되어 있다. 패러데이실드(95)에 있어서 이들 슬릿(97)의 형성 영역으로부터 벗어난 영역, 즉 안테나(83)가 권회된 영역의 중앙측에는, 당해 영역을 개재하여 플라즈마의 발광 상태를 확인하기 위한 개구부(98)가 형성되어 있다. 또한, 전술한 도 2에 있어서는 간단화를 위해, 슬릿(97)을 생략하고 있으며, 슬릿(97)의 형성 영역예를, 일점 쇄선으로 나타내고 있다.
- [0062] 도 5에 도시한 바와 같이, 패러데이실드(95)의 수평면(95a) 상에는, 패러데이실드(95)의 상방에 적재되는 플라즈마 발생기(81a, 81b)와의 사이의 절연성을 확보하기 위해서, 두께 치수가 예를 들어 2mm 정도인 석영 등으로 형성되는 절연판(94)이 적층되어 있다. 즉, 플라즈마 발생기(81a, 81b)는, 각각 하우징(90), 패러데이실드(95) 및 절연판(94)을 개재하여 진공 용기(1)의 내부[회전 테이블(2) 상의 웨이퍼(W)]에 대향하도록 배치되어 있다.
- [0063] 이와 같이, 제1 플라즈마 발생기(81a)와 제2 플라즈마 발생기(81b)는, 거의 마찬가지로의 구성을 갖지만, 설치되는 높이가 다르다. 즉, 회전 테이블(2)의 표면과 제1 플라즈마 발생기(81a)와의 사이의 거리와, 회전 테이블(2)의 표면과 제2 플라즈마 발생기(81b)와의 사이의 거리가 다르다. 이것은, 하우징(90)의 저면 높이를 조정함으로써, 용이하게 높이를 다르게 할 수 있다.
- [0064] 구체적으로는, 제1 플라즈마 발생기(81a)의 높이 쪽이, 제2 플라즈마 발생기(81b)의 높이보다도 높게 설정된다. 상술한 바와 같이, 제1 플라즈마 발생기(81a)의 하방 영역은, 하우징(90)에 의해 실질적으로 폐쇄된 제2 처리 영역 P2가 형성되어 있고, 제2 플라즈마 발생기(81b)의 하방 영역도, 하우징(90)에 의해 실질적으로 폐쇄된 제3 처리 영역 P3이 형성되어 있다. 따라서, 회전 테이블(2)의 표면과의 거리가 작은 쪽, 즉 플라즈마 발생기(81a, 81b)가 낮게 설치되어 있는 쪽이, 더 좁은 공간을 형성한다. 여기서, 제2 처리 영역 P2에 있어서의 제1 플라즈마 발생기(81a)와 회전 테이블(2)의 표면과의 사이의 거리를 제1 거리, 제3 처리 영역 P3에 있어서의 제2 플라즈마 발생기(81b)와 회전 테이블(2)의 표면과의 사이의 거리를 제2 거리로 하면, 제1 거리보다도 상대적으로 작은 제2 거리에 의해, 제3 처리 영역 P3에 있어서는, 웨이퍼(W)에 도달하는 이온량이, 제2 처리 영역 P2와 비교해서 많아진다. 따라서, 제3 처리 영역 P3에 있어서는, 웨이퍼(W)에 도달하는 라디칼량도, 제2 처리 영역 P2와 비교해서 많아진다.
- [0065] 또한, 제1 플라즈마 발생기(81a)와 회전 테이블(2)의 표면과의 사이의 제1 거리와, 제2 플라즈마 발생기(81b)와 회전 테이블(2)의 표면과의 사이의 제2 거리는, 제1 거리가 제2 거리보다 넓은 한, 여러 가지의 값으로 할 수 있지만, 예를 들어 제1 거리가 80mm 이상 150mm 이하, 제2 거리가 20mm 이상 80mm 미만의 범위 내로 설정되어도 된다. 단, 거리는, 용도에 따라서 다양하게 변경할 수 있고, 이들 값에 한정되는 것은 아니다.
- [0066] 다시, 본 실시 형태에 관한 성막 장치의 다른 구성 요소에 대해서, 설명한다.
- [0067] 회전 테이블(2)의 외주측에 있어서, 회전 테이블(2)보다도 약간 아래 위치에는, 도 2에 도시한 바와 같이, 커버체인 사이드 링(100)이 배치되어 있다. 사이드 링(100)의 상면에는, 서로 주위 방향으로 이격하도록 예를 들어 2개소에 배기구(61, 62)가 형성되어 있다. 다른 표현을 하면, 진공 용기(1)의 바닥면에는, 2개의 배기구가 형성되고, 이들 배기구에 대응하는 위치에 있어서의 사이드 링(100)에는, 배기구(61, 62)가 형성되어 있다.

- [0068] 본 명세서에 있어서는, 배기구(61, 62) 중 한쪽 및 다른 쪽을, 각각, 제1 배기구(61), 제2 배기구(62)라 칭한다. 여기에서는, 제1 배기구(61)는, 분리 가스 노즐(42)과, 이 분리 가스 노즐(42)에 대하여 회전 테이블의 회전 방향 하류측에 위치하는 제1 플라즈마 발생기(81a)와의 사이에 형성되어 있다. 또한, 제2 배기구(62)는 제2 플라즈마 발생기(81b)와, 이 플라즈마 발생기(81b)보다도 회전 테이블(2)의 회전 방향 하류측의 분리 영역(D)과의 사이에 형성되어 있다.
- [0069] 제1 배기구(61)는, 제1 처리 가스나 분리 가스를 배기하기 위한 것이고, 제2 배기구(62)는 플라즈마 처리용 가스나 분리 가스를 배기하기 위한 것이다. 이들 제1 배기구(61) 및 제2 배기구(62)는, 각각, 나비 밸브 등의 압력 조정부(65)가 개재 설치된 배기관(63)에 의해, 진공 배기 기구인 예를 들어 진공 펌프(64)에 접속되어 있다.
- [0070] 진술한 바와 같이, 중심부 영역(C)측으로부터 외측 에지측에 걸쳐 하우징(90)을 배치하고 있으므로, 플라즈마 처리 영역 P2, P3에 대하여 회전 테이블(2)의 회전 방향 상류측으로부터 통류해 오는 가스는, 이 하우징(90)에 의해 배기구(62)를 향하려고 하는 가스류가 규제되어 버리는 경우가 있다. 그로 인해, 하우징(90)보다도 외주측에 있어서의 사이드 링(100)의 상면에는, 가스가 흐르기 위한 홈 형상의 가스 유로(101)(도 1 및 도 2 참조)가 형성되어 있다.
- [0071] 천장판(11)의 하면에 있어서의 중앙부에는, 도 1에 도시한 바와 같이, 볼록 형상부(4)에 있어서의 중심부 영역(C)측의 부위와 연속해서 주위 방향에 걸쳐 개략 링 형상으로 형성됨과 함께, 그 하면이 볼록 형상부(4)의 하면 [천장면(44)]과 같은 높이로 형성된 돌출부(5)가 설치되어 있다. 이 돌출부(5)보다도 회전 테이블(2)의 회전 중심측에 있어서의 코어부(21)의 상방측에는, 중심부 영역(C)에 있어서 각종 가스가 서로 혼합되는 것을 억제하기 위한 래비린스 구조부(110)가 배치되어 있다.
- [0072] 진술한 바와 같이 하우징(90)은 중심부 영역(C)측에 가까운 위치까지 형성되어 있으므로, 회전 테이블(2)의 중앙부를 지지하는 코어부(21)는, 회전 테이블(2)의 상방측 부위가 하우징(90)을 피하도록 회전 중심측에 형성되어 있다. 그로 인해, 중심부 영역(C)측에서는, 외측 에지부보다도, 각종 가스끼리가 혼합되기 쉬운 상태로 되어 있다. 그로 인해, 코어부(21)의 상방측에 래비린스 구조부(110)를 형성함으로써, 가스의 유로를 만들어, 가스끼리가 혼합되는 것을 방지할 수 있다.
- [0073] 보다 구체적으로는, 래비린스 구조부(110)는 회전 테이블(2)측으로부터 천장판(11)측을 향해 수직으로 신장하는 벽부와, 천장판(11)측으로부터 회전 테이블(2)을 향해서 수직으로 신장하는 벽부가, 각각 주위 방향에 걸쳐 형성됨과 함께, 회전 테이블(2)의 반경 방향에 있어서 교대로 배치된 구조를 갖는다. 래비린스 구조부(110)에서는, 예를 들어 원료 가스 노즐(31)로부터 토출되어서 중심부 영역(C)을 향하려고 하는 제1 처리 가스는, 래비린스 구조부(110)를 극복해 갈 필요가 있다. 그로 인해, 중심부 영역(C)을 향함에 따라서 유속이 느려져, 확산되기 어려워진다. 결과적으로, 처리 가스가 중심부 영역(C)에 도달하기 전에, 중심부 영역(C)에 공급되는 분리 가스에 의해, 처리 영역 P1측으로 복귀되게 된다. 또한, 중심부 영역(C)을 향하려고 하는 다른 가스에 대해서도, 마찬가지로 래비린스 구조부(110)에 의해 중심부 영역(C)에 도달하기 어려워진다. 그로 인해, 처리 가스끼리가 중심부 영역(C)에 있어서 서로 혼합되는 것이 방지된다.
- [0074] 회전 테이블(2)과 진공 용기(1)의 저면부(14)와의 사이의 공간에는, 도 1에 도시한 바와 같이, 가열 기구인 히터 유닛(7)이 설치되어 있다. 히터 유닛(7)은, 회전 테이블(2)을 개재하여 회전 테이블(2) 상의 웨이퍼(W)를 예를 들어 실온 내지 760℃ 정도로 가열할 수 있는 구성으로 되어 있다. 또한, 도 1에 있어서의 참조 부호 71a는, 히터 유닛(7)의 측방측에 설치된 커버 부재이며, 참조 부호 7a는, 이 히터 유닛(7)의 상방측을 덮는 덮개 부재이다. 또한, 진공 용기(1)의 저면부(14)에는 히터 유닛(7)의 하방측에 있어서, 히터 유닛(7)의 배치 공간을 피지하기 위한 피지 가스 공급관(73)이, 주위 방향에 걸쳐 복수 개소에 설치되어 있다.
- [0075] 도 2에 도시한 바와 같이, 진공 용기(1)의 측벽에는 웨이퍼(W)의 수수를 행하기 위한 반송구(15)가 형성되어 있다. 이 반송구(15)는, 게이트 밸브(G)보다 기밀하게 개폐 가능하게 구성되어 있다.
- [0076] 회전 테이블(2)의 오목부(24)는, 이 반송구(15)에 면하는 위치에서 반송 아암(10)과의 사이에서 웨이퍼(W)의 수수가 행하여진다. 그로 인해, 회전 테이블(2)의 하방측 수수 위치에 대응하는 개소에는, 오목부(24)를 관통해서 웨이퍼(W)를 이면으로부터 들어올리기 위한 도시하지 않은 승강 핀 및 승강 기구가 설치되어 있다.
- [0077] 또한, 본 실시 형태에 관한 성막 장치에는, 장치 전체의 동작을 제어하기 위한 컴퓨터로 이루어지는 제어부(120)가 설치되어 있다. 이 제어부(120)의 메모리 내에는, 후술하는 기관 처리를 행하기 위한 프로그램이 저장되어 있다. 이 프로그램은, 장치의 각종 동작을 실행하도록 스텝군이 짜여져 있고, 하드 디스크, 콤팩트 디스크, 광자기 디스크, 메모리 카드, 플래시블 디스크 등의 기억 매체인 기억부(121)로부터 제어부(120) 내에 인스

틀린다.

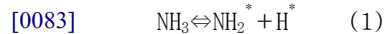
[0078] [성막 방법]

[0079] 이어서, 본 발명의 실시 형태에 관한 성막 방법에 대해서 설명한다. 본 발명의 실시 형태에 관한 성막 방법은, ALD법(Atomic Layer Deposition, 원자층 퇴적법) 또는 MLD법(Molecular Layer Deposition, 분자층 퇴적법)에 의한 성막이 가능한 성막 장치이면, 다양한 성막 장치에 의해 실시할 수 있지만, 본 실시 형태에서는, 상술한 회전 테이블식의 성막 장치를 사용해서 실시하는 예에 대해서 설명한다.

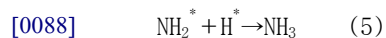
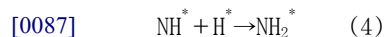
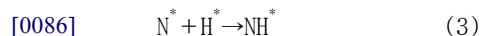
[0080] 또한, 제1 플라즈마 처리를 행하는 제2 처리 영역 P2에 있어서의 플라즈마 발생기(81a)와 회전 테이블(2)과의 사이의 제1 거리가, 제2 플라즈마 처리를 행하는 제3 처리 영역 P3에 있어서의 플라즈마 발생기(81b)와 회전 테이블(2)과의 사이의 제2 거리보다도 크게 설정한 예를 들어 설명한다. 또한, 원료 가스 노즐(31)로부터 공급하는 원료 가스로서는 DCS(SiH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>, 디클로로실란), 제1 플라즈마 처리용 가스 노즐(32)로부터 공급하는 제1 플라즈마 처리용 가스로서는 NH<sub>3</sub>, Ar 및 H<sub>2</sub>의 혼합 가스, 제2 플라즈마 처리용 가스 노즐(33)로부터 공급하는 제2 플라즈마 처리용 가스 노즐로서는 NH<sub>3</sub>, N<sub>2</sub> 및, Ar의 혼합 가스를 사용하는 예를 들어서 설명한다. 단, 이들은 일례로서 드는 것이며, 원료 가스로서는 여러 가지 Si 함유 가스, 제1 플라즈마 처리용 가스로서는 여러 가지 질화 가스, 제2 플라즈마 처리용 가스로서는 여러 가지 NH<sub>3</sub> 및 N<sub>2</sub>의 양쪽을 함유하는 개질 가스를 사용할 수 있다.

[0081] 본 실시 형태에서는, 제1 플라즈마 처리용 가스로서, NH<sub>3</sub>을 함유하지만 N<sub>2</sub>를 함유하지 않는 질화 가스를 사용하고, 제2 플라즈마 처리용 가스로서, NH<sub>3</sub> 및 N<sub>2</sub>를 함유하는 개질 가스를 사용하지만, 먼저 그 이유에 대해서 설명한다.

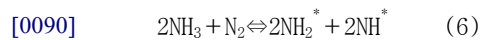
[0082] 플라즈마 그 중에서, NH<sub>3</sub>, N<sub>2</sub>가 단독 가스로서 각각 존재할 경우에는, 이하의 식(1), (2)에 나타낸 바와 같이, 각각에서 가역 반응이 발생한다.



[0085] 2개의 가스가 플라즈마 중에 존재할 경우에는, 이하의 식(3) 내지 (5)에 나타낸 바와 같이, N<sup>\*</sup>이 H<sup>\*</sup>과 반응함으로써, NH<sup>\*</sup>, NH<sub>2</sub><sup>\*</sup>의 양쪽이 발생하고, 질화력이 증가됨과 함께, 식(1), (2)의 가역 반응을 방지한다.



[0089] 따라서, 식(6)에 나타낸 바와 같이, 결과적으로는 NH<sub>3</sub>에 N<sub>2</sub>를 첨가해서 플라즈마에 의해 활성화함으로써, 질화력을 증가시키는 방향으로 작용한다.



[0091] 이러한 메카니즘을 이용하고, 본 실시 형태에서는 개질용 제2 플라즈마 처리용 가스로서, NH<sub>3</sub>과 N<sub>2</sub>의 혼합 가스를 사용하고, 질화력을 높여, 막질을 향상시킨다.

[0092] 단, N<sub>2</sub>가 어떤 농도 이상이 되었을 경우에는, 질화 가스인 NH<sub>3</sub>을 지나치게 희석해, 질화원인 NH<sub>3</sub>이 부족해 버리므로, NH<sub>3</sub>/N<sub>2</sub>의 최적인 유량비가 존재한다. 이하, 그 유량비에 대해서도 언급하면서 본 발명의 실시 형태에 관한 성막 방법에 대해서 설명한다.

[0093] 우선, 상술한 성막 장치로의 웨이퍼(W)의 반입 시에는, 우선 게이트 밸브(G)를 개방한다. 그리고 회전 테이블(2)을 간헐적으로 회전시키면서, 반송 아암(10)에 의해 반송구(15)를 개재하여 회전 테이블(2) 위에 적재한다.

- [0094] 계속해서, 게이트 밸브(G)를 폐쇄하고, 히터 유닛(7)에 의해, 웨이퍼(W)를 소정의 온도로 가열한다. 웨이퍼(W)의 온도는, 용도에 따라서 적절히 적절한 값으로 설정되어도 되지만, 300 내지 600℃의 범위로 설정되어도 되고, 예를 들어 400℃ 정도로 설정되어도 된다.
- [0095] 계속해서, 제1 처리 가스 노즐(31)로부터 원료 가스인 DCS를, 소정의 유량으로 공급함과 함께, 제1 플라즈마 처리용 가스 노즐(32) 및 제2 플라즈마 처리용 가스 노즐(34)로부터, 소정의 유량으로 제1 및 제2 플라즈마 처리용 가스를 공급한다. 여기서, 제1 플라즈마 처리용 가스는 NH<sub>3</sub>, Ar 및 H<sub>2</sub>의 혼합 가스이며, 제2 플라즈마 처리용 가스는 NH<sub>3</sub>, N<sub>2</sub> 및, Ar의 혼합 가스이다. 제1 플라즈마 처리용 가스는, 웨이퍼(W)의 표면에 흡착된 Si 함유 가스와 반응해서 SiN막의 분자층을 웨이퍼(W)의 표면 상에 퇴적시키기 위한 질화 가스이며, 제2 플라즈마 처리용 가스는, 웨이퍼(W)의 표면 상에 퇴적된 SiN막을 더욱 질화하여, SiN막의 막질을 향상시키기 위한 개질 가스이다. 개질 가스가, 상술한 식(6)의 반응을 발생하는 가스이며, 질화력을 높이는 효과를 갖는다.
- [0096] 그리고 압력 조정부(65)에 의해 진공 용기(1) 내를 소정의 압력으로 조정한다. 또한, 플라즈마 발생기(81a, 81b)에서는, 각각, 안테나(83)에 대하여 소정의 출력의 고주파 전력을 인가한다. 또한, 압력은 용도에 따라서 적절한 값으로 설정되어도 좋지만, 0.2 내지 2.0Torr의 범위로 설정되어도 되고, 예를 들어, 0.75Torr 정도로 설정되어도 된다.
- [0097] 이하, 도 2를 사용해서 설명한다. 웨이퍼(W)의 표면에서는, 회전 테이블(2)의 회전에 의해 제1 처리 영역 P1에 있어서 원료 가스(Si 함유 가스)인 DCS가 흡착된다. 제1 처리 가스가 흡착된 웨이퍼(W)는, 회전 테이블(2)의 회전에 의해, 분리 영역(D)을 통과한다. 이 분리 영역(D)에서는, 웨이퍼(W)의 표면에 분리 가스가 공급되어, 제1 처리 가스에 관한, 불필요한 물리 흡착분이 제거된다.
- [0098] 웨이퍼(W)는 이어서, 회전 테이블(2)의 회전에 의해, 제2 처리 영역 P2에 도달한다. 제2 처리 영역 P2에서는, 제1 플라즈마 처리용 가스 노즐(32)로부터 공급된 제1 플라즈마 처리용 가스(NH<sub>3</sub> 함유 가스)이 플라즈마에 의해 활성화되고, NH<sub>2</sub><sup>\*</sup>에 의해 DCS가 질화되어, 형성된 실리콘 질화막(SiN막)이 웨이퍼(W)의 표면 상에 퇴적한다.
- [0099] 여기서, 제1 플라즈마 처리용 가스는, NH<sub>3</sub> 함유 가스 등의 질화 가스이면, 여러 가지 가스를 사용할 수 있지만, 예를 들어 Ar, NH<sub>3</sub> 및 H<sub>2</sub>를 함유하는 혼합 가스라도 된다. 또한, Ar, NH<sub>3</sub> 및 H<sub>2</sub>의 함유량 및 비율도, 용도에 따라서 여러 가지 설정으로 해도 되지만, 예를 들어 Ar을 2000sccm, NH<sub>3</sub>을 300sccm, H<sub>2</sub>를 600sccm 함유하는 혼합 가스라도 된다. 제1 플라즈마 처리용 가스는, 웨이퍼(W)의 표면에 흡착된 Si 성분의 질화에 중점을 두고, 질화 원인 NH<sub>3</sub>을 충분히 공급한다. 따라서, 제1 플라즈마 처리용 가스에는, N<sub>2</sub>를 함유하지 않는다. 또한, 제1 플라즈마 발생기(81a)는, 제2 플라즈마 발생기(81b)보다도 높은 위치에 설치되어, NH<sub>3</sub>을 플라즈마화한 NH<sub>2</sub><sup>\*</sup>이 웨이퍼(W)의 전체면에 넓게 널리 퍼지도록 한다. NH<sub>2</sub><sup>\*</sup>은, 넓게 확산되는 성질을 가지므로, 이 역할에 적합하다고 할 수 있다.
- [0100] 또한, 일반적으로, 플라즈마 처리용 가스의 플라즈마에 의해 발생하는 활성종으로서, 이온 및 라디칼이 알려져 있고, 이온은 주로 질화막의 개질 처리에 기여하고, 라디칼은 주로 질화막의 형성 처리에 기여한다. 또한, 이온은 라디칼과 비교하여 수명이 짧고, 플라즈마 발생부(81a, 81b)와 회전 테이블(2)과의 사이의 거리를 길게 함으로써, 웨이퍼(W)에 도달하는 이온 에너지가 크게 감소된다.
- [0101] 여기서, 제2 처리 영역 P2에서는, 제1 플라즈마 발생부(81a)와 회전 테이블(2)과의 사이의 거리가, 제2 거리와 비교해서 큰 거리로 설정되어 있다. 이 비교적 큰 제1 거리에 의해, 제2 처리 영역 P2에 있어서, 웨이퍼(W)에 도달하는 이온은 크게 저감되어, 웨이퍼(W)에는 주로 라디칼이 공급된다. 즉, 제2 처리 영역 P2에 있어서, 웨이퍼(W) 상의 제1 처리 가스는, 비교적 이온 에너지가 작은 플라즈마에 의해, (초기)질화되어, 박막성분인 질화막의 분자층이 1층 또는 복수층 형성된다. 또한, 형성된 질화막은 플라즈마에 의해, 어느 정도의 개질 처리도 이루어진다.
- [0102] 또한, 성막 프로세스의 초기에 있어서는, 활성종 웨이퍼에 대한 영향이 커, 예를 들어 이온 에너지가 큰 플라즈마를 사용한 경우, 웨이퍼 자신이 질화되어 버는 경우가 있다. 이 관점에서, 제2 처리 영역 P2에 있어서의 처리에서는, 우선 비교적 이온 에너지가 작은 플라즈마에 의해 플라즈마 처리를 행하는 것이 바람직하다.
- [0103] 제1 거리로서는 한정되지 않지만, 비교적 이온 에너지가 작은 플라즈마에 의해, 효율적으로 웨이퍼(W) 상에 질

화막을 성막하는 관점에서, 80mm 이상 150mm 이하의 범위 내로 하는 것이 바람직하며, 예를 들어 90mm로 설정해도 된다.

[0104] 이어서, 제2 처리 영역 P2를 통과한 웨이퍼(W)는, 회전 테이블(2)의 회전에 의해, 제3 처리 영역 P3에 도달한다. 제3 처리 영역 P3에서는, 제2 플라즈마 처리용 가스 노즐(33)로부터 제공된 제2 플라즈마 처리용 가스를 플라즈마로 활성화함으로써, SiN막이 더욱 질화되어, 퇴적된 SiN막이 개질 처리된다.

[0105] 여기서, 제2 플라즈마 처리용 가스는, NH<sub>3</sub> 및 N<sub>2</sub>의 양쪽을 함유하는 개질 가스이면, 여러 가지 가스를 사용할 수 있지만, 예를 들어 Ar, NH<sub>3</sub> 및 N<sub>2</sub>를 함유하는 혼합 가스라도 된다. 또한, Ar, NH<sub>3</sub> 및 N<sub>2</sub>의 함유량(유량) 및 비율도, 용도에 따라서 여러 가지 설정으로 해도 좋지만, NH<sub>3</sub> 대 N<sub>2</sub>의 비율은, N<sub>2</sub>가 NH<sub>3</sub>보다도 높은 유량을 갖는 비율로 설정되는 것이 바람직하고, N<sub>2</sub>가 NH<sub>3</sub>의 2배 이상의 유량을 갖는 비율로 설정되는 것이 보다 바람직하다. 또한, N<sub>2</sub>가 NH<sub>3</sub>의 3배 이상의 유량을 갖는 비율로 설정되는 것이 더욱 바람직하고, N<sub>2</sub>가 NH<sub>3</sub>의 3배 이상의 유량을 갖는 비율로 설정되는 것이 한층 더 바람직하다. 예를 들어, Ar의 유량을 2000sccm으로 했을 때에, NH<sub>3</sub>(sccm)/N<sub>2</sub>(sccm)는 600/1400, 500/1500, 300/1700, 200/1800 등의 비율로 할 수 있다. 나중에, 실시예를 사용해서 설명하지만, 상술한 비율 중, 가장 양호한 면내 균일성으로 성막할 수 있었던 것은, NH<sub>3</sub>/N<sub>2</sub>=300/1700이었다. 이와 같이, 제2 플라즈마 처리용 가스의 NH<sub>3</sub>/N<sub>2</sub>의 비율은, N<sub>2</sub>가 NH<sub>3</sub>의 3배 이상의 함유량이 되는 설정인 것이 바람직하다.

[0106] 이러한 비율로 NH<sub>3</sub> 및 N<sub>2</sub>를 함유하는 혼합 가스를 제2 플라즈마 처리용 가스 노즐(33)로부터 공급하고, 제2 플라즈마 발생기(81b)에서 발생한 플라즈마를 사용해서 활성화함으로써, 상술한 식(6)에서 설명한 반응이 일어나, 질화력을 높일 수 있다. 또한, N<sub>2</sub>의 플라즈마는 수명은 짧지만, 높은 에너지를 가짐과 함께, 너무 확산되지 않아, 안테나(83) 밑에 집중하는 성질이 있다. 제2 플라즈마 발생기(81b)의 안테나(83)는, 반경 방향에 있어서 웨이퍼(W)의 양단보다도 길게 형성되어 있으므로, 안테나(83) 밑에 NH<sub>2</sub><sup>\*</sup>, NH<sup>\*</sup>을 집중시킬 수 있어, 웨이퍼(W)의 직경 방향 단부에 있는 SiN막도 충분히 질화할 수 있다. 이에 의해, 웨이퍼(W) 상의 SiN막의 면내 균일성을 높일 수 있다.

[0107] 또한, 제3 처리 영역 P3에서는, 제2 플라즈마 발생부(81b)와 회전 테이블(2)과의 사이의 거리가, 전술한 제1 거리보다도 작은 제2 거리로 설정되어 있다. 제1 거리보다도 상대적으로 작은 제2 거리에 의해, 제3 처리 영역 P3에 있어서는, 웨이퍼(W)에 도달하는 이온량이, 제2 처리 영역 P2와 비교해서 많아진다. 또한, 유의해야 할 것은, 제3 처리 영역 P3에 있어서는, 웨이퍼(W)에 도달하는 라디칼량도, 제2 처리 영역 P2와 비교해서 많아진다고 하는 것이다. 따라서, 제3 처리 영역 P3에 있어서는, 웨이퍼(W) 상의 제1 처리 가스는, 비교적 이온 에너지가 커, 고밀도의 라디칼을 갖는 플라즈마에 의해 질화되어, 형성된 질화막은, 제2 처리 영역 P2와 비교하여, 보다 효율적으로 개질 처리된다.

[0108] 제2 거리로서는, 제1 거리보다도 작으면 한정되지 않지만, 보다 효율적으로 질화막을 개질하는 관점에서, 20mm 이상 80mm 미만의 범위 내로 하는 것이 바람직하며, 예를 들어 60mm의 거리(높이)로 설정해도 된다.

[0109] 플라즈마 처리된 웨이퍼(W)는, 회전 테이블(2)의 회전에 의해, 분리 영역(D)을 통과한다. 이 분리 영역(D)은, 불필요한 질화 가스, 개질 가스가, 제1 처리 영역 P1로 침입하지 않도록, 제1 처리 영역 P1과 제3 처리 영역 P3을 분리하는 영역이다.

[0110] 본 실시 형태에 있어서는, 회전 테이블(2)의 회전을 계속함으로써, 웨이퍼(W) 표면으로의 원료 가스(Si 함유 가스)의 흡착, 웨이퍼(W) 표면에 흡착된 원료 가스 성분(Si)의 질화 및 반응 생성물(SiN)의 플라즈마 개질이, 이 순서로 다수 회에 걸쳐 행하여진다. 즉, ALD법에 의한 성막 처리와, 형성된 막의 개질 처리가, 회전 테이블(2)의 회전에 의해, 다수 회에 걸쳐 행하여진다.

[0111] 또한, 본 실시 형태에 관한 기관 처리 장치에 있어서의 처리 영역 P1, P2 사이에는, 회전 테이블(2)의 주위 방향 양측에 분리 영역(D)을 배치하고 있다. 그로 인해, 분리 영역(D)에 있어서, 원료 가스와 플라즈마 처리용 가스의 혼합이 저지되면서, 각 가스가 배기구(61, 62)를 향해 배기되어 간다.

[0112] [실시예]

[0113] 이어서, 본 발명의 실시 형태에 관한 성막 방법을 실시한 실시예에 대해서 설명한다. 먼저, 실시예에 이용한

성막 장치는, 상술한 실시 형태에서 설명한 회전 테이블식의 2개의 플라즈마 발생기(81a, 81b)를 탑재한 ALD 성막 장치이다.

- [0114] 진공 용기(1) 내의 웨이퍼(W) 온도는, 400℃로 설정하였다. 진공 용기(1) 내의 압력은, 0.75Torr로 하였다. 회전 테이블(2)의 회전 속도는 10rpm으로 설정하였다. 제2 처리 영역 P2, 즉 제1 플라즈마 처리용 가스를 공급하는 제1 플라즈마 발생기(81a)의 회전 테이블(2)의 표면과의 거리는 90mm로 설정하였다. 또한, 제3 처리 영역 P3, 즉 제2 플라즈마 처리용 가스를 공급하는 제2 플라즈마 발생기(81b)의 회전 테이블(2)의 표면과의 거리는 60mm로 설정하였다. 원료 가스 노즐(31)로부터 공급되는 원료 가스는, Si 함유 가스인 DCS를 사용하고, 유량은 1000sccm으로 설정하였다. 제1 플라즈마 처리용 가스 노즐(32)로부터 공급되는 질화 가스는, NH<sub>3</sub>/Ar/H<sub>2</sub>의 혼합 가스로 하고, NH<sub>3</sub>의 유량을 300sccm, Ar의 유량을 2000sccm, H<sub>2</sub>의 유량을 600sccm으로 설정하였다. 이상은, 고정된 조건이다.
- [0115] 제2 플라즈마 처리용 가스 노즐(33)로부터 공급되는 개질 가스는, NH<sub>3</sub>/N<sub>2</sub>/Ar의 혼합 가스로 하고, Ar의 유량은 2000sccm으로 고정했지만, NH<sub>3</sub>(sccm)/N<sub>2</sub>(sccm)의 유량을 다양하게 변화시켰다.
- [0116] 비교예가 NH<sub>3</sub>(sccm)/N<sub>2</sub>(sccm)=2000/0이며, 이것은 종래부터 실시되고 있는 N<sub>2</sub>를 첨가하지 않는 개질 처리이다.
- [0117] 실시예 1이 NH<sub>3</sub>(sccm)/N<sub>2</sub>(sccm)=1500/500이며, 실시예 2가 NH<sub>3</sub>(sccm)/N<sub>2</sub>(sccm)=1000/1000이다. 실시예 3이 NH<sub>3</sub>(sccm)/N<sub>2</sub>(sccm)=500/1500이며, 실시예 4가 NH<sub>3</sub>(sccm)/N<sub>2</sub>(sccm)=300/1700이다. 실시예 5가 NH<sub>3</sub>(sccm)/N<sub>2</sub>(sccm)=200/1800이며, 참고예가 NH<sub>3</sub>(sccm)/N<sub>2</sub>(sccm)=0/2000이다. 참고예는, N<sub>2</sub>를 함유하고 있지만, NH<sub>3</sub>을 함유하고 있지 않아, NH<sub>3</sub>과 N<sub>2</sub>의 혼합 가스에서는 없으므로, 실시예가 아닌 참고예로 하고 있다.
- [0118] 도 9는, X축 상, 즉 회전 테이블(2)의 회전 방향에 대략 평행한 웨이퍼(W)의 중심을 통과하는 횡축 상에 있어서의 비교예, 실시예 1 내지 5 및 참고예에 관한 성막 방법의 실시 결과를 도시한 도면이다. 도 9에 있어서, 횡축은 웨이퍼(W) 상의 X축 상에 있어서의 위치, 종축은 SiN막의 막 두께를 나타내고 있다.
- [0119] 도 9에 도시된 바와 같이, NH<sub>3</sub>(sccm)/N<sub>2</sub>(sccm)=300/1700의 실시예 4에 있어서의 막 두께가 가장 크고, 또한 양호한 균일성이 얻어지고 있다. N<sub>2</sub>가 첨가되고 있지 않은 비교예는, 실시예 1 내지 5 중 어떠한 것보다도 작은 막 두께로 되어 있다. 또한, NH<sub>3</sub>을 함유하지 않는 참고예는, 비교예보다도 더욱 막 두께가 작다. 따라서, 도 9에서, X축 상에 있어서, 실시예 1 내지 6은 전부 비교예 및 참고예보다도 균일성이 양호하며, 그 중 실시예 4의 NH<sub>3</sub>(sccm)/N<sub>2</sub>(sccm)=300/1700의 유량비가 가장 양호한 것을 나타냈다.
- [0120] 도 10은, Y축 상, 즉 회전 테이블(2)의 반경 방향에 평행한 웨이퍼(W)의 중심을 통과하는 종축 상에 있어서의 비교예, 실시예 1 내지 5 및 참고예에 관한 성막 방법의 실시 결과를 도시한 도면이다. 도 10에 있어서, 횡축은 웨이퍼(W) 상의 Y축 상에 있어서의 위치, 종축은 SiN막의 막 두께를 나타내고 있다.
- [0121] 도 10에 도시된 바와 같이, Y축 상에 있어서도, NH<sub>3</sub>(sccm)/N<sub>2</sub>(sccm)=300/1700의 실시예 4에 있어서의 막 두께가 가장 크고, 또한 양호한 균일성이 얻어지고 있다. N<sub>2</sub>가 첨가되어 있지 않은 비교예는, 실시예 1 내지 5 중 어느 것보다도 작은 막 두께로 되어 있다. 또한, NH<sub>3</sub>을 함유하지 않은 참고예는, 비교예보다도 더욱 막 두께가 작은 점도, 도 9와 마찬가지로이다. 따라서, 도 10에서, Y축 상에 있어서도, 실시예 1 내지 6은 전부 비교예 및 참고예보다도 균일성이 양호하며, 그 중 실시예 4의 NH<sub>3</sub>(sccm)/N<sub>2</sub>(sccm)=300/1700의 유량비가 가장 양호한 것을 나타냈다.
- [0122] 도 11은, 비교예, 실시예 1 내지 5 및 참고예에 관한 성막 방법의 성막 결과를 면내 균일성의 관점에서 도시한 도면이다. 도 11에 있어서, 횡축은 N<sub>2</sub> 농도(%)를 나타내고, 우측으로 갈수록 N<sub>2</sub> 밀도가 높아진다. 또한, 종축은 막 두께의 웨이퍼(W) 내의 균일성(±%)을 나타내고, 0에 가까울수록 균일성은 양호한 것을 의미한다.
- [0123] 도 11에 도시된 바와 같이, 실시예 4의 NH<sub>3</sub>(sccm)/N<sub>2</sub>(sccm)=300/1700의 경우가 가장 균일성이 양호하며, 이어서 실시예 5의 NH<sub>3</sub>(sccm)/N<sub>2</sub>(sccm)=200/1800의 경우 균일성이 양호하다. 계속해서, 실시예 3의 NH<sub>3</sub>(sccm)/N<sub>2</sub>(sccm)=500/1500, 새롭게 추가된 실시예 6의 NH<sub>3</sub>(sccm)/N<sub>2</sub>(sccm)=600/1400, 실시예 2의 NH<sub>3</sub>(sccm)/N<sub>2</sub>(sccm)=1000/1000, 실시예 1의 NH<sub>3</sub>(sccm)/N<sub>2</sub>(sccm)=1500/500의 순으로 양호해지고 있다. 그리고

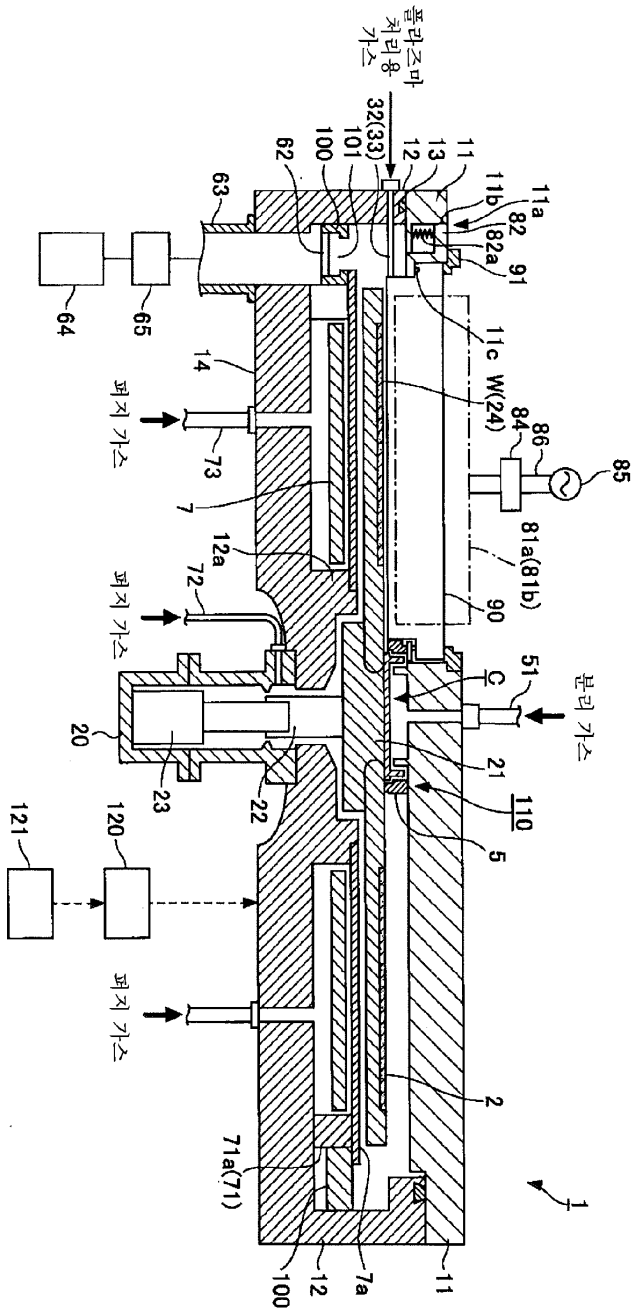
이들 실시예 1 내지 6의 균일성은, 모두 비교예의  $NH_3(\text{sccm})/N_2(\text{sccm})=2000/0$  및 참고예의  $NH_3(\text{sccm})/N_2(\text{sccm})=0/2000$ 의 경우보다도 높다.

- [0124] 이와 같이, 실시예 1 내지 6의 막 두께 균일성은, 전부 비교예 및 참고예보다도 양호하며, 그 중에서도, 실시예 4의  $NH_3(\text{sccm})/N_2(\text{sccm})=300/1700$ 의 비율이 가장 균일성이 양호한 것을 나타냈다. 즉, 제2 플라즈마 처리용 가스에 사용하는 개질 가스에는,  $NH_3$  및  $N_2$ 의 양쪽을 함유하는 혼합 가스를 사용하는 것이 바람직하고, 또한  $N_2$ 의 유량이  $NH_3$ 의 유량보다도 큰 소정의 비율로 면내 균일성을 양호하게 하는 최적값이 있는 것을 나타냈다.
- [0125] 도 12는, 비교예, 실시예 1 내지 6 및 참고예의 웨이퍼(W) 상에 성막된 SiN막의 균일성의 산출 결과를 나타낸 도면이다.
- [0126] 도 12에 있어서, 막 두께의 평균값이 WIN AVG(nm), 최댓값이 Max(nm), 최솟값이 Min(nm), 균일성이 Win Unif(%)로 나타내어지고 있다. 도 9 내지 도 11에서 나타낸 결과와 합치하여, 균일성은 실시예 4가  $\pm 1.16\%$ 로 가장 양호하며, 계속해서 실시예 5가  $\pm 1.32\%$ 로 2번째로 양호하며, 실시예 3이 1.68에서 3번째로 양호하다. 또한,  $\pm 1.92\%$ 의 실시예 6,  $\pm 2.48\%$ 의 실시예 2,  $\pm 2.99\%$ 의 실시예 1의 순으로 균일성이 양호하며, 이들은,  $\pm 3.72\%$ 의 비교예 및  $\pm 5.35\%$ 의 참고예보다도 양호한 결과로 되어 있다.
- [0127] 또한, 막 두께에 관해서도, 실시예 4가 23.09nm로 가장 두꺼워져 있고, 실시예 1 내지 6 쪽이, 비교예 및 참고예보다도 큰 막 두께가 얻어지고 있지만, 균일성 정도에는 전체적으로 큰 차이는 보이지 않는다. 따라서, 본 실시예에 의하면, 소정의 막 두께를 얻으면서, 면내 균일성을 향상시킬 수 있다.
- [0128] 도 13은, 실시예 4와 비교예의 X축 상에 있어서의 막 두께 분포를 나타낸 실시 결과이다. 도 13에 도시된 바와 같이, 실시예 4에서는, 막 두께 전체가 향상되고 있음과 함께, 좌측과 우측 단부의 막 두께가 비교예보다도 대폭으로 향상되어, 전체적으로 막 두께 균일성이 향상되고 있는 것을 알 수 있다. 즉, 비교예에 있어서는, X축 상의 중앙 영역보다도 좌측과 우측 단부의 막 두께가 크게 저하되어 있고, 산 모양의 막 두께 분포로 되어 있지만, 실시예 4에 있어서는, 좌측과 우측 단부의 막 두께 저하가 작아, 전체적으로 대략 수평한 막 두께 분포가 얻어지고 있는 것을 알 수 있다.
- [0129] 이와 같이, 최적 조건인 실시예 4에 관한 성막 방법에 의하면, 비교예보다도 막 두께 균일성을 대폭으로 향상시킬 수 있는 것을 나타냈다.
- [0130] 도 14는, 실시예 4와 비교예의 Y축 상에 있어서의 막 두께 분포를 나타낸 실시 결과이다. 도 14에 도시된 바와 같이, 실시예 4에서는, X축 상과 마찬가지로, 막 두께 전체가 향상되고 있음과 함께, 축측과 외측 단부의 막 두께가 비교예보다도 대폭으로 향상되어, 전체적으로 막 두께 균일성이 향상되고 있는 것을 알 수 있다. 즉, 비교예에 있어서는, Y축 상의 중앙 영역보다도 축측과 외측 단부의 막 두께가 크게 저하되어 있고, 산 모양의 막 두께 분포로 되어 있지만, 실시예 4에 있어서는, 축측과 외측 단부의 막 두께 저하가 작아, 전체적으로 대략 수평한 막 두께 분포가 얻어지고 있는 것을 알 수 있다. 특히, 비교예에서는 외측에 있어서 큰 막 두께의 저하가 보이지만, 실시예 4에서는 외측의 막 두께가 대폭으로 향상되고 있는 것을 알 수 있다.
- [0131] 이와 같이, 최적 조건인 실시예 4에 관한 성막 방법에 의하면, 비교예보다도 막 두께 균일성을 대폭으로 향상시킬 수 있는 것을 나타냈다.
- [0132] 또한, 실시예 1 내지 6의 조건은, 어디까지나 예시이며, 실험에 의해, 한층 더 양호한 조건을 발견할 수 있다.
- [0133] 이와 같이, 본 발명의 실시 형태 및 실시예에 관한 성막 방법에 의하면, 제1 플라즈마 처리용 가스를  $NH_3$  함유 가스로 하고, 제2 플라즈마 처리용 가스를  $NH_3$  및  $N_2$  함유 가스로 함으로써, 질화막의 면내 균일성을 향상시킬 수 있다. 또한, 제2 플라즈마 처리용 가스에 있어서,  $N_2$ 의 함유 비율을  $NH_3$ 보다도 높게 하고, 더욱 최적의 조건을 발견함으로써, 면내 균일성을 대폭으로 향상시킬 수 있다.
- [0134] 이와 같이, 본 발명의 실시 형태에 따르면, 면내 균일성이 높은 성막을 행할 수 있다.
- [0135] 이상, 본 발명의 바람직한 실시 형태 및 실시예에 대해서 상세하게 설명했지만, 본 발명은 상술한 실시 형태 및 실시예에 제한되지 않고, 본 발명의 범위를 일탈하는 일 없이, 상술한 실시 형태 및 실시예에 여러 가지 변형 및 치환을 더할 수 있다.

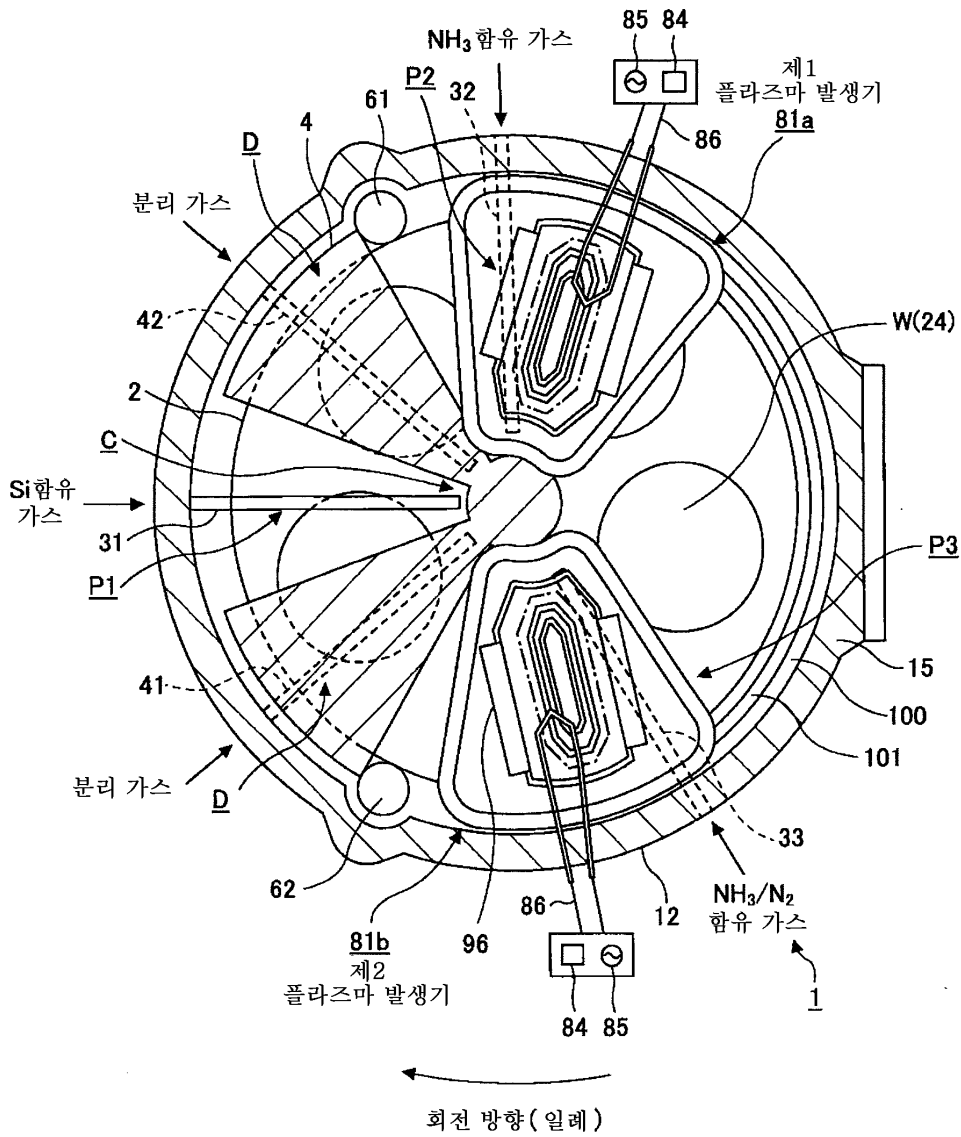


도면

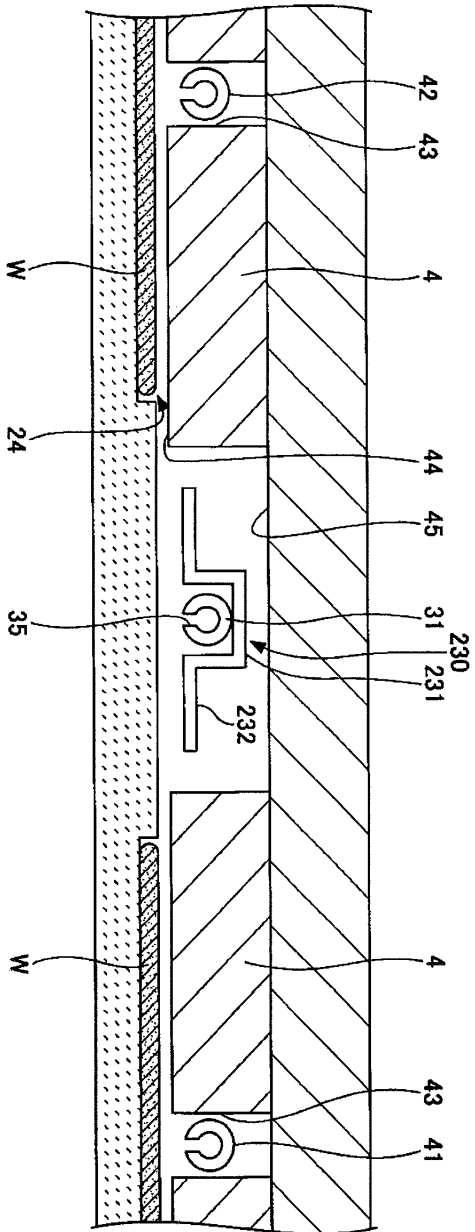
도면1



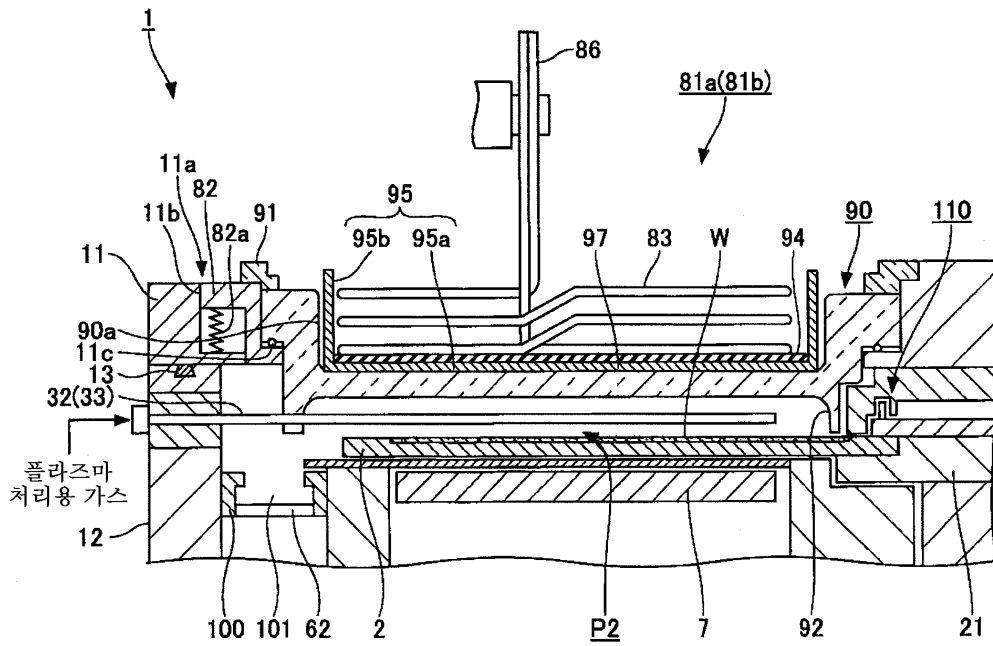
도면2



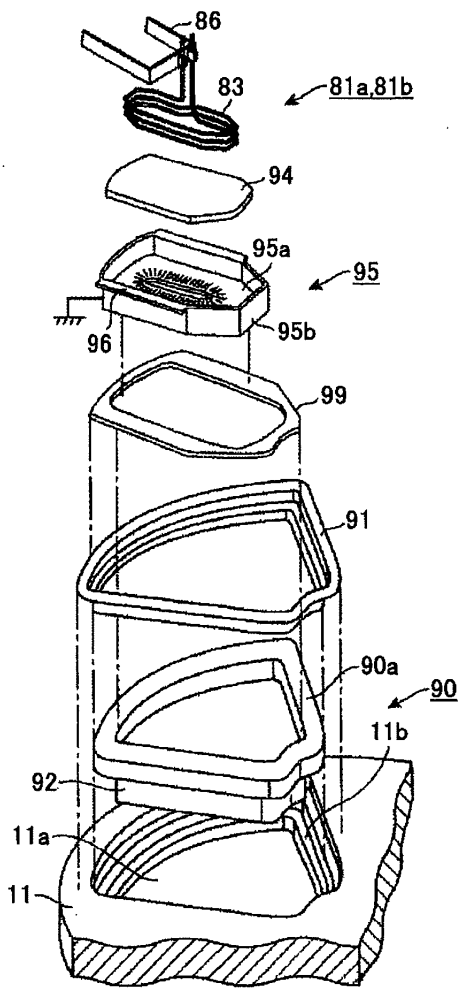
도면3



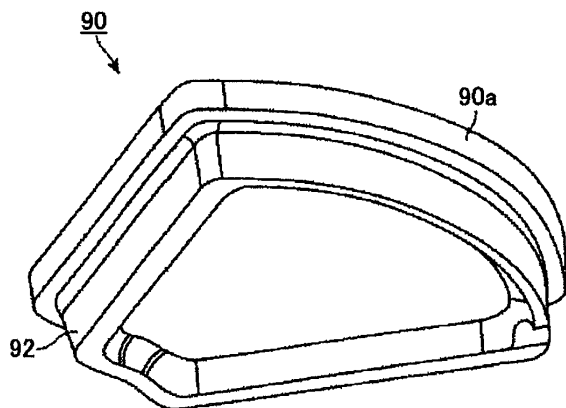
도면4



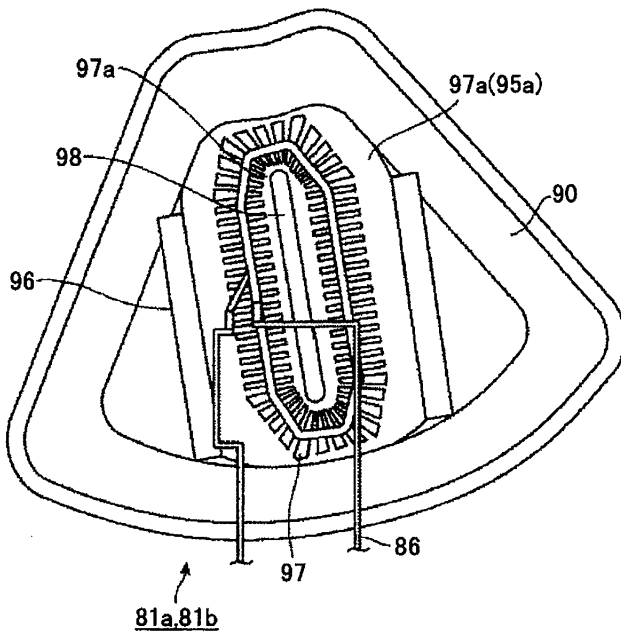
도면5



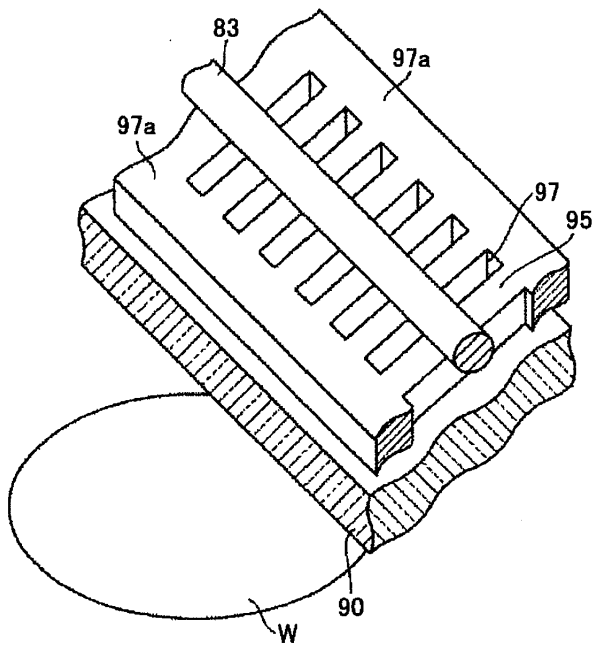
도면6



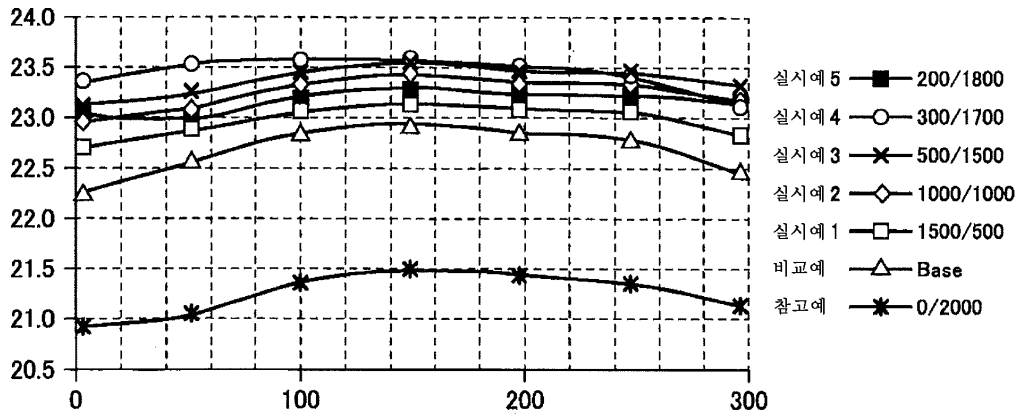
도면7



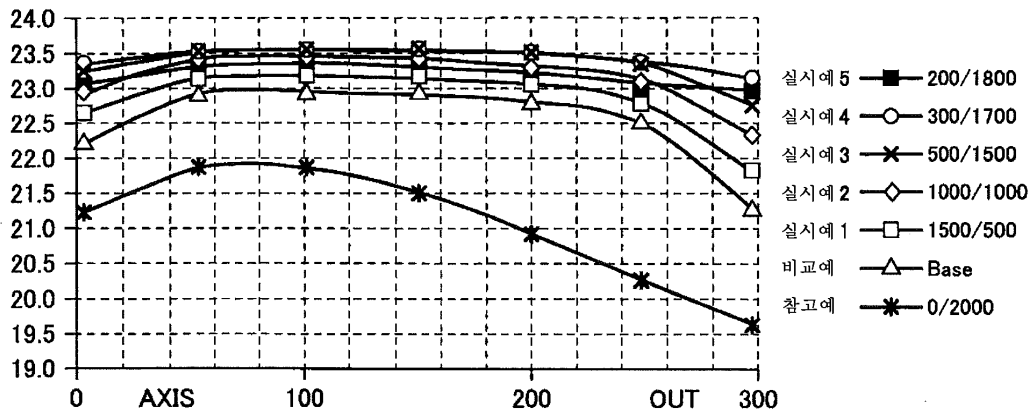
도면8



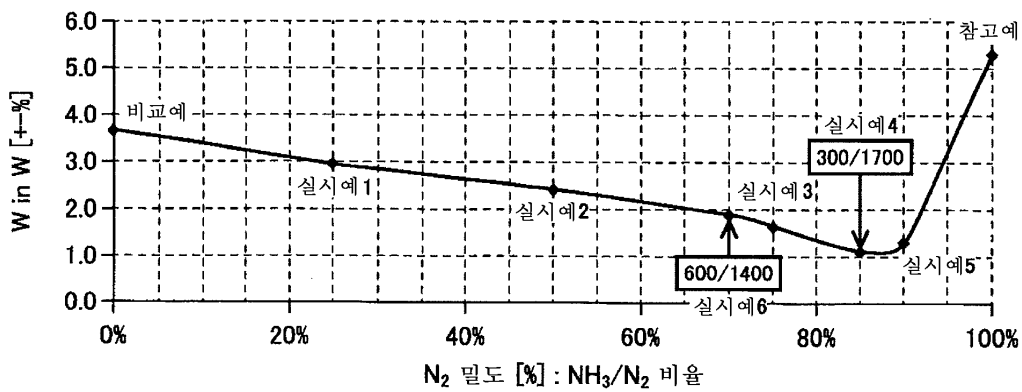
도면9



도면10



도면11

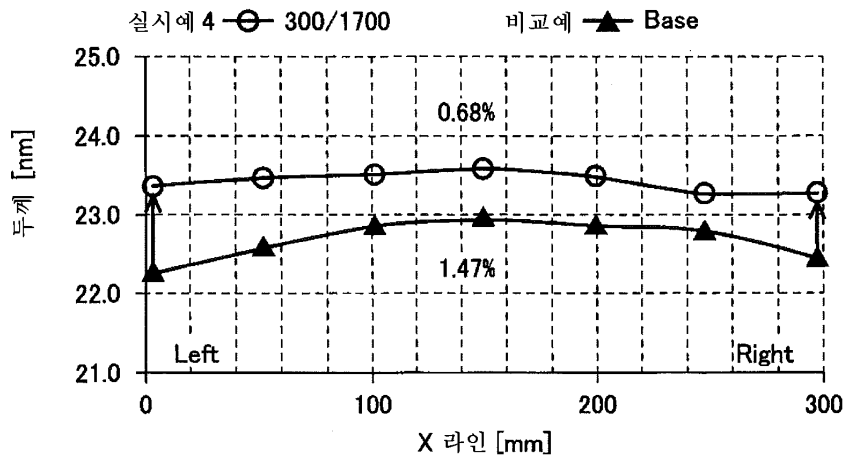


도면12

N <sub>2</sub> 농도 [%]	0%	25%	50%	70%	75%	85%	90%	100%
Dual:90/60								
	Base							
2nd RF:NH <sub>3</sub> /N <sub>2</sub>	2000/0	1500/500	1000/1000	600/1400	500/1500	300/1700	200/1800	0/2000
	비교예	실시예 1	실시예 2	실시예 6	실시예 3	실시예 4	실시예 5	참고예
Win AVG (nm)	22.43	22.78	23.07	23.26	23.25	23.33	23.09	21.02
Max (nm)	22.95	23.17	23.46	23.58	23.54	23.57	23.35	21.89
Min (nm)	21.28	21.81	22.32	22.69	22.76	23.03	22.74	19.64
Win Unif (±%)	3.72	2.99	2.48	1.92	1.68	1.16	1.32	5.35
	N <sub>2</sub> 참가							



도면13



도면14

