



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년01월06일
(11) 등록번호 10-2062948
(24) 등록일자 2019년12월30일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/02 (2006.01) H01L 21/205 (2006.01)
H01L 21/687 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 21/02274 (2013.01)
H01L 21/0228 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0173470
(22) 출원일자 2016년12월19일
심사청구일자 2018년04월23일
(65) 공개번호 10-2017-0076571
(43) 공개일자 2017년07월04일
(30) 우선권주장
JP-P-2015-252081 2015년12월24일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
KR1020100103416 A*
KR1020140106409 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
도쿄엘렉트론가부시기가이샤
일본 도쿄도 미나토쿠 아카사카 5초메 3반 1고
(72) 발명자
이케가와, 히로아키
일본 407-0192 야마나시현 니라사키시 호사카쵸
미즈자와 650 도쿄 엘렉트론 도오호꾸 가부시기가
이샤 내
와다, 히로유키
일본 407-0192 야마나시현 니라사키시 호사카쵸
미즈자와 650 도쿄 엘렉트론 도오호꾸 가부시기가
이샤 내
히시야, 가즈유키
일본 023-1101 이와테현 오오슈우시 예사시꾸 이
와야도 마쯔나가네 52 도쿄 엘렉트론 도오호꾸 가
부시기가이샤 내
(74) 대리인
장수길, 성재동

전체 청구항 수 : 총 4 항

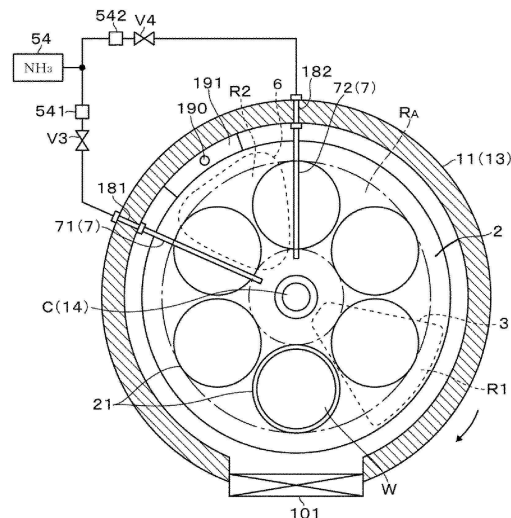
심사관 : 양진석

(54) 발명의 명칭 성막 장치

(57) 요약

세미 배치식이며, 면내 균일성이 양호한 박막을 성막하는 것이 가능한 성막 장치를 제공한다. 진공 용기(11) 내에서 기판(W)에 대하여 박막의 성막을 행하는 성막 장치에 있어서, 회전 테이블(2)은 기판 적재 영역(21)을 공전 중심 둘레로 공전시키고, 제1 가스 공급부는, 기판 적재 영역(21)이 통과하는 공전면을 상기 공전의 방향과 교차하는 방향으로 구획해서 이루어지는 제1 영역(R1)에 토출부(330)로부터 박막의 원료 가스를 공급한다. 제3 가스 공급부는, 기판 적재 영역(21)의 공전 방향과 교차하는 방향으로 신장되고, 제1 영역(R1)의 외측에 형성된 제2 영역(R2)을 사이에 두어 간격을 두고 배치됨과 함께, 각각, 반응 가스를 제2 영역(R2)측을 향해서 토출하기 위한 가스 토출 구멍(701)이 형성되고, 서로 이루는 각도가 180도 미만으로 설정된 2개의 가스 인젝터(7)를 구비한다. 플라즈마 형성부(6)는, 제2 영역(R2)을 향해서 토출된 반응 가스를 플라즈마화한다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

H01L 21/02315 (2013.01)

H01L 21/205 (2013.01)

H01L 21/68742 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

진공 용기 내에서 기관에 박막을 성막하기 위한 성막 장치에 있어서,

상기 진공 용기 내에 설치되고, 기관이 적재되는 기관 적재 영역을 회전 중심 둘레로 공전시키기 위한 회전 테이블과,

상기 기관 적재 영역이 통과하는 공전면을, 상기 기관 적재 영역의 공전 방향과 교차하는 방향으로 구획해서 이루어지는 제1 영역에, 상기 회전 테이블과 대향하도록 설치된 토출부로부터 상기 박막의 원료 가스를 공급하는 제1 가스 공급부와,

상기 토출부의 주위를 둘러싸는 제1 폐로를 따라 연장되도록 형성된 배기구로부터 배기를 행하는 배기부와,

상기 배기구의 주위를 둘러싸는 제2 폐로를 따라 연장되도록 형성된 분리 가스 공급구로부터, 상기 제2 폐로의 내외를 분리하기 위한 분리 가스를 공급하는 제2 가스 공급부와,

상기 기관 적재 영역의 공전 방향과 교차하는 방향으로 신장되고, 상기 제2 폐로의 외측에 형성된 제2 영역을 사이에 두어 간격을 두고 배치됨과 함께, 각각, 상기 원료 가스와 반응하는 반응 가스를 제2 영역측을 향해서 토출하기 위한 가스 토출 구멍이 형성된 2개의 가스 인젝터를 구비한 제3 가스 공급부와,

상기 제2 영역을 향해서 토출된 반응 가스를 플라즈마화하기 위한 플라즈마 형성부를 포함하고,

상기 2개의 가스 인젝터가 이루는 각도가 180도 미만이며,

상기 진공 용기에는, 상기 회전 테이블의 주연측으로부터, 상기 제2 영역을 향해서 상기 반응 가스를 토출하는 가스 토출 구멍을 구비한 제4 가스 공급부가 더 설치되어 있는, 성막 장치.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제2 영역보다도 회전 테이블의 외측의 위치이며, 상기 진공 용기와 회전 테이블과의 사이에 개구되어, 상기 반응 가스의 배기를 행하는 배기구를 구비한 반응 가스 배기부를 더 포함하는, 성막 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 플라즈마 형성부는, 상기 제2 영역의 평면 형상에 대응하는 영역 내에, 마이크로파를 방사하기 위한 다수의 슬롯이 형성된 슬롯판과, 상기 회전 테이블과 슬롯판과의 사이에 설치되어, 상기 슬롯판으로부터 방사되는 마이크로파가 투과하는 유전체 플레이트를 포함하는, 성막 장치.

청구항 5

제1항, 제3항 및 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1 영역은, 기관 적재 영역의 공전 방향과 교차하는 방향으로 신장되고, 간격을 두고 배치된 2변을 갖고, 상기 2변이 이루는 각도가 180도 미만인, 성막 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 기관의 표면에 대하여, 원료 가스 및 원료 가스와 반응하는 반응 가스를 공급해서 박막을 형성하는 기술에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 기관인 반도체 웨이퍼(이하, 웨이퍼라고 함) 상에 박막을 형성하는 방법의 일종으로서, 플라즈마 여기 원자(분자)층 퇴적(PE-ALD(MLD): Plasma Enhanced Atomic (Molecular) Layer Deposition)법이 알려져 있다(이하, ALD와 MLD를 통합해서 「ALD」라고 기재함). PE-ALD법에서는, 박막의 전구체를 포함하는 원료 가스에 웨이퍼를 노출함으로써, 박막의 구성 원소를 함유하는 원료 가스를 웨이퍼 상에 흡착시킨다. 계속해서, 원료 가스를 흡착시킨 웨이퍼는, 반응 가스의 플라즈마에 노출된다. 반응 가스가, 이미 설명한 전구체를 분해하고, 또는 전구체 중의 구성 원소와 결합하는 다른 구성 원소를 공급함으로써, 웨이퍼 상에 원하는 원자층이나 분자층이 형성된다. PE-ALD법에서는, 상술한 공정을 반복함으로써, 상기 원자층이나 분자층을 퇴적시킨 박막이 웨이퍼 상에 형성된다.

[0003] 상술한 PE-ALD법을 실시하는 장치로서는, 진공 용기 내에 웨이퍼를 1매씩 반입하고, 진공 용기 내에 원료 가스와 반응 가스를 전환해서 공급하는 날장식 성막 장치와, 진공 용기 내의 공간을 원료 가스가 공급되는 영역과, 반응 가스가 공급되는 영역으로 구획하고, 이 영역에 순차적으로 웨이퍼를 통과시키는 세미 배치식의 성막 장치가 알려져 있다. 세미 배치식의 성막 장치는, 상이한 영역에서 원료 가스나 반응 가스의 공급을 행하므로, 복수매의 웨이퍼를 동시에 처리하는 것이 가능하여, 날장식의 성막 장치에 비해 스루풋이 높다는 이점이 있다.

[0004] 예를 들어 특허문헌 1에 나타난 바와 같이, 출원인은, 진공 용기(처리 용기: 팔호 내에는 선행기술 문헌에서 사용하고 있는 용어를 나타내고 있다. 이하의 배경기술의 기재에서 동일함) 내에, 축선 주위로 회전 가능한 회전 테이블(적재대)을 설치함과 함께, 진공 용기 내를 원료 가스(전구체 가스)가 공급되는 제1 영역과, 플라즈마화한 반응 가스가 공급되는 제2 영역으로 구획한 세미 배치식의 성막 장치의 개발을 행하고 있다. 회전 테이블 상에는 복수의 웨이퍼가 둘레 방향으로 배열되어 설치되고, 당해 회전 테이블을 회전시킴으로써, 각 웨이퍼가 제1, 제2 영역을 교대로 반복 통과해서 성막이 행하여진다.

[0005] 특허문헌 1에 기재된 성막 장치에 있어서, 상기 제1 영역은, 회전 테이블의 상방측의 원형 공간의 일부를 둘레 방향으로 구획한 부채형의 공간으로서 구성되어 있고, 나머지 공간이 제2 영역으로 되어 있다. 제1 영역은, 원료 가스를 공급하는 토출부(분사부)의 주위를 둘러싸는 배기구, 및 이 배기구의 주위를 둘러싸고, 분리 가스(퍼지 가스)를 공급하는 분리 가스 공급구(분사구)에 의해 제2 영역으로부터 구획되어 있다.

[0006] 이 성막 장치에 의하면, 원료 가스의 흡착에 필요로 하는 시간에 비해, 보다 긴 반응 시간을 필요로 하는 반응 가스가 공급되는 제2 영역을 크게 함으로써, 양호한 막질을 갖는 박막을 성막할 수 있다.

[0007] 한편, 성막 장치에 있어서는, 웨이퍼에 성막되는 박막의 면내 균일성의 향상이 요구되고 있으며, 이 요청은 특허문헌 1에 기재된 성막 장치에서도 마찬가지이다.

[0008] 또한 특허문헌 2에는, 회전 테이블 상에 둘레 방향으로 배열되어 배치된 웨이퍼의 이동 방향과 교차하는 방향을 따라, 활성화 가스 인젝터를 배치한 세미 배치식의 성막 장치가 기재되어 있다. 그러나, 특허문헌 2에 기재된 성막 장치는, 진공 용기를 구성하는 천장면의 일부 영역을 회전 테이블에 근접시켜서 협소한 공간을 형성함으로써, 서로 다른 가스가 공급되는 영역(처리 영역)을 서로 분리하는 구조이며, 특허문헌 1에 기재된 성막 장치와는 타입이 상이하다.

[0009] 이 때문에, 특허문헌 2에는, 특허문헌 1에 기재된 제2 영역과 같이, 넓은 영역 내에서 반응 가스의 공급을 행함에 있어서, 박막의 면내 균일성을 향상시키는 것을 가능하게 하는 구성의 개시는 없다.

선행기술문헌

특허문헌

[0010] (특허문헌 0001) 일본 특허 공개 제2013-168437호 공보: 청구항 1, 단락 0010 내지 0011, 도 1, 3, 5

(특허문헌 0002) 일본 특허 공개 제2010-239103호 공보: 청구항 7, 도 2

발명의 내용

해결하려는 과제

[0011] 본 발명은 이러한 사정 하에 이루어진 것이며, 그 목적은, 세미 बै치식이며, 면내 균일성이 양호한 박막을 성막하는 것이 가능한 성막 장치를 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

- [0012] 본 발명의 성막 장치는, 진공 용기 내에서 기관에 박막을 성막하기 위한 성막 장치에 있어서, 상기 진공 용기 내에 설치되고, 기관이 적재되는 기관 적재 영역을 공전 중심 둘레로 공전시키기 위한 회전 테이블과,
- [0013] 상기 기관 적재 영역이 통과하는 공전면을, 당해 기관 적재 영역의 공전 방향과 교차하는 방향으로 구획해서 이루어지는 제1 영역에, 상기 회전 테이블과 대향하도록 설치된 토출부로부터 상기 박막의 원료 가스를 공급하는 제1 가스 공급부와,
- [0014] 상기 토출부의 주위를 둘러싸는 제1 폐로를 따라 연장되도록 형성된 배기구로부터 배기를 행하는 배기부와,
- [0015] 상기 배기구의 주위를 둘러싸는 제2 폐로를 따라 연장되도록 형성된 분리 가스 공급구로부터, 상기 제2 폐로의 내외를 분리하기 위한 분리 가스를 공급하는 제2 가스 공급부와,
- [0016] 상기 기관 적재 영역의 공전 방향과 교차하는 방향으로 신장되고, 상기 제2 폐로의 외측에 형성된 제2 영역을 사이에 두고 간격을 두고 배치됨과 함께, 각각, 상기 원료 가스와 반응하는 반응 가스를 제2 영역측을 향해서 토출하기 위한 가스 토출 구멍이 형성된 2개의 가스 인젝터를 구비한 제3 가스 공급부와,
- [0017] 상기 제2 영역을 향해서 토출된 반응 가스를 플라즈마화하기 위한 플라즈마 형성부를 구비하고,
- [0018] 상기 2개의 가스 인젝터가 이루는 각도가 180도 미만인 것을 특징으로 한다.
- [0019] 상기 성막 장치는, 이하의 구성을 구비하고 있어도 된다.
- [0020] (a) 상기 진공 용기에는, 회전 테이블의 주연측으로부터, 상기 제2 영역을 향해서 상기 반응 가스를 토출하는 가스 토출 구멍을 구비한 제4 가스 공급부가 설치되어 있는 것.
- [0021] (b) 상기 제2 영역보다도 회전 테이블의 직경 방향 외측의 위치이며, 상기 진공 용기와 회전 테이블과의 사이에 개구되어, 상기 반응 가스의 배기를 행하는 배기구를 구비한 반응 가스 배기부를 구비하는 것.
- [0022] (c) 상기 플라즈마 형성부는, 상기 제2 영역의 평면 형상에 대응하는 영역 내에, 마이크로파를 방사하기 위한 다수의 슬롯이 형성된 슬롯판과, 상기 회전 테이블과 슬롯판과의 사이에 설치되어, 당해 슬롯판으로부터 방사되는 마이크로파가 투과하는 유전체 플레이트를 구비하는 것.
- [0023] (d) 상기 제1 영역은, 기관 적재 영역의 공전 방향과 교차하는 방향으로 신장되고, 간격을 두고 배치된 2변을 갖고, 이들 2변이 이루는 각도가 180도 미만인 것.

발명의 효과

[0024] 본 발명은, 회전 테이블 상에 설치된 기관 적재 영역의 공전 방향과 교차하는 방향으로 신장되는 2개의 가스 인젝터를, 원료 가스의 공급이 행하여지는 제1 영역으로부터 구획된 제2 영역을 사이에 두고 배치하고, 양쪽의 가스 인젝터로부터 제2 영역을 향해서 반응 가스를 토출, 플라즈마화하여, 기관에 흡착된 원료 가스와 반응시켜서 박막을 형성한다. 이때, 상기 2개의 가스 인젝터가 이루는 각이 180도 미만이 되도록 설정되어 있으므로, 제1 영역 이외의 회전 테이블 상의 공간 전체를 제2 영역으로 하는 경우에 비해, 플라즈마화한 반응 가스 농도가 높고, 또한 농도 분포가 균일한 영역을 형성하는 것이 가능하게 되어, 기관 상에 면내 균일성이 높은 박막을 성막할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0025] 도 1은 본 발명의 실시 형태에 따른 성막 장치의 종단 측면도이다.
- 도 2는 상기 성막 장치의 횡단 평면도이다.
- 도 3은 상기 성막 장치를 상면측에서 본 평면도이다.
- 도 4는 상기 성막 장치에 형성되어 있는 제1 영역의 확대 종단 측면도이다.

- 도 5는 상기 제1 영역에 설치되어 있는 원료 가스 유닛을 하면측에서 본 평면도이다.
- 도 6은 상기 성막 장치에 설치되어 있는 제2 영역의 확대 종단 측면도이다.
- 도 7은 상기 제2 영역에 설치되어 있는 가스 인젝터의 배치 상태를 도시하는 모식도이다.
- 도 8은 상기 제2 영역에 설치되어 있는 플라즈마 형성부 내의 슬롯판의 평면도이다.
- 도 9는 상기 성막 장치의 작용을 도시하는 설명도이다.
- 도 10은 변형예에 관한 성막 장치의 설명도이다.
- 도 11은 실시예에 관한 막 두께 분포를 도시하는 설명도이다.
- 도 12는 비교예에 관한 막 두께 분포를 도시하는 설명도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0026] 이하, 본 발명의 실시 형태에 따른 성막 장치의 구성에 대해서, 도 1 내지 8을 참조하면서 설명한다. 본 예에서는, 전구체인 디클로로실란(SiH_2Cl_2)을 포함하는 원료 gas와, 암모니아(NH_3)를 포함하는 반응 가스를 반응시켜, 기판에 질화규소(SiN)막의 박막을 형성하는 예에 대해서 설명한다.
- [0027] 도 1, 2에 도시한 바와 같이, 성막 장치는, 성막 처리가 행하여지는 처리 공간을 이루는 진공 용기(11)와, 이 진공 용기(11) 내에 배치되고, 복수의 웨이퍼 적재 영역(21)이 형성된 회전 테이블(2)과, 회전 테이블(2)의 상방측 공간의 제1 영역(R1)을 향해서 원료 가스를 공급하기 위한 원료 가스 유닛(3)과, 제1 영역(R1)으로부터 구획된 제2 영역(R2)을 향해서 반응 가스를 공급하기 위한 가스 인젝터(7)(제1, 제2 가스 인젝터(71, 72))와, 가스 인젝터(7)로부터 공급된 반응 가스의 플라즈마를 형성하기 위한 플라즈마 형성부(6)를 구비하고 있다.
- [0028] 진공 용기(11)는, 진공 용기(11)의 측벽 및 저부를 이루는 용기 본체(13)와, 이 용기 본체(13)의 상면측의 개구를 기밀하게 막는 천장판(12)에 의해 구성되고, 평면 형상이 대략 원형인 편평한 용기이다. 진공 용기(11)(천장판(12), 용기 본체(13))는, 예를 들어 알루미늄 등의 금속으로 구성되고, 진공 용기(11)의 내면에는, 내플라즈마 처리(예를 들어, 알루미나이트 처리나 세라믹스재의 용사 처리)가 실시된다.
- [0029] 진공 용기(11) 내에는, 예를 들어 진공 용기(11)와 마찬가지로의 내플라즈마 처리가 실시된, 세라믹스재의 원판으로 이루어지는 회전 테이블(2)이 설치되어 있다. 회전 테이블(2)의 중심부에는 연직 하방으로 신장되는 회전축(14)이 설치되고, 회전축(14)의 하단부에는, 회전 테이블(2)을 연직축 주위로 회전시키기 위한 모터 등의 회전 구동 기구(15)가 설치되어 있다.
- [0030] 회전 테이블(2)의 상면에는, 적어도 1개의 웨이퍼 적재 영역(21)이 설치되어 있다. 본 예에서는 도 1에 도시한 바와 같이, 회전 테이블(2)의 회전 중심의 둘레에, 6개의 웨이퍼 적재 영역(21)이 둘레 방향으로 배열되어 설치되어 있다. 각 웨이퍼 적재 영역(21)은, 웨이퍼(W)보다도 약간 큰 직경을 갖는 원형의 오목부로서 구성되어 있다.
- [0031] 또한, 웨이퍼 적재 영역(21)의 구성은, 웨이퍼(W)를 수용할 뿐인 단순한 오목부를 형성하는 경우(예를 들어 도 7의 모식도 참조)에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어 상술한 오목부 외에, 웨이퍼(W)의 주연을 따라 당해 오목부보다 깊은 원환 형상의 홈을 형성함으로써, 원료 가스나 반응 가스의 체류 시간을 조절하는 구성을 채용해도 된다.
- [0032] 도 1, 4, 6에 도시한 바와 같이, 회전 테이블(2)의 하방에 위치하는 용기 본체(13)의 저면에는, 상기 회전 테이블(2)의 둘레 방향을 따라, 편평한 원환 형상의 환상 홈부(45)가 형성되어 있다. 이 환상 홈부(45) 내에는, 웨이퍼 적재 영역(21)이 배열되는 영역에 대응시켜서 히터(46)가 배치되어 있다. 히터(46)는, 원료 gas와 반응 가스의 플라즈마와의 반응을 진행시키는데 적합한 온도까지 회전 테이블(2) 상의 웨이퍼(W)를 가열한다. 또한, 환상 홈부(45)의 상면의 개구는, 원환 형상의 판 부재인 히터 커버(47)에 의해 막혀 있다. 예를 들어 히터 커버(47)는, 히터(46)로부터의 열 방사를 회전 테이블(2)을 향해서 공급할 수 있도록, 히터(46)로부터 방사되는 전자파를 투과하는 재료에 의해 구성된다.
- [0033] 도 2, 3 등에 도시한 바와 같이, 진공 용기(11)(용기 본체(13))의 측벽면에는, 도시하지 않은 게이트 밸브에 의해 개폐 가능하게 구성된 반출입부(101)가 설치되어 있다. 외부의 반송 기구에 보유 지지된 웨이퍼(W)는, 이 반출입부(101)를 통해서 진공 용기(11) 내에 반입된다. 반송 기구와 웨이퍼 적재 영역(21)과의 사이의 웨이퍼

(W)의 수수는, 각 웨이퍼 적재 영역(21)에 설치된 도시하지 않은 관통 구를 통해서 회전 테이블(2)의 상방 위치와 하방 위치와의 사이를 승강 가능하게 구성된 승강 핀을 사용해서 행하여지는데, 승강 핀의 기체는 생략되어 있다.

- [0034] 상술한 구성을 구비한 회전 테이블(2)에 있어서, 회전축(14)에 의해 회전 테이블(2)을 회전시키면, 도 2에 도시하는 회전 중심(C)의 주위를 각 웨이퍼 적재 영역(21)이 공전한다. 회전 테이블(2)을 회전시켰을 때 이들 웨이퍼 적재 영역(21)이 통과하는 영역을 공전면(R_A)이라 칭하면, 본 예의 공전면(R_A)은, 도 2 중에 일점 쇄선으로 둘러싼 원환 형상의 영역이 된다.
- [0035] 도 1, 4에 도시한 바와 같이, 원료 가스 유닛(3)은, 회전 테이블(2)의 상면과 대향하는 천장판(12)의 하면측에 설치된다. 또한 도 2, 3에 도시하는 바와 같이 원료 가스 유닛(3)의 평면 형상은, 웨이퍼 적재 영역(21)의 공전면(R_A)을, 웨이퍼 적재 영역(21)의 공전 방향과 교차하는 방향으로 구획해서 형성되는 부채형의 형상으로 되어 있다.
- [0036] 도 4의 확대 종단면도에 도시한 바와 같이, 예를 들어 원료 가스 유닛(3)은, 오목부나 개구가 형성된 복수매의 판재를 적층한 구조로 되어 있다. 그 결과, 원료 가스 유닛(3)의 내부에는 원료 가스가 확산하는 원료 가스 확산 공간(33)과, 원료 가스의 배기가 행하여지는 배기 공간(32)과, 원료 가스 유닛(3)의 하방측의 영역과, 원료 가스 유닛(3)의 외측의 영역을 분리하는 분리 가스가 확산하는 분리 가스 확산 공간(31)이, 하방측으로부터 이 순서대로 적층된 구조로 되어 있다.
- [0037] 최하층의 원료 가스 확산 공간(33)은, 원료 가스 공급로(17), 개폐 밸브(V1), 유량 조절부(521)를 통해서 원료 가스 공급원(52)에 접속되어 있다. 원료 가스 공급원(52)으로부터는, 디클로로실란을 포함하는 원료 가스가 공급된다.
- [0038] 도 4 및 원료 가스 유닛(3)을 하면측에서 본 평면도인 도 5에 도시한 바와 같이, 원료 가스 확산 공간(33)(원료 가스 유닛(3))의 하면에는, 원료 가스 확산 공간(33)으로부터 회전 테이블(2)측을 향해서 원료 가스를 공급하기 위한 다수의 토출 구멍(331)이 형성되어 있다.
- [0039] 도 5에 도시한 바와 같이, 토출 구멍(331)은, 동 도면 중에 파선으로 나타낸 부채형의 영역 내에 분산해서 형성되어 있다. 당해 부채형의 영역에서, 회전 테이블(2)의 반경 방향으로 신장되는 2변의 길이는, 웨이퍼 적재 영역(21)(웨이퍼(W))의 직경보다도 길게 되어 있다. 그 결과, 웨이퍼 적재 영역(21)의 공전면(R_A) 상에 배치된 원료 가스 유닛(3)의 하방측을 웨이퍼 적재 영역(21)이 통과하면, 웨이퍼 적재 영역(21) 내에 적재된 웨이퍼(W)의 전체면에 대하여 토출 구멍(331)으로부터 원료 가스가 공급되게 된다.
- [0040] 다수의 토출 구멍(331)이 형성된 상기 영역은, 원료 가스의 토출부(330)에 상당한다. 또한, 토출부(330), 원료 가스 확산 공간(33), 원료 가스 공급로(17), 개폐 밸브(V1), 유량 조절부(521), 원료 가스 공급원(52)은, 본 예의 제1 가스 공급부를 구성하고 있다.
- [0041] 도 4, 도 5에 도시한 바와 같이, 원료 가스 확산 공간(33)의 상방측에 형성된 배기 공간(32)은, 토출부(330)의 주위를 둘러싸는 폐로(제1 폐로)를 따라 연장되도록 형성된 배기구(321)에 연통하고 있다. 또한 배기 공간(32)은, 배기로(192)를 통해서 배기 수단(51)에 접속되고, 원료 가스 확산 공간(33)으로부터 원료 가스 유닛(3)의 하방측에 공급된 원료 가스를 배기 수단(51)측에 배기하는 독립된 유로가 형성되어 있다.
- [0042] 상술한 배기구(321), 배기 공간(32), 배기로(192), 배기 수단(51)은, 본 예의 배기부를 구성하고 있다.
- [0043] 또한 도 4, 도 5에 도시한 바와 같이, 상술한 배기 공간(32)의 상방측에 형성된 분리 가스 확산 공간(31)은, 배기구(321)의 주위를 둘러싸는 폐로(제2 폐로)를 따라 연장되도록 형성된 분리 가스 공급구(311)에 연통하고 있다. 또한 분리 가스 확산 공간(31)은, 분리 가스 공급로(16), 개폐 밸브(V2), 유량 조절부(531)를 통해서 분리 가스 공급원(53)에 접속되어 있다. 분리 가스 공급원(53)으로부터는, 분리 가스 공급구(311)의 내측과 외측의 분위기를 분리함과 함께, 웨이퍼(W)에 과잉으로 흡착된 원료 가스를 제거하기 위한 퍼지 가스의 역할도 행하는 분리 가스가 공급된다. 분리 가스로서는 불활성 가스인 예를 들어 질소 가스가 사용된다.
- [0044] 상술한 분리 가스 공급구(311), 분리 가스 확산 공간(31), 분리 가스 공급로(16), 개폐 밸브(V2), 유량 조절부(531), 분리 가스 공급원(53)은, 본 예의 제2 가스 공급부를 구성하고 있다.
- [0045] 이상으로 설명한 구성의 원료 가스 유닛(3)에 의하면, 토출부(330)의 각 토출 구멍(331)으로부터 공급된 원료 가스는, 회전 테이블(2)의 상면을 흐르면서 주위를 향해서 확대되어, 결국 배기구(321)에 도달해서 회전 테이블

(2)의 상면으로부터 배기된다. 따라서, 진공 용기(11) 내에서, 원료 가스가 존재하는 영역은, 제1 폐로를 따라 설치된 배기구(321)의 내측에 한정된다(제1 영역(R1)).

[0046] 또한 이미 설명한 바와 같이, 원료 가스 유닛(3)은, 웨이퍼 적재 영역(21)의 공전면(R_A)의 일부를 웨이퍼 적재 영역(21)의 공전 방향과 교차하는 방향으로 구획한 형상으로 되어 있다. 이 때문에, 회전 테이블(2)을 회전시키면, 각 웨이퍼 적재 영역(21)에 적재된 웨이퍼(W)는, 상기 제1 영역(R1)을 통과하여, 그 전체면에 원료 가스를 흡착시킬 수 있다.

[0047] 한편 배기구(321)의 주위에는, 제2 폐로를 따라 분리 가스 공급구(311)가 형성되어, 이 분리 가스 공급구(311)로부터 회전 테이블(2)의 상면측을 향해서 분리 가스의 공급이 행하여진다. 따라서, 제1 영역(R1)의 내외는, 배기구(321)에 의한 배기 및 분리 가스 공급구(311)로부터 공급되는 분리 가스에 의해 2중으로 분리되어, 제1 영역(R1)의 외측에의 원료 가스의 누출 및 제1 영역(R1)의 외측으로부터의 반응 가스 성분의 진입을 억제하는 구성으로 되어 있다.

[0048] 제1 영역(R1)의 설정 범위는, 웨이퍼(W)의 전체면에 원료 가스를 흡착시키는데 충분한 접촉 시간을 확보할 수 있고, 또한 제1 영역(R1)의 외측에 설치되어, 반응 가스의 공급이 행하여지는 제2 영역(R2)과 간섭하지 않는 범위라면 특별한 한정은 없다. 예를 들어 제1 영역(R1)의 형상을 부채형으로 설정하는 경우에는, 회전 테이블(2)의 반경 방향으로 신장되는 2변이 이루는 각도(θ_1)는, 크더라도 180도 미만, 적합하게는 10 내지 110도의 범위로 조절된다. 또한, 도 3이 번잡해지는 것을 피하기 위해서, 각도(θ_1)는 도 9에 기재되어 있다.

[0049] 이상으로 설명한 구성을 구비한 원료 가스 유닛(3)을 사용하여, 각 웨이퍼 적재 영역(21)에 적재된 웨이퍼(W)에 대하여 원료 가스를 공급한 후, 제1 영역(R1)의 외측에서 플라즈마화한 반응 가스를 공급함으로써, 웨이퍼(W)에 흡착된 원료 가스와 반응 가스가 반응해서 질화규소의 분자층이 형성된다.

[0050] 발명자들은, 상기 분자층을 퇴적시켜서 질화규소의 박막을 형성함에 있어서, 면내 균일성이 높은 박막을 형성하기 위해서는, 플라즈마화한 반응 가스 농도가 높은 영역을 형성하는 것이 중요한 것을 알아내었다. 이 점, 원료 가스 유닛(3)(제1 영역(R1)) 이외의 회전 테이블(2)의 상방 공간 전체에 반응 가스를 공급하는 방법으로는, 반응 가스의 고농도 영역을 형성하는 것이 곤란한 경우도 있다.

[0051] 따라서, 본 실시 형태의 성막 장치에서는, 2개의 가스 인젝터(7)(제1, 제2 가스 인젝터(71, 72))를 사용해서 반응 가스의 고농도 영역을 형성하고 있다. 이하, 가스 인젝터(7)를 사용해서 플라즈마화한 반응 가스를 공급하는 기구의 구성에 대해서 설명한다.

[0052] 도 2, 6 등에 도시한 바와 같이, 회전 테이블(2)의 회전 방향(본 예에서는 상면측에서 보았을 때 시계 방향)의 하류측에는, 회전 테이블(2)의 반경 방향(웨이퍼 적재 영역(21)의 공전 방향과 교차하는 방향)으로 신장되는 가늘고 긴 직선막대 형상의 가스 인젝터(7)(제1, 제2 가스 인젝터(71, 72))가, 회전 테이블(2)의 둘레 방향으로 간격을 두고 2개 삽입되어 있다.

[0053] 웨이퍼 적재 영역(21)의 웨이퍼(W)가 제1 영역(R1)을 통과한 직후에는, 분리 가스에 의해 파잉의 원료 가스의 퍼지를 한 후에도, 파잉 흡착된 원료 가스(본 예에서는 디클로로실란)가 남아 있을 가능성도 있다. 따라서 히터(46)에 의한 가열 등에 의해 파잉 흡착된 원료 가스를 방출시키는 시간을 확보하기 위해서, 반응 가스의 공급은 제1 영역(R1)으로부터 하류측으로 이격된 위치에서 행하는 것이 바람직하다.

[0054] 질화규소 박막의 성막인 경우에는, 각 가스 인젝터(7)는, 예를 들어 세라믹스제의 가늘고 긴 원기둥에 의해 구성된다. 가스 인젝터(7)의 내부는 공동으로 되어 있고, 그 길이 방향을 향해서 원료 가스가 흐르는 유로가 형성되어 있다. 그리고 도 6에 도시한 바와 같이, 가스 인젝터(7)의 측면에는, 웨이퍼 적재 영역(21)에 적재된 웨이퍼(W)의 전체면에 반응 가스를 공급 가능한 범위에 걸쳐서, 복수의 반응 가스 토출 구멍(701)이 서로 간격을 두고 형성되어 있다.

[0055] 도 2, 6에 도시한 바와 같이, 가스 인젝터(7)는, 진공 용기(11)(용기 본체(13))의 측면면으로부터 회전 테이블(2)의 회전 중심을 향해서 거의 수평하게 삽입된 2개의 가스 인젝터(7)(제1, 제2 가스 인젝터(71, 72))가 각도(θ_2)를 이루도록 배치되어 있다. 또한, 각도(θ_1)와 마찬가지로, 각도(θ_2)는 도 9에 기재되어 있다.

[0056] 각 가스 인젝터(7)는, 개폐 밸브(V3, V4)나 유량 조절부(541, 542)를 통해서 반응 가스 공급원(54)에 접속되어 있다. 반응 가스 공급원(54)으로부터는, 암모니아(NH_3)를 포함하는 반응 가스가 공급된다. 가스 인젝터(7)(제1, 제2 가스 인젝터(71, 72)), 개폐 밸브(V3, V4), 유량 조절부(541, 542) 및 반응 가스 공급원(54)은, 본 예

의 제3 가스 공급부를 구성하고 있다.

- [0057] 도 7에 모식적으로 도시된 바와 같이, 제1, 제2 가스 인젝터(71, 72)는, 후술하는 안테나부(60)에 의해 반응 가스의 플라즈마가 형성되는 플라즈마 발생 영역(P)을 향해서 반응 가스를 공급하는 것이 가능하도록, 반응 가스 토출 구멍(701)을 서로 대향하는 방향을 향해서 배치된다. 플라즈마 발생 영역(P)이 형성되는 범위는, 진공 용기(11) 내의 압력이나 원료 가스의 종류, 농도, 유량 등의 조건에 따라 변화한다.
- [0058] 이에 반해 제1, 제2 가스 인젝터(71, 72)의 배치 높이나, 그 길이 방향을 따라서 반응 가스 토출 구멍(701)을 형성하는 범위, 반응 가스 토출 구멍(701)의 방향 등에 대해서는, 플라즈마 발생 영역(P)이 형성되는 범위에 따른 각종 조건이 결정된 전체 하에서, 플라즈마 발생 영역(P) 내를 향해서 원료 가스를 토출하는 것이 가능한 상태로 설정된다. 플라즈마 발생 영역(P)의 형성 범위는, 플라즈마 발광 에리어로서 확인할 수 있다.
- [0059] 또한, 플라즈마 발생 영역(P) 내에 가스 인젝터(7)를 배치하면, 가스 인젝터(7)의 내부에서 반응 가스의 플라즈마화가 시작되어버려, 반응 가스 토출 구멍(701)으로부터 토출된 후의 반응 가스의 플라즈마의 활성이 저하되어 버릴 우려가 있다. 따라서, 도 7에 도시하는 바와 같이 가스 인젝터(7)(제1, 제2 가스 인젝터(71, 72))는, 플라즈마 발생 영역(P)의 외측의 근방 위치에 배치된다.
- [0060] 이상에서 설명한 바와 같이, 원료 가스의 공급이 행하여지는 제1 영역(R1)의 외측에 설정된 소정의 영역을 사이에 두고, 당해 영역을 향해서 반응 가스 토출 구멍(701)으로부터 반응 가스가 토출되도록 배치된 2개의 가스 인젝터(7)(제1, 제2 가스 인젝터(71, 72))를 사용함으로써, 반응 가스의 고농도 영역을 형성할 수 있다.
- [0061] 반응 가스의 고농도 영역을 형성한다는 관점에서는, 2개의 가스 인젝터(7)(제1, 제2 가스 인젝터(71, 72))가 이루는 각도($\theta 2$)는, 180도 미만으로 설정된다. 상기 각도($\theta 2$)는, 적합하게는 10 내지 110도의 범위 내, 더욱 적합하게는 40 내지 80도의 범위 내의 값이 되도록 조절하면 된다.
- [0062] 또한 도 6에 도시한 바와 같이, 본 예의 성막 장치에서는, 2개의 가스 인젝터(7)(제1, 제2 가스 인젝터(71, 72)) 사이에 끼워진 영역에, 회전 테이블(2)의 주연측에 대응하는 위치로부터 반응 가스를 공급하기 위한 주연측 반응 가스 토출 구멍(702)이 형성되어 있다. 예를 들어 주연측 반응 가스 토출 구멍(702)은, 후술하는 플라즈마 형성용의 안테나부(60)에 설치된 유전체 창(61)의 하방 영역을 향해서 반응 가스를 공급할 수 있도록, 유전체 창(61)을 지지하고, 개구부가 설치된 천장판(12)의 내주면에 설치되어 있다.
- [0063] 주연측 반응 가스 토출 구멍(702)은, 2개의 가스 인젝터(7)(제1, 제2 가스 인젝터(71, 72)) 사이에 끼워지고, 평면 형상이 삼각형으로 되어 있는 제2 영역(R2)에서의 회전 테이블(2)의 주연측의 1변을 따라, 서로 간격을 두고 복수 개소에 배치되어 있다. 그 결과, 주연측 반응 가스 토출 구멍(702)은, 도 10에 기재된 제2 영역(R2) 내에 실선으로 모식적으로 도시된 바와 같이, 상기 주연부측의 1변으로부터, 웨이퍼 적재 영역(21)의 공전 방향과 교차하는 방향을 향해서 반응 가스를 토출할 수 있다.
- [0064] 도 6에 도시한 바와 같이, 각 주연측 반응 가스 토출 구멍(702)은, 천장판(12)의 내주면의 1변을 따라 신장되도록 설치된 반응 가스 공급로(183)에 연통하고 있다. 반응 가스 공급로(183)는, 천장판(12) 외부에 설치된 개폐 밸브(V5), 유량 조절부(543)를 통해서 반응 가스 공급원(54)에 접속되어 있다. 이들 주연측 반응 가스 토출 구멍(702)을 형성함으로써, 이미 설명한 2개의 가스 인젝터(7)로부터 반응 가스가 공급되는 영역을 향해서, 반응 가스를 공급하여, 당해 영역의 반응 가스 농도를 더욱 높게 할 수 있다. 반응 가스 공급로(183), 주연측 토출 구멍(702), 개폐 밸브(V5), 유량 조절부(543), 반응 가스 공급원(54)은, 본 예의 제4 가스 공급부를 구성하고 있다. 여기서 도시의 편의상, 도 1에서는, 주연측 반응 가스 토출 구멍(702)이나 반응 가스 공급로(183) 등의 기재를 생략하고 있다.
- [0065] 또한, 제4 가스 공급부로부터 반응 가스를 공급하는 것은 필수적이지 않다. 예를 들어 가스 인젝터(7)(제1, 제2 가스 인젝터(71, 72))로부터 회전 테이블(2)의 주연부측의 영역에 대해서도 충분히 고농도의 반응 가스를 공급할 수 있는 경우 등에는, 제4 가스 공급부의 설치를 생략해도 된다.
- [0066] 계속해서, 상술한 가스 인젝터(7)로부터 공급된 반응 가스를 플라즈마화하는 플라즈마 형성부(6)의 구성에 대해서 설명한다.
- [0067] 도 3, 6에 도시하는 바와 같이 플라즈마 형성부(6)는, 진공 용기(11) 내를 향해서 마이크로파를 방사하는 안테나부(60)와, 안테나부(60)를 향해서 마이크로파를 공급하는 동축 도파관(65) 및 마이크로파 발생기(69)를 구비한다. 안테나부(60)는, 가스 인젝터(7)(제1, 제2 가스 인젝터(71, 72))로부터 반응 가스가 공급되는 영역의 상방 위치의 천장판(12)에 설치되고, 상기 영역에 대응시킨 대략 삼각형의 형상의 개구부를 막고 있다.

- [0068] 안테나부(60)는, 유전체 창(61), 슬롯판(62), 유전체 플레이트(63) 및 냉각 재킷(64)을 갖는 래디얼 라인 슬롯 안테나(RLSA(도쿄 일렉트론 가부시키키가이샤의 등록 상표))로서 구성되어 있다.
- [0069] 유전체 창(61)은, 마이크로파의 파장을 단축시키는 것이며, 예를 들어 알루미늄이나 세라믹으로 구성되고, 천장판(12)측의 개구부를 막는 것이 가능한 대략 삼각형의 평면 형상을 갖는다. 유전체 창(61)의 주연부는, 천장판(12)에 형성된 개구부의 주위의 부재에 의해 지지되어 있는 한편, 당해 주연부보다도 내측의 영역은, 진공 용기(11) 내를 향해서 노출되어 있다. 유전체 창(61)의 하면에는, 소정의 영역에 마이크로파의 에너지를 집중시킴으로써, 플라즈마를 안정되게 발생시키기 위한, 테이블면을 구비한 환상의 오목부(611)를 형성해도 된다.
- [0070] 슬롯판(62)은, 다수의 슬롯 구멍(621)이 형성된 대략 삼각형의 금속판이다. 도 8의 평면도에 일례를 나타내는 바와 같이, 슬롯판(62)에 형성된 다수의 슬롯 구멍(621)은, 상술한 삼각형의 형상의 중심으로부터 주연을 향한 직경 방향, 및 둘레 방향으로 소정의 간격으로 배치되어 있다. 또한 각 슬롯 구멍(621)은, 인접하는 슬롯 구멍(621, 621)끼리 서로 교차 또는 직교하는 방향을 향하도록 형성되어 있다.
- [0071] 또한 슬롯판(62) 상에는 유전체 플레이트(63)가 설치되어 있다. 유전체 플레이트(63)는, 예를 들어 알루미늄이나 세라믹으로 구성되고, 유전체 창(61)이나 슬롯판(62)에 대응한 대략 삼각형의 평면 형상을 갖는다. 유전체 플레이트(63) 상에는 냉각 재킷(64)이 설치되어 있다. 냉각 재킷(64)의 내부에는 냉매 유로(641)가 형성되고, 당해 냉매 유로(641)에 냉매를 통류시킴으로써 안테나부(60)를 냉각할 수 있다.
- [0072] 안테나부(60)는, 동축 도파관(65), 모드 변환기(66), 도파관(67)을 통해서 마이크로파 발생기(69)에 접속되어 있다. 동축 도파관(65)은, 그 하단부가 유전체 플레이트(63)에 접속되고, 상단부가 모드 변환기(66)에 접속된 원기둥 형상의 내측 도체(651)와, 하단부가, 예를 들어 금속제(도전성)의 냉각 재킷(64)의 상면에 접속되고, 상단부가 모드 변환기(66)에 접속됨과 함께, 그 내부에 상기 내측 도체(651)를 수용한 원통 형상의 외측 도체(652)를 구비한다.
- [0073] 마이크로파 발생기(69)는, 예를 들어 2.45GHz의 주파수의 마이크로파를 발생한다. 마이크로파 발생기(69)에서 발생한 마이크로파는, 정합기인 튜너(68), 도파관(67) 및 동축 도파관(65)에서 도파되는 전파 모드로 마이크로파를 변환하는 모드 변환기(66)를 통해서 동축 도파관(65)에 도입된다.
- [0074] 이상으로 설명한 구성에 의해, 플라즈마 형성부(6)에서는, 마이크로파 발생기(69)에서 발생시킨 마이크로파가, 동축 도파관(65)을 통해서, 유전체 플레이트(63)에 공급되고, 슬롯판(62)의 슬롯 구멍(621)을 통해서 유전체 창(61)으로부터 그 하방측의 공간에 공급된다.
- [0075] 여기서 이미 설명한 바와 같이 플라즈마 형성부(6)는, 안테나부(60)의 평면 형상이, 2개의 가스 인젝터(7)(제1, 제2 가스 인젝터(71, 72))로부터 반응 가스가 공급되는 영역의 부채 형상에 대응시킨 대략 삼각형으로 되어 있다. 따라서, 반응 가스가 플라즈마화하는 영역의 형상에 대해서도, 안테나부(60)(진공 용기(11) 내에 노출되는 유전체 창(61)의 평면 형상)에 대응한 형상으로 된다.
- [0076] 본 예의 성막 장치에서는, 반응 가스의 플라즈마가 형성되는 상술한 영역이 제2 영역(R2)으로 설정되어 있다.
- [0077] 따라서, 가스 인젝터(7)(제1, 제2 가스 인젝터(71, 72))는, 제2 영역(R2)을 사이에 두어 간격을 두고 배치된다고 바꿔 말할 수 있다. 또한 플라즈마 형성부(6)에 대해서도 당해 제2 영역(R2)을 향해서 토출된 반응 가스를 플라즈마화하는 구성으로 되어 있다고 할 수 있다. 그리고 이미 설명한 바와 같이, 가스 인젝터(7)는, 웨이퍼 적재 영역(21)의 공전 방향과 교차하는 방향으로 신장되도록 설치되고, 또한 반응 가스 토출 구멍(701)은, 웨이퍼(W)의 전체 면에 반응 가스를 공급 가능한 범위에 걸쳐서 형성되어 있다. 따라서, 회전 테이블(2)을 회전시키면, 각 웨이퍼 적재 영역(21)에 적재된 웨이퍼(W)가 제2 영역(R2)를 통과하여, 원료 가스를 흡착한 웨이퍼(W)의 전체 면에 대하여 플라즈마화한 반응 가스를 공급할 수 있다.
- [0078] 또한 도 2, 6에 도시한 바와 같이, 제2 영역(R2)이 형성되어 있는 영역의 외측에는, 회전 테이블(2)과 진공 용기(11)의 내벽면과의 사이의 용기 본체(13)의 저면측에, 회전 테이블(2)의 둘레 방향을 따라, 반응 가스를 배출하기 위한 배기 홈(191)이 형성되어 있다. 배기 홈(191)의 저부에는, 배기구(190)가 개구되고, 배기로(19)를 통해서, 진공 용기(11) 내의 진공 배기를 행하기 위한 배기 수단(55)이 접속되어 있다.
- [0079] 배기 홈(191), 배기구(190), 배기로(19) 및 배기 수단(55)은, 본 예의 반응 가스 배기부에 상당한다. 또한 제2 영역(R2)의 외측에 균등하게 배기가 행해지도록, 배기 홈(191)의 상면에, 예를 들어 다수의 개구가 형성된 정류판을 설치해도 된다.
- [0080] 도 1에 도시한 바와 같이, 성막 장치에는 제어부(8)가 설치되어 있다. 제어부(8)는, 도시하지 않은

CPU(Central Processing Unit)와 기억부를 구비한 컴퓨터로 이루어지고, 이 기억부에는 상술한 회전 테이블(2)이나 제1 내지 제4 가스 공급부, 플라스마 형성부(6)의 각 동작을 실행시키는 제어 신호를 출력하기 위한 스텝(명령)군이 짜여진 프로그램이 기록되어 있다. 이 프로그램은, 예를 들어 하드 디스크, 콤팩트 디스크, 마그네틱 옵티컬 디스크, 메모리 카드 등의 기억 매체에 저장되고, 거기로부터 기억부에 인스톨된다.

[0081] 이하, 상술한 구성을 구비한 본 예의 성막 장치의 작용에 대해서 설명한다.

[0082] 먼저, 반출입부(101)의 게이트 밸브를 개방하고, 외부의 반송 기구에 의해 진공 용기(11) 내에 웨이퍼(W)를 반입한 후, 도시하지 않은 승강 핀을 사용해서 회전 테이블(2)의 웨이퍼 적재 영역(21)에 주고 받는다. 웨이퍼(W)의 수수는, 회전 테이블(2)을 간헐적으로 회전시켜서 행하여, 모든 웨이퍼 적재 영역(21)에 웨이퍼(W)를 적재한다.

[0083] 계속해서 반송 기구를 퇴출시키고, 반출입부(101)의 게이트 밸브를 폐쇄한다. 이때 진공 용기(11) 내는 각 배기 수단(51, 55)에 의해 미리 소정의 압력으로 진공 배기되어 있다. 또한 분리 가스 공급구(311)로부터도 분리 가스의 공급이 행하여지고 있다.

[0084] 그 후, 시계 방향으로 회전 테이블(2)을 회전시켜, 미리 설정된 회전 속도를 유지하면서, 히터(46)에 의해 웨이퍼(W)를 가열한다. 도시하지 않은 온도 센서에 의해 웨이퍼(W)의 온도가 소정의 설정 온도로 된 것을 확인하면, 토출부(330)로부터 원료 가스의 공급을 개시함과 함께, 가스 인젝터(7)(제1, 제2 가스 인젝터(71, 72)), 주연측 반응 가스 토출 구멍(702)으로부터 반응 가스의 공급을 개시한다. 또한, 반응 가스의 공급 개시와 함께, 플라스마 형성부(6)의 안테나부(60)로부터의 마이크로파의 공급을 행한다.

[0085] 그 결과, 도 9에 도시하는 바와 같이 진공 용기(11) 내에서, 원료 가스 유닛(3)의 토출부(330)로부터 공급된 원료 가스는, 토출부(330)의 주위를 둘러싸는 배기 공간(32)까지의 한정된 영역인 제1 영역(R1) 내를 흐른다. 또한, 가스 인젝터(7)(제1, 제2 가스 인젝터(71, 72)), 주연측 반응 가스 토출 구멍(702)으로부터 공급된 후, 마이크로파에 의해 플라스마화되어, 배기 홈(191)의 배기구(190)에 배출되는 반응 가스에 대해서도, 제2 영역(R2) 내에서 플라스마화한 반응 가스가 고농도로 되는 흐름을 형성한다. 또한, 도 9 및 후술하는 도 10에서는, 회전 테이블(2) 상의 웨이퍼 적재 영역(21) 및 웨이퍼(W)의 기재를 생략하고 있다.

[0086] 제1 영역(R1)에 원료 가스가 공급되고, 또한 제2 영역(R2)에 플라스마화한 반응 가스가 공급되면, 각 웨이퍼 적재 영역(21)에 적재된 웨이퍼(W)는, 이들 제1 영역(R1)과, 제2 영역(R2)을 교대로 반복 통과한다. 그 결과, 웨이퍼(W)의 표면에 원료 가스 중의 디클로로실란이 흡착되고, 계속해서 플라스마화한 반응 가스 중의 암모니아와의 반응에 의해 질화규소의 분자층이 형성되고, 이렇게 해서 질화규소의 분자층이 순차 적층되어 질화규소의 박막이 성막된다.

[0087] 상술한 작용에 있어서, 제2 영역(R2)에 반응 가스를 공급함으로써, 제1 영역(R1) 이외의 진공 용기(11) 내 전체에 반응 가스를 공급하는 경우에 비해, 플라스마화한 반응 가스를 고농도로 웨이퍼(W)에 공급하는 것이 가능하게 된다. 그 결과, 후술하는 실시예에 나타난 바와 같이, 웨이퍼(W)에 형성되는 막 두께의 면내 균일성을 향상시킬 수 있다.

[0088] 여기서 회전 테이블(2)의 회전 방향에 대하여, 상류측에 배치된 제1 가스 인젝터(71) 및 하류측에 배치된 제2 인젝터(72)로부터 공급하는 반응 가스의 유량은, 등량이어도 되고, 상이해도 된다.

[0089] 예를 들어, 성막 후의 웨이퍼(W)의 막 두께 분포를 측정했을 때, 회전 테이블(2)의 회전 방향에서 보아, 먼저 제2 영역(R2)에 진입하는 웨이퍼(W)의 단부(상류 단부)측의 막 두께가 상대적으로 얇고, 나중에 제2 영역(R2)에 진입하는 웨이퍼(W)의 단부(하류 단부)측의 막 두께가 상대적으로 두꺼워지는 결과가 얻어졌다고 하자. 이 경우에는, 예를 들어 상류측에 배치된 제1 가스 인젝터(71)로부터 공급하는 반응 가스의 유량이, 하류측에 배치된 제2 가스 인젝터(72)로부터 공급하는 반응 가스의 유량보다도 커지도록 유량 조절을 행함으로써, 상술한 막 두께 분포를 평탄화하는 것이 가능한 것을 알 수 있었다.

[0090] 상술한 동작에 기초하여, 미리 설정한 시간만큼 성막을 실행하여, 원하는 막 두께를 갖는 질화규소의 박막이 형성되면, 원료 가스 및 반응 가스의 공급, 히터(46)에 의한 웨이퍼(W)의 가열을 정지한다. 그리고, 웨이퍼(W)의 온도가 미리 설정한 온도까지 저하되면, 반입시와는 반대의 동작에 의해, 반출입부(101)로부터 순차, 웨이퍼(W)를 반출해서 성막 동작을 종료한다.

[0091] 본 실시 형태의 성막 장치에 의하면 이하의 효과가 있다. 회전 테이블(2) 상에 형성된 웨이퍼 적재 영역(21)의 공전 방향과 교차하는 방향으로 신장되는 2개의 가스 인젝터(7)(제1, 제2 가스 인젝터(71, 72))를 원료 가스의

공급이 행하여지는 제1 영역(R1)으로부터 구획된 제2 영역(R2)을 사이에 두고 배치함과 함께, 양쪽의 가스 인젝터(7)로부터 제2 영역(R2)을 향해서 반응 가스를 토출하고, 또한 플라즈마화하여, 웨이퍼(W)에 흡착된 원료 가스와 반응시켜서 박막을 형성한다. 이때, 상기 2개의 가스 인젝터(7)(제1, 제2 가스 인젝터(71, 72))가 이루는 각이 180도 미만으로 되도록 설정되어 있으므로, 제1 영역(R1) 이외의 회전 테이블(2) 상의 공간 전체를 제2 영역(R2)으로 하는 경우에 비해, 플라즈마화한 반응 가스 농도가 높고, 또한 농도 분포가 균일한 영역을 형성하는 것이 가능하게 되어, 면내 균일성이 높은 박막을 기판 상에 성막할 수 있다.

[0092] 여기서 반응 가스는, 가스 인젝터(7)(제1, 제2 가스 인젝터(71, 72))를 사용해서 제2 영역(R2)에만 공급하는 경우에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어 도 10은, 제1 영역(R1)으로부터 구획된 제2 영역(R2) 이외의 영역에서도 용기 본체(13)의 내벽부측 및 회전축(14)측으로부터 반응 가스를 공급하는 예를 나타내고 있다. 도 10에서는, 도 1 내지 9를 사용해서 설명한 성막 장치와 공통의 구성 요소에는, 이들 도에서 사용한 것과 공통의 부호를 붙이고 있다.

[0093] 본 예의 성막 장치에서는, 가스 인젝터(7)를 사용해서 제2 영역(R2)에 플라즈마화한 반응 가스를 고농도로 공급함으로써, 웨이퍼(W)에 성막되는 박막의 막 두께의 면내 균일성의 향상이 도모된다. 따라서, 다른 영역에서 제2 영역(R2)보다도 저농도의 반응 가스를 공급했다고 해도, 제2 영역(R2)을 형성하지 않는 경우에 비해 면내 균일성을 향상시킬 수 있다. 또한, 제2 영역(R2) 이외의 다른 영역에도 반응 가스를 공급하는 경우에는, 도 10 중에 파선으로 나타낸 바와 같이, 이들 다른 영역의 상방에도 플라즈마 형성부(6)를 설치해도 되고, 이들 다른 영역에서는 플라즈마 형성부(6)의 설치를 생략해도 된다.

[0094] 또한, 가스 인젝터(7)(제1, 제2 가스 인젝터(71, 72))에 대해서는 도 2 등에 도시하는 바와 같이 회전 테이블(2)의 회전 중심을 향해서 반경 방향을 따라 배치하는 것도 필수적인 것은 아니다. 예를 들어 2개의 가스 인젝터(7)(제1, 제2 가스 인젝터(71, 72))를 웨이퍼 적재 영역(21)의 공전 방향과 교차하는 방향으로 배치하면서, 상면측에서 보아 제1 가스 인젝터(71)와 제2 가스 인젝터(72)가 평행해지도록 배치해도 된다. 이 경우에서의, 2개의 가스 인젝터(7)(제1, 제2 가스 인젝터(71, 72))가 이루는 각도를 정의해 두면, 회전 테이블(2)의 회전 중심을 기준으로 해서, 당해 회전 중심으로부터의 반경 방향의 거리가 동등한 위치(동심원상)에서의 제1, 제2 가스 인젝터(71, 72)를 보았을 때, 상면측에서 본 이들 가스 인젝터(7)(제1, 제2 가스 인젝터(71, 72))가 이루는 각도가 180도 미만이면 된다. 이 사고 방식은, 제1, 제2 가스 인젝터(71, 72)가 직선 막대 형상이 아니라, 만곡되어 있는 경우에도 적용할 수 있다.

[0095] 또한, 제1 영역(R1)의 형상이 부채형이 아닌 경우에 대해서도, 웨이퍼 적재 영역(21)의 공전 방향과 교차하는 방향으로 신장되는 2변이 이루는 각도는, 가스 인젝터(7)의 경우와 마찬가지로 정의할 수 있다.

[0096] 나아가, 제2 영역(R2)을 형성하기 위해 사용하는 가스 인젝터(7)의 개수도 상류측의 제1 가스 인젝터(71)에 대해서 1개만, 하류측의 제2 가스 인젝터(72)에 대해서 1개만 설치하는 예에 한정되지 않는다. 예를 들어, 제1, 제2 가스 인젝터(71, 72)를 상하 방향으로 배열해서 2개 이상씩 배치해도 된다. 이러한 경우에도, 제2 영역(R2)을 사이에 두고 배치된 복수의 제1, 제2 가스 인젝터(71, 72)의 조합에 대해서, 각 조에 2개의 제1, 제2 가스 인젝터(71, 72)가 이루는 각도가 180도 미만으로 되어 있으면 된다.

[0097] 그 밖에, 제1 영역(R1) 내에 원료 가스를 공급하는 토출부(330)의 구성은, 도 5에 도시한 다수의 토출 구멍(331)을 구비하는 다공판의 예에 한정되지 않는다. 예를 들어, 배기구(321)의 내측에, 주연부측으로부터 중앙부측을 향해서 점차 높아지도록, 반전시킨 유발 형상의 오목부를 형성하고, 오목부의 상단 위치에 설치한 1개의 가스 노즐로부터 원료 가스를 토출하는 구성으로 해도 된다.

[0098] 그리고 반응 가스를 플라즈마화하는 방법에 대해서도, RLSA 이외의 방법을 채용할 수도 있다. 예를 들어 천장판(12)의 상면측에 코일 형상의 안테나를 배치하여, 유도 결합에 의해 플라즈마를 발생시켜도 된다.

[0099] 이들 외에도, 본 실시 형태의 성막 장치에 의해 성막되는 박막의 종류도 질화규소의 예에 한정되지 않는다. 예를 들어 원료 가스로서 BTBAS(비스터셔리부틸아미노실란) 가스, 플라즈마화되는 반응 가스로서 산소(O_2) 가스를 공급하여, 산화규소(SiO_2)의 박막을 성막해도 된다. 이 경우에는, 가스 인젝터(7)의 재료로서 석영을 사용할 수도 있다.

[0100] [실시예]

[0101] (실험)

[0102] 실시 형태에 따른 성막 장치를 사용한 경우와, 가스 인젝터(7)를 사용하지 않는 종래 법으로 반응 가스를 공급

하는 성막 장치를 사용한 경우에, 웨이퍼(W)에 성막되는 질화규소막의 막 두께 분포를 측정하였다.

[0103] A. 실험 조건

[0104] (실시예)

[0105] 도 1 내지 도 9를 사용해서 설명한 성막 장치를 사용해서 실리콘 질화막의 성막을 행하였다. 제1 영역(R1)에 공급되는 원료 가스(디클로로실란 농도 100vol%)의 공급 유량은 1000ccm, 반응 가스(암모니아 농도 100vol%)의 공급 유량은 800ccm이며, 웨이퍼(W)의 가열 온도는 475℃로 설정하였다. 회전 테이블(2)의 회전 속도는 20rpm으로 설정하고, 회전 테이블(2)이 적산으로 87 회전하는 기간, 성막 처리를 행하였다. 부채형의 제1 영역(R1)에 있어서, 회전 테이블(2)의 반경 방향으로 신장되는 2변이 이루는 각도는 $\theta_1=50$ 도이며, 2개의 가스 인젝터(7)(제1, 제2 가스 인젝터(71, 72))가 이루는 각도는 $\theta_2=70$ 도이었다. 성막된 질화규소막의 막 두께 분포를 막 두께 측정기에 의해 측정하였다.

[0106] (비교예)

[0107] 도 10을 사용해서 설명한 구성의 성막 장치에 있어서, 가스 인젝터(7)(제1, 제2 가스 인젝터(71, 72))를 설치하지 않고, 회전 테이블(2)의 주연부측 및 회전축(14)측으로부터 제1 영역(R1) 이외의 영역 전체에 반응 가스를 공급하였다. 원료 가스(디클로로실란 농도 100vol%)의 공급 유량은 800ccm, 반응 가스(암모니아 농도 100vol%)의 공급 유량은 200ccm이며, 웨이퍼(W)의 가열 온도는 475℃로 설정하였다. 회전 테이블(2)의 회전 속도는 10rpm으로 설정하고, 회전 테이블(2)이 적산으로 81 회전하는 기간 중, 성막 처리를 행하였다. 성막된 질화규소막의 막 두께 분포를 막 두께 측정기에 의해 계속하였다.

[0108] B. 실험 결과

[0109] 실시예에 관한 막 두께 분포 측정 결과를 도 11에 도시하고, 비교예에 관한 마찬가지로의 결과를 도 12에 도시하였다. 실시예 및 비교예의 결과에 의하면, 실시예가 웨이퍼(W)의 면내에서 보다 더 균일한 막 두께의 질화규소막이 얻어진 한편, 비교예에서는 웨이퍼(W)의 주연부측으로부터 중앙부측을 향해서 막 두께가 얇아지는 경향이 현저하였다. 평균의 막 두께(\bar{A})에 대한 $\pm 3\sigma$ (\bar{A})의 값의 비율로 비교하면, 실시예는 1.6%이며, 비교예는 6.5%였다.

[0110] 따라서, 실시 형태에 따른 성막 장치는 웨이퍼(W)에 성막되는 박막의 면내 균일성을 향상시키는 효과가 있음을 확인할 수 있었다.

부호의 설명

[0111] R1 : 제1 영역

R2 : 제2 영역

W : 웨이퍼

2 : 회전 테이블

21 : 기판 적재 영역

330 : 토출부

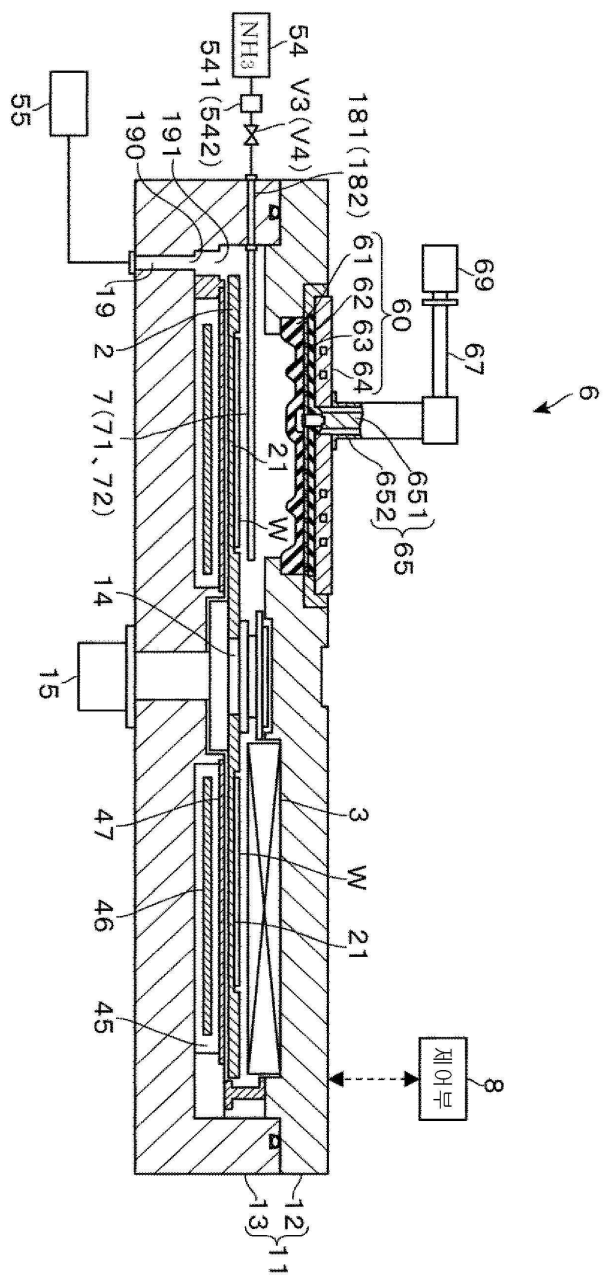
6 : 플라즈마 형성부

7 : 가스 인젝터

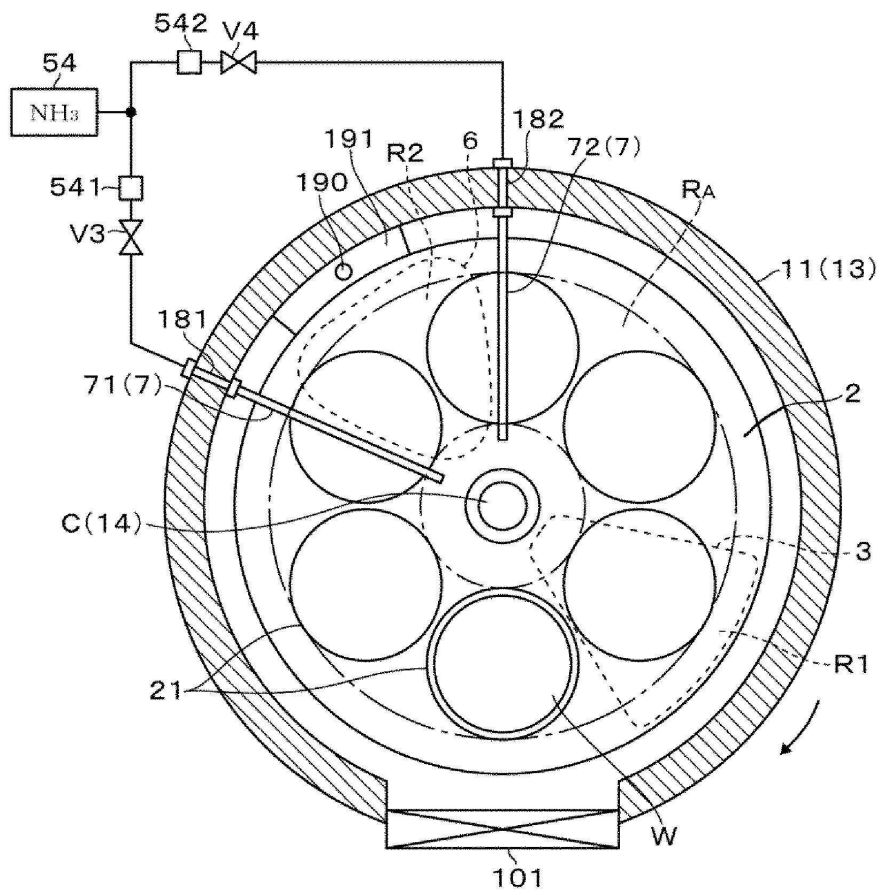
8 : 제어부

도면

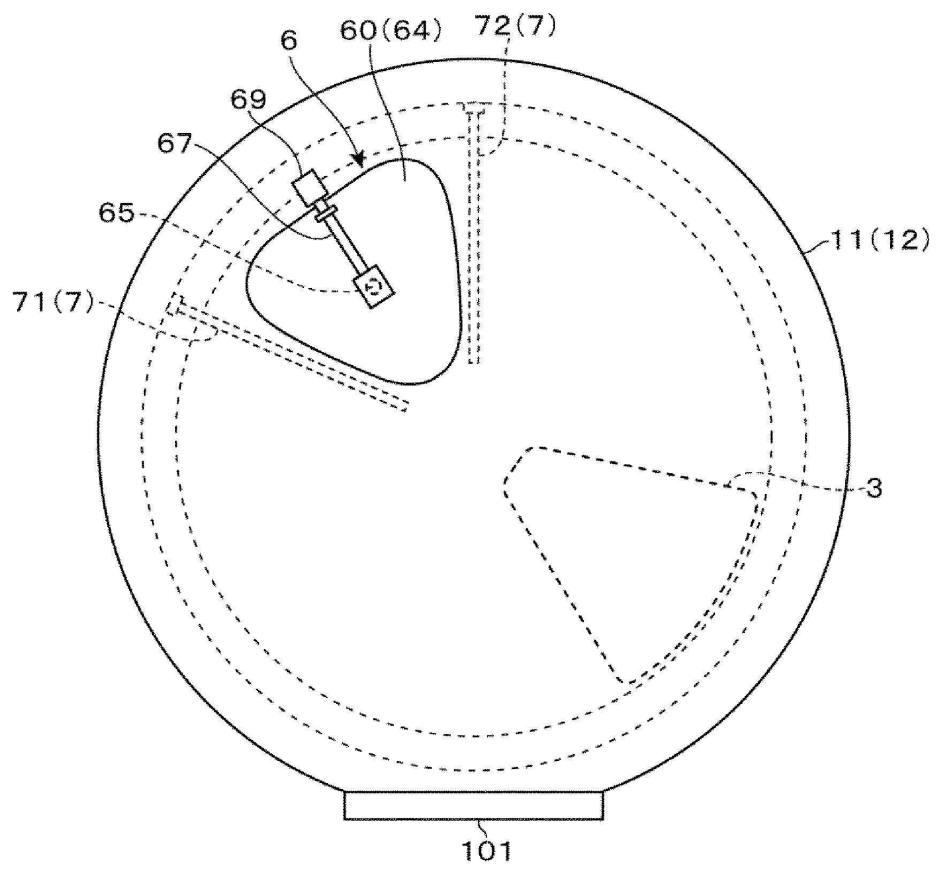
도면1



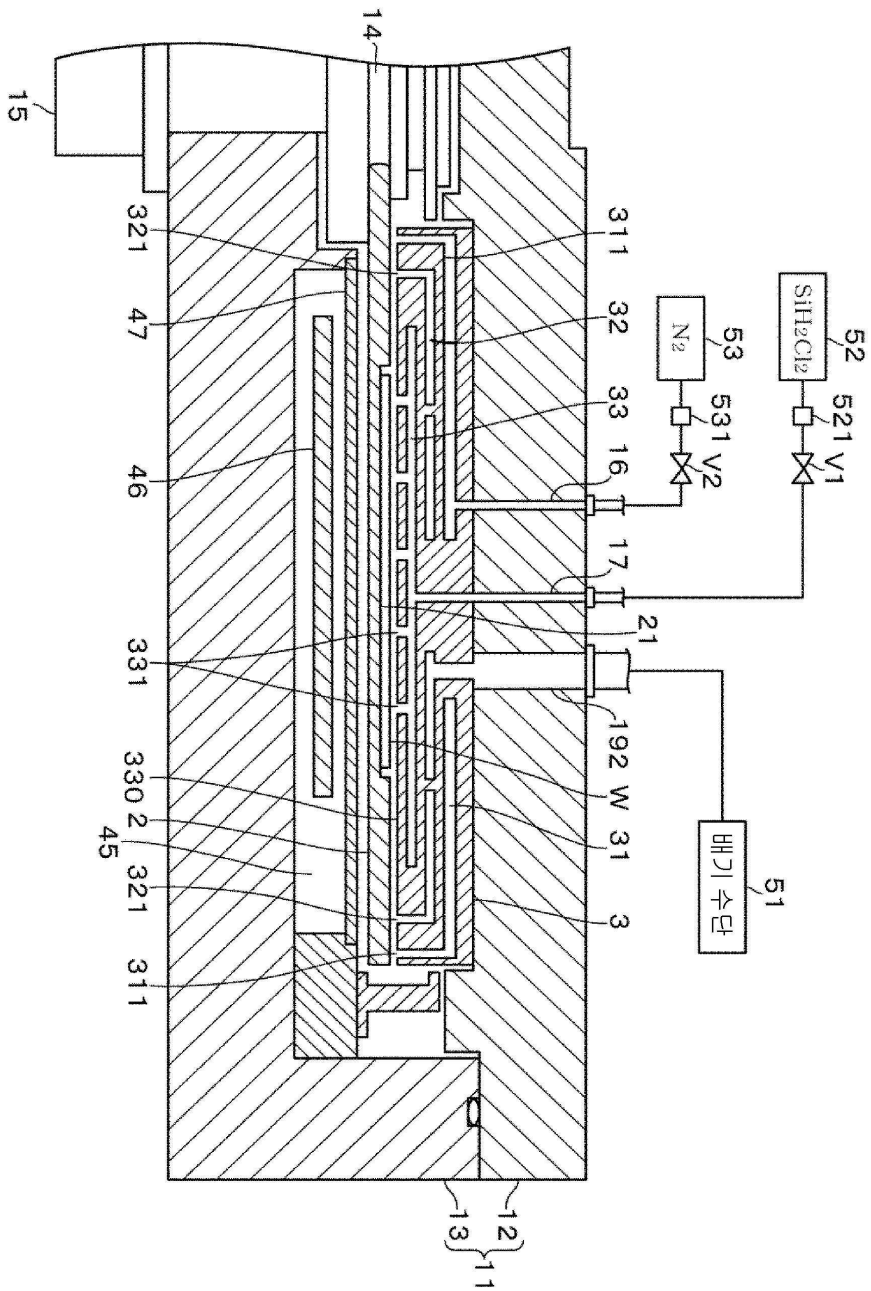
도면2



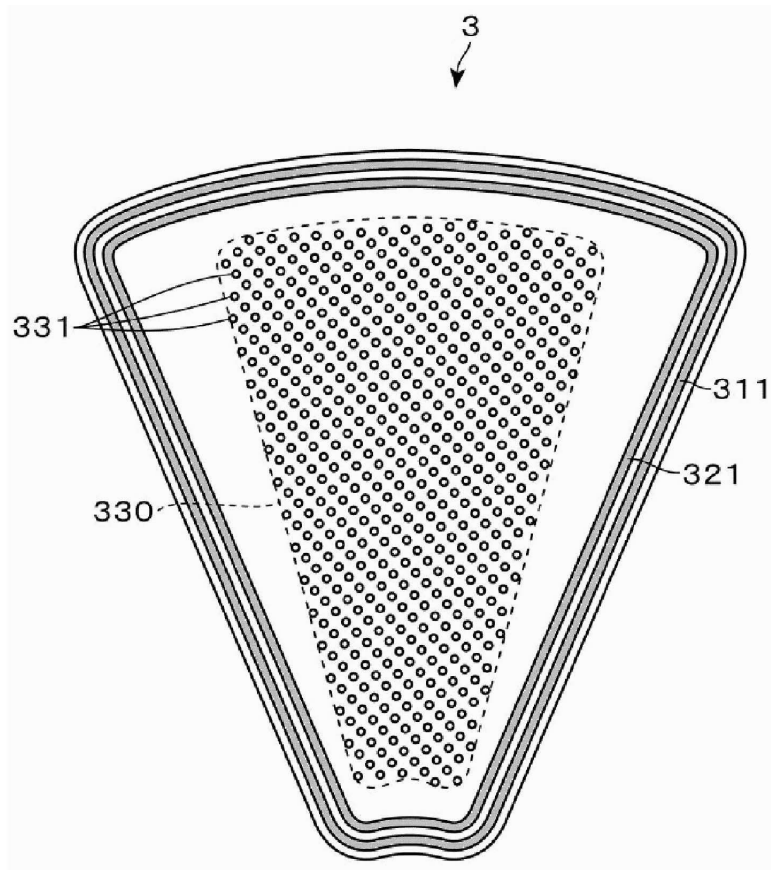
도면3



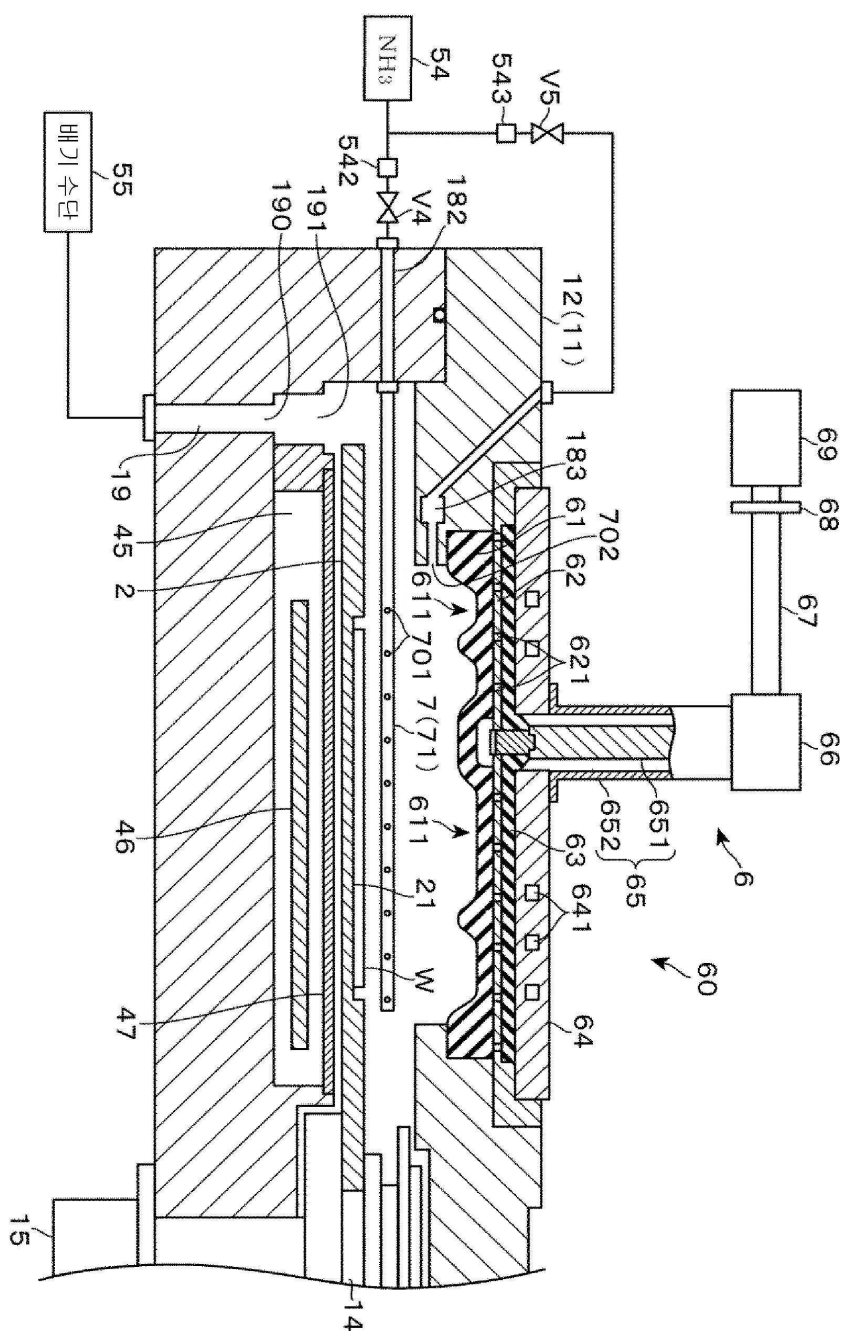
도면4



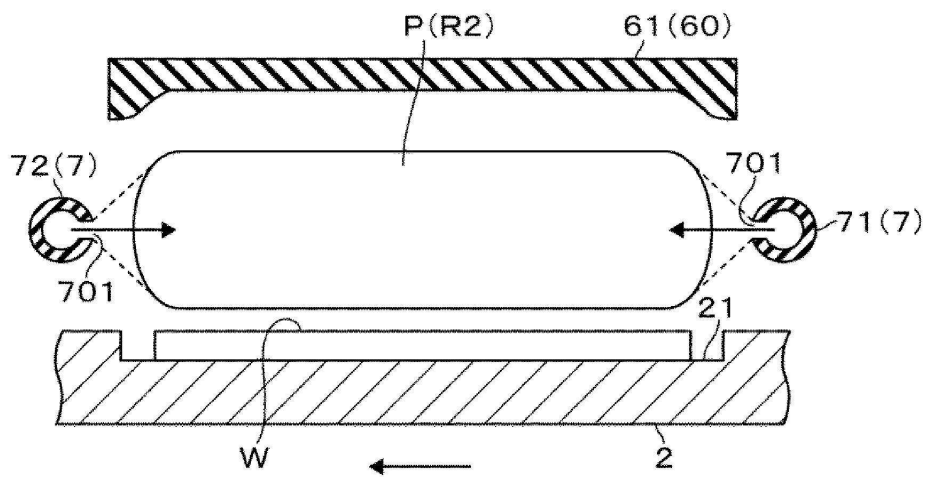
도면5



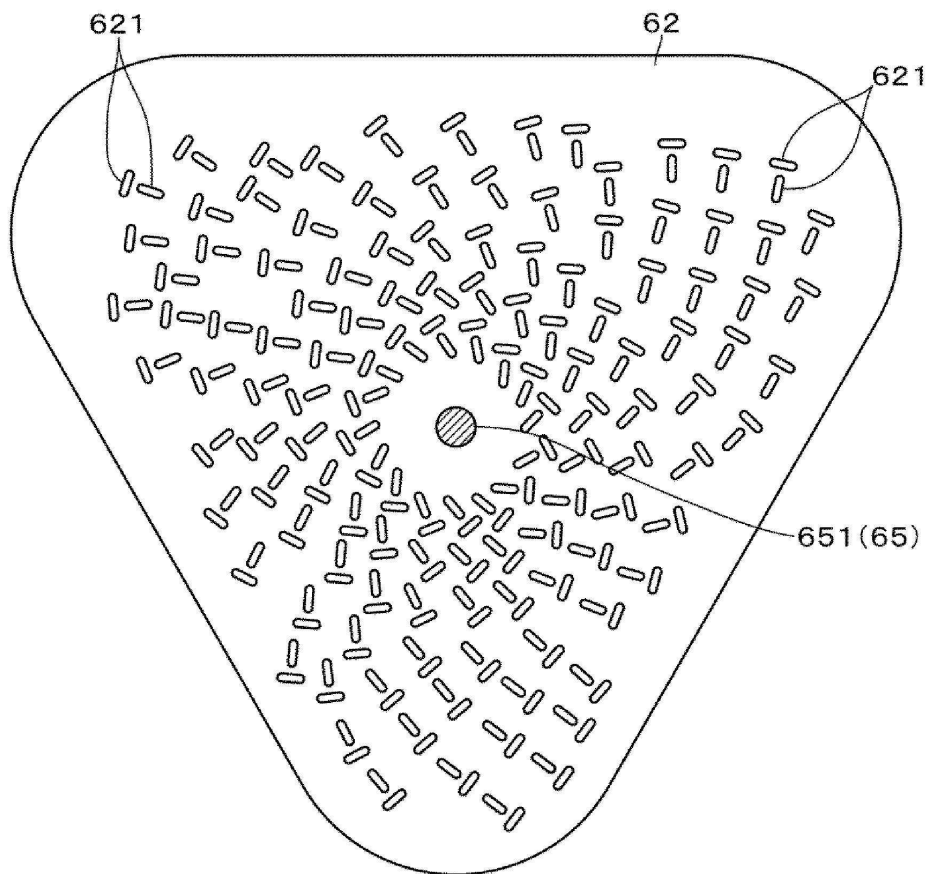
도면6



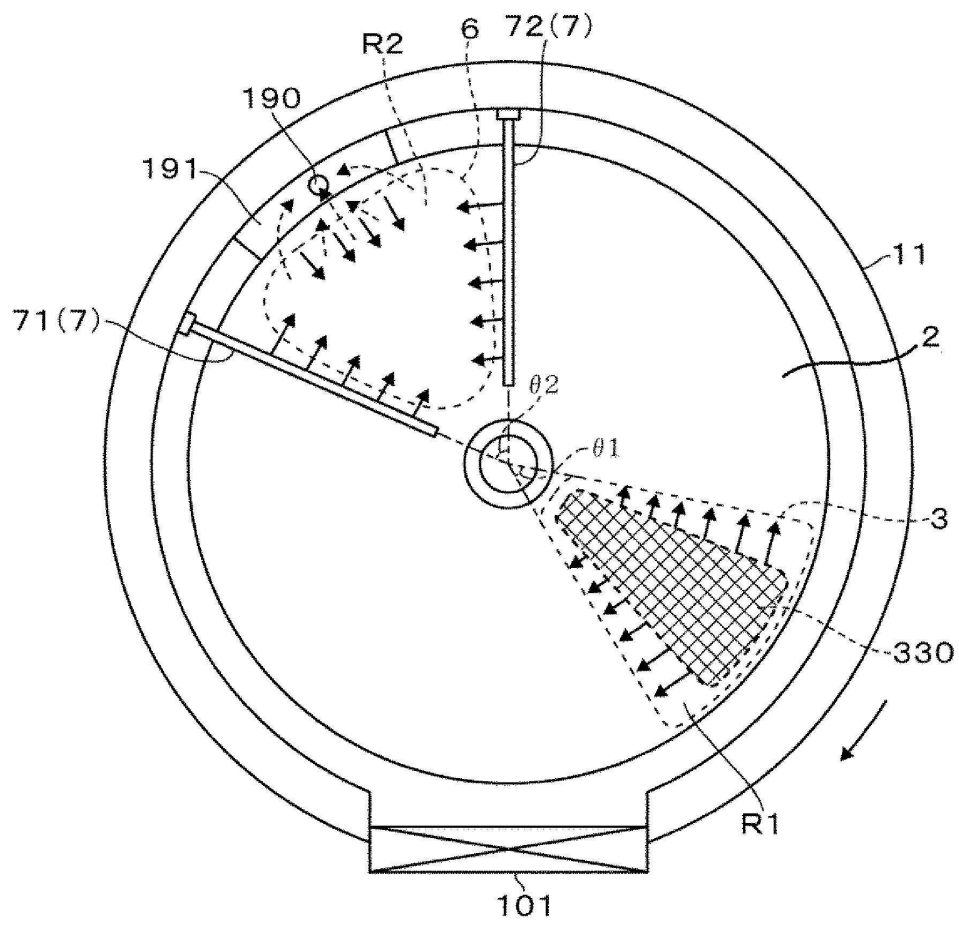
도면7



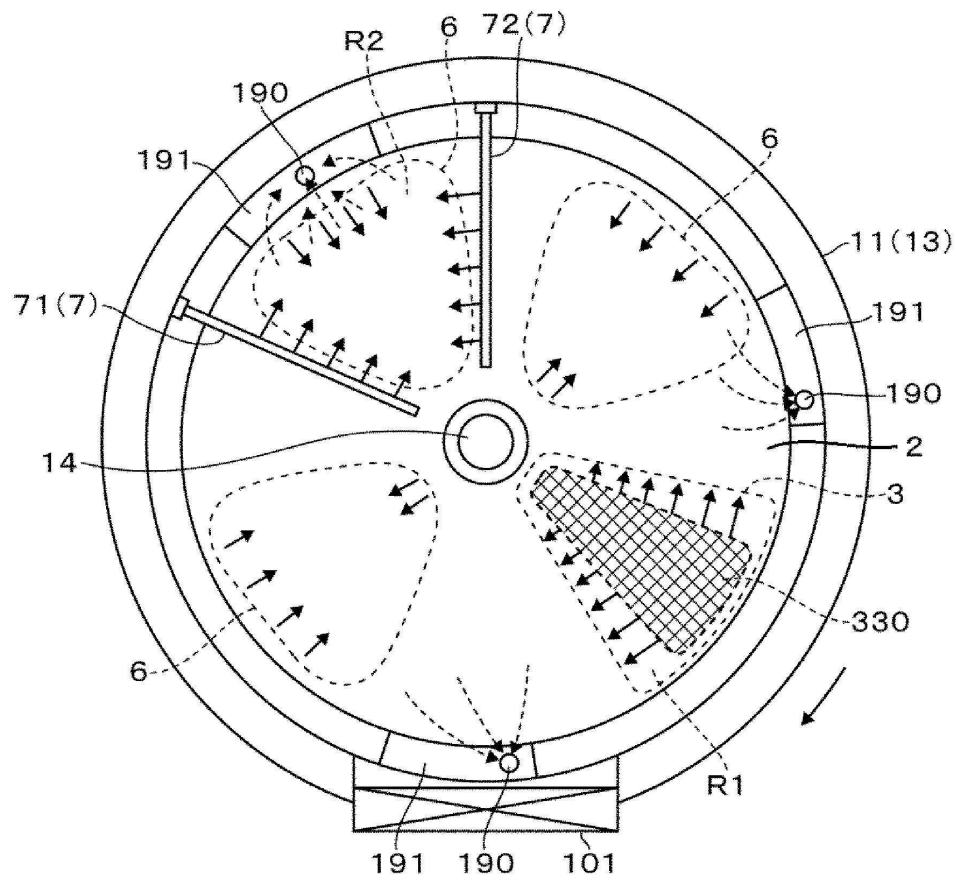
도면8



도면9

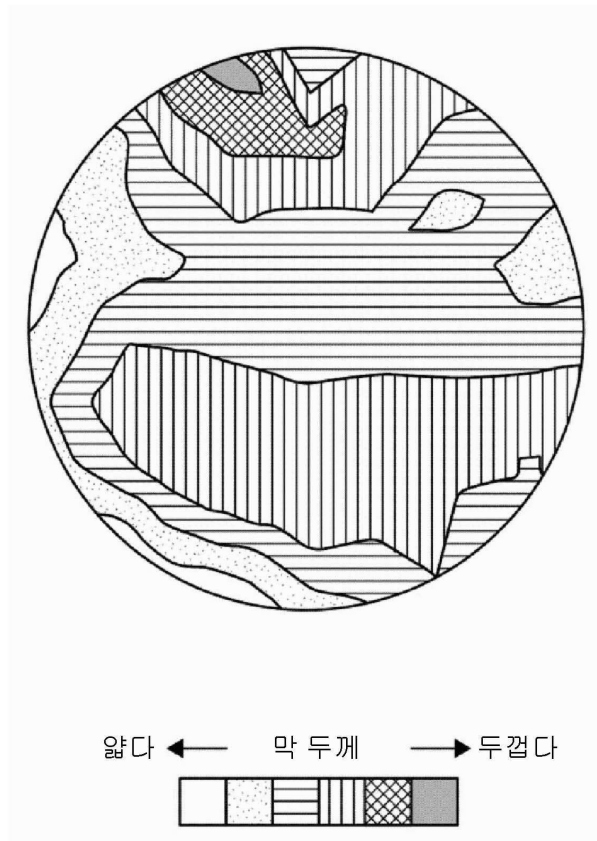


도면10



도면11

<실시예>



도면12

<비교예>

