



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년10월26일
(11) 등록번호 10-2458483
(24) 등록일자 2022년10월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
C23C 16/455 (2006.01) H01L 21/67 (2006.01)
H01L 21/677 (2006.01) H01L 21/687 (2006.01)
(52) CPC특허분류
C23C 16/45546 (2013.01)
C23C 16/45551 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0163726
(22) 출원일자 2018년12월18일
심사청구일자 2020년06월18일
(65) 공개번호 10-2019-0074984
(43) 공개일자 2019년06월28일
(30) 우선권주장
JP-P-2017-244303 2017년12월20일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
JP2017054880 A*
KR1020170092105 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
도쿄엘렉트론가부시키키가이샤
일본 도쿄도 미나토구 아카사카 5초메 3반 1고
(72) 발명자
가토, 히토시
일본 023-1101 이와테켄 오오슈우시 예사시꾸 이와야도 마쯔나가네 52 도쿄 엘렉트론 테크놀로지 솔루션즈 가부시키키가이샤 내
교바야시, 다케시
일본 023-1101 이와테켄 오오슈우시 예사시꾸 이와야도 마쯔나가네 52 도쿄 엘렉트론 테크놀로지 솔루션즈 가부시키키가이샤 내
나카즈보, 도시유키
일본 023-1101 이와테켄 오오슈우시 예사시꾸 이와야도 마쯔나가네 52 도쿄 엘렉트론 테크놀로지 솔루션즈 가부시키키가이샤 내
(74) 대리인
장수길, 김성환, 성재동

전체 청구항 수 : 총 7 항

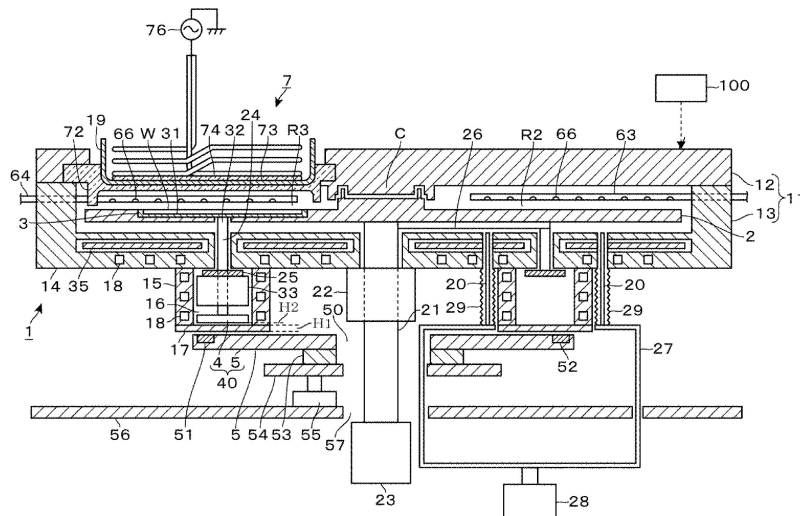
심사관 : 전형태

(54) 발명의 명칭 성막 장치

(57) 요약

본 발명은, 공전하는 기관에 성막 가스를 공급해서 성막을 행하는 데 있어서, 당해 기관의 자전이 확실하게 행해지도록 함과 함께, 자전을 행하기 위한 기구에 의해 장치의 각 부에 가해지는 부담을 억제하는 것이다. 회전 테이블(2)과 함께 회전하는 부위에 있어서, 기관(W)이 적재되는 적재대(3)를 지지하도록 자전 가능하게 설치되는 자전 축과, 자전 축에 설치되는 종동 기어(4)와, 종동 기어(4)의 공전 궤도에 면해서 회전하고, 또한 당해 공전 궤도의 전체 둘레를 따라 설치되어, 종동 기어(4)와 자기 기어 기구를 구성하는 구동 기어(5)와, 종동 기어(4)의 공전 궤도와 구동 기어(5)의 상대 거리를 변경하는 상대 거리 변경 기구(55)를 구비한다. 그에 의해, 성막 처리 시에는 종동 기어(4)와 구동 기어(5)의 사이에 작용하는 자력을 기관(W)의 자전을 행하기 위해 필요한 것으로 하고, 또한 당해 자력이 상시 강력해지는 것을 방지해서 장치의 각 부에 대한 부담을 억제할 수 있다.

대표도



(52) CPC특허분류

C23C 16/4584 (2013.01)
H01L 21/0228 (2013.01)
H01L 21/67017 (2013.01)
H01L 21/67103 (2013.01)
H01L 21/67248 (2013.01)
H01L 21/67709 (2013.01)
H01L 21/68764 (2013.01)
H01L 21/68792 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

처리 용기 내에 설치된 회전 테이블과,

상기 회전 테이블의 일면측에 기관을 적재하기 위해서 설치되어, 당해 회전 테이블의 회전에 의해 공전하는 적재대와,

상기 적재대에 적재된 상기 기관을 가열하는 가열부와,

상기 회전 테이블의 회전에 의해 적재대가 통과하는 영역에 성막 가스를 공급해서 상기 기관에 성막하는 성막 가스 공급부와,

상기 회전 테이블과 함께 회전하는 부재에 상기 적재대를 지지하도록 자전 가능하게 설치되는 자전 축과,

상기 자전 축에 설치된 종동 기어와,

상기 종동 기어의 공전 궤도에 면해서 회전하고, 또한 상기 공전 궤도의 전체 둘레를 따라 설치되어, 상기 종동 기어와 자기 기어 기구를 구성하는 구동 기어와,

가로 방향에 있어서 상기 종동 기어의 공전 궤도에 대하여, 상기 구동 기어를 승강시키는 승강 기구이며, 상기 종동 기어의 공전 궤도와 상기 구동 기어의 상대 거리를 변경하기 위한 상대 거리 변경 기구

를 포함하는 성막 장치.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 종동 기어는, 자전 방향을 따라서 전체 둘레에 걸쳐 N극부 및 S극부가 교대로 배열되고, 상기 구동 기어는, 상기 공전 궤도를 따라서 전체 둘레에 걸쳐 N극부 및 S극부가 교대로 배열되어 있는, 성막 장치.

청구항 4

제1항 또는 제3항에 있어서,

상기 종동 기어 및 상기 구동 기어는, 각각 영구 자석에 의해 자극부가 구성되어 있는, 성막 장치.

청구항 5

제1항 또는 제3항에 있어서,

상기 종동 기어의 각 자극부는, 하면에 중심부로부터 가로 방향으로 방사상으로 연장되도록 설치되고,

상기 구동 기어의 각 자극부는, 상기 종동 기어의 하면과 대향하는 면에 배열되어 있는, 성막 장치.

청구항 6

제1항 또는 제3항에 있어서,

상기 처리 용기 내는, 진공 분위기가 되도록 구성되고,

상기 구동 기어는, 대기 분위기에 설치되고,

상기 종동 기어와 구동 기어의 사이에는, 대기 분위기와 진공 분위기를 구획하고, 자력선을 통과시키는 재료에 의해 구성된 구획 부재가 설치되어 있는, 성막 장치.

청구항 7

제1항 또는 제3항에 있어서,

상기 종동 기어의 공전 궤도와 상기 구동 기어의 상대 거리는, 상기 기관의 처리 레시피에 따라서 변경되는, 성막 장치.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 처리 레시피는, 상기 회전 테이블의 회전수 또는 상기 기관의 처리 온도 중 적어도 한쪽을 포함하는, 성막 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 회전 테이블의 일면측에 적재된 기관을 공전시키면서 기관의 성막 처리를 행하는 기술에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 반도체 장치의 제조 공정에서는, 에칭 마스크 등을 형성하기 위한 각종 막을 원형의 기관인 반도체 웨이퍼(이하, 웨이퍼라고 기재함)에 성막하기 위해서, 예를 들어 ALD(Atomic Layer Deposition)가 행하여지고 있다. 반도체 장치의 생산성을 높게 하기 위해서, 상기 ALD는, 복수의 웨이퍼를 적재한 회전 테이블을 회전시킴으로써 각 웨이퍼를 공전시켜, 회전 테이블의 직경 방향을 따르도록 배치되는 처리 가스의 공급 영역을 반복해서 통과시키는 장치에 의해 행하여지는 경우가 있다.

[0003] 웨이퍼의 면내에서 균일성 높은 배선 패턴을 형성할 목적으로, 상기 웨이퍼를 공전시키는 성막 처리에서는, 웨이퍼의 둘레 방향에서의 막 두께의 균일성을 높게 하는 것이 요구되고 있다. 그러나, 상기 웨이퍼를 공전시키는 성막 장치에서는, 회전 테이블의 직경 방향을 따라서 처리 가스가 공급되므로, 웨이퍼에 형성되는 막은, 회전 테이블의 중심측으로부터 주연측을 향함에 따라서 막 두께가 변이하는 막 두께 분포가 되는 경향이 있다.

[0004] 그래서, 회전 테이블에 의해 웨이퍼가 공전하는 동안에, 웨이퍼가 자전하도록 웨이퍼의 적재대를 회전시켜, 당해 웨이퍼의 둘레 방향에서의 막의 균일화를 도모하는 것이 검토되어 있다. 예를 들어 특허문헌 1에는 상기 웨이퍼의 적재대를, 자석의 N극, S극이 둘레 방향으로 교대로 배열된 원형 부재인 자기 기어에 접속한 장치에 대해서 기재되어 있다. 이 장치에서는, 회전 테이블의 회전에 의해 이동하는 당해 자기 기어의 이동로를 따라 다수의 전자석이 배치되고, 각 전자석에 대한 전류의 공급·단절을 제어함으로써 상기 자기 기어가 비접촉으로 회전되므로, 파티클의 발생을 억제하면서, 웨이퍼를 자전시킬 수 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) 일본 특허 공개 제2017-54880호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 발열에 의한 웨이퍼에 대한 처리의 영향을 억제하기 위해서 상기 전자석이 사용되지 않고, 상기 적재대에 접속되는 영구 자석으로 이루어지는 종동 기어와, 이 종동 기어의 공전 궤도에 면하는 영구 자석으로 이루어지는 구동 기어에 의해 구성되는 자기 기어 기구를 구비하도록 장치를 구성하여, 구동 기어와 종동 기어의 사이의 자력의 작용에 의해, 웨이퍼를 자전시키는 것이 검토되어 있다. 또한, 이러한 장치의 일례에 대해서는 발명의 실시 형태에서 상세하게 설명하기 때문에, 여기에서는 상세한 설명을 피한다.

[0007] 그러나, 상기 영구 자석은 자유롭게 자력을 변화시킬 수 없고, 환경 온도에 따라서 감자한다. 따라서, 웨이퍼의 처리 온도의 영향을 받아, 자전의 상태에 영향을 미칠 것이 염려된다. 또한, 종동 기어와 구동 기어의 사이에 상기, 강력한 자력이 작용하는 경우에는, 이 자력에 의해 종동 기어를 지지하는 각 부에 대한 부하가 커져버린다.

[0008] 본 발명은 이러한 사정 하에 이루어진 것이며, 그 목적은 회전 테이블에 적재되어 공전하는 기관에 성막 가스를 공급해서 성막을 행하는 데 있어서, 당해 기관의 자전이 확실하게 행해지도록 함과 함께, 자전을 행하기 위한 기구에 의해 장치의 각 부에 가해지는 부담을 억제하기 위한 기술을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0009] 본 발명의 성막 장치는, 처리 용기 내에 설치된 회전 테이블과,
- [0010] 상기 회전 테이블의 일면측에 기관을 적재하기 위해 설치되어, 당해 회전 테이블의 회전에 의해 공전하는 적재대와,
- [0011] 상기 적재대에 적재된 상기 기관을 가열하는 가열부와,
- [0012] 상기 회전 테이블의 회전에 의해 적재대가 통과하는 영역에 성막 가스를 공급해서 상기 기관에 성막하는 성막 가스 공급부와,
- [0013] 상기 회전 테이블과 함께 회전하는 부위에 상기 적재대를 지지하도록 자전 가능하게 설치되는 자전 축과,
- [0014] 상기 자전 축에 설치된 종동 기어와,
- [0015] 상기 종동 기어의 공전 궤도에 면해서 회전하고, 또한 상기 공전 궤도의 전체 둘레를 따라 설치되어, 상기 종동 기어와 자기 기어 기구를 구성하는 구동 기어와,
- [0016] 상기 종동 기어의 공전 궤도와 상기 구동 기어의 상대 거리를 변경하기 위한 상대 거리 변경 기구
- [0017] 를 구비하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0018] 본 발명에 따르면, 회전 테이블과 함께 회전하는 부재에 있어서, 기관이 적재되는 적재대를 지지하도록 자전 가능하게 설치되는 자전 축과, 자전 축에 설치되는 종동 기어와, 종동 기어의 공전 궤도에 면해서 회전하고, 또한 당해 공전 궤도의 전체 둘레를 따라 설치되어, 종동 기어와 자기 기어 기구를 구성하는 구동 기어와, 종동 기어의 공전 궤도와 구동 기어의 상대 거리를 변경하는 상대 거리 변경 기구를 구비한다. 그에 의해, 성막 처리 시에는 종동 기어와 구동 기어의 사이에 작용하는 자력을 기관의 자전을 행하기 위해서 필요한 것으로 하고, 또한 당해 자력이 상기 강력해지는 것을 방지해서 장치의 각 부에 가해지는 부담을 억제할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0019] 도 1은 본 발명의 일 실시 형태에 관한 성막 장치의 종단 측면도이다.
- 도 2는 상기 성막 장치의 횡단 평면도이다.
- 도 3은 성막 장치에 설치된 회전 테이블의 개략 사시도이다.
- 도 4는 적재대의 하면에 설치된 종동 기어를 모식적으로 도시하는 저면도이다.
- 도 5는 종동 기어와 구동 기어의 일부를 도시하는 평면도이다.
- 도 6은 종동 기어와 구동 기어를 모식적으로 도시하는 평면도이다.
- 도 7은 종동 기어와 구동 기어를 모식적으로 도시하는 평면도이다.
- 도 8은 종동 기어의 각속도와 구동 기어의 각속도의 속도차와, 종동 기어의 자전 속도의 관계를 도시하는 특성도이다.
- 도 9는 구동 기어의 승강을 도시하는 설명도이다.
- 도 10은 성막 장치에 설치된 제어부의 일례를 나타내는 구성도이다.

도 11은 상기 성막 장치의 동작을 도시하는 설명도이다.

도 12는 평가 시험의 결과를 나타내는 그래프도이다.

도 13은 평가 시험의 결과를 나타내는 그래프도이다.

도 14는 평가 시험의 결과를 나타내는 그래프도이다.

도 15는 평가 시험의 결과를 나타내는 그래프도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0020] 본 발명의 일 실시 형태인 성막 장치(1)에 대해서, 도 1의 종단 측면도, 도 2의 평면도를 각각 참조하면서 설명한다. 성막 장치(1)는, 후술하는 회전 테이블에 적재되어 공전하는 웨이퍼(W)에, 실리콘(Si)을 포함하는 원료 가스와, 산화 가스를 차례로 반복해서 공급하여, 이들 원료 가스와 산화 가스를 서로 반응시켜 SiO₂(산화 실리콘)막을 형성하는 ALD가 행하여지도록 구성되어 있다.
- [0021] 성막 장치(1)는, 평면 형상이 대략 원형의 편평한 처리 용기인 진공 용기(11)를 구비하고 있다. 진공 용기(11)는, 용기의 측벽 및 저부를 이루는 용기 본체(13)와, 천장판(12)에 의해 구성되어 있다. 도면 중 2는, 진공 용기(11) 내에 설치된 상기 회전 테이블이며, 수평한 원판 형상으로 형성되어 있다. 회전 테이블(2)의 중심부에는 연직 하방으로 신장되는 회전축(21)이 접속되어 있다. 이 회전축(21)은, 용기 본체(13)를 구성하는 저부(14)에 설치된 베어링부(22)를 관통하여, 진공 용기(11)의 외측에 설치되는 공전용 회전 기구(23)에 접속되어 있다. 공전용 회전 기구(23)에 의해, 상면측에서 보아 회전 테이블(2)은, 예를 들어 시계 방향으로 회전된다.
- [0022] 용기 본체(13)의 저부(14)에는, 회전축(21)을 둘러싸도록 당해 저부(14)를 두께 방향으로 관통하는 평면으로 보아 환상의 슬릿(24)이 형성되어 있다. 그리고, 저부(14)의 하방에는, 평면으로 보아 환상이면서 또한 종단면에서 보았을 때 오목부 형상을 이루는 공간 형성부(15)가 설치되어 있고, 이 오목부 내의 공간은, 진공 용기(11)의 외부로부터 구획됨과 함께, 성막 처리 시에는 후술하는 배기구(36, 37)에 의해 배기되어 진공 분위기가 된다. 당해 공간을 종동 기어 이동 공간(16)으로 하면, 이 종동 기어 이동 공간(16)에는, 용기 본체(13)의 저부(14)에 근접하도록, 수평한 지지용 원환판(25)이 설치되어 있다. 또한, 공간 형성부(15)의 저부는 원환 형상의 수평한 판에 의해 구성되어 있고, 당해 판을 구획판(17)으로 한다. 구획 부재를 이루는 이 구획판(17)은, 후술하는 종동 기어(4)와 구동 기어(5)의 사이에 형성되는 자력선을 통과시키는 재료, 예를 들어 알루미늄이나 SUS(스테인리스강)에 의해 구성되어 있다. 구획판(17)의 두께 H1은 예를 들어 5mm 이하, 보다 구체적으로는 예를 들어 3mm 이하이다. 또한, 도면 중 18은, 공간 형성부(15)의 측벽 및 저부(14)에 설치되는 냉매 유로이다.
- [0023] 계속해서, 회전 테이블(2) 및 당해 회전 테이블(2)에 포함되는 각 부의 구조에 관한 개략 사시도인 도 3도 참조하면서 설명한다. 상기 베어링부(22)의 상단부로부터는, 평면으로 보아 방사상으로 5개의 스포크(26)가 연장 돌출되어 있어, 당해 스포크(26)에 회전 테이블(2)이 지지되어 있다. 이 스포크(26)는, 높은 강도 및 높은 내열성을 갖도록, 예를 들어 합금인 인코넬(등록 상표)에 의해 구성되어 있다. 스포크(26)의 선단부는, 상기 용기 본체(13)의 슬릿(24)을 하방으로 향하도록 굴곡되어, 지지용 원환판(25)의 상면에 접속되어 있다. 따라서, 지지용 원환판(25)은 스포크(26)에 의해, 회전축(21)에 지지되어 있다.
- [0024] 회전 테이블(2)의 상면측(일면측)에는, 회전 테이블(2)의 회전에 의해 공전하는 평면으로 보아 원형의 적재대(3)가 설치되어 있다. 이 예에서는 적재대(3)는 회전 테이블(2)의 회전 방향을 따라서 5개 설치되어 있다. 적재대(3)의 상면에는, 웨이퍼(W)를 수평하게 적재해서 수납하기 위한 오목부(31)가 형성되어 있다.
- [0025] 각 적재대(3)의 하면측 중앙부에는, 적재대(3)를 지지하는 자전 축(32)이 연직 하방으로 연장 돌출되도록 설치되어 있다. 각 자전 축(32)은 지지용 원환판(25)을 관통하고, 또한 당해 지지용 원환판(25)의 하면에 지지되어 설치되는 5개의 베어링 유닛(33)(도 3에서는 4개만 표시하고 있음)을 각각 관통한다. 자전 축(32)이 지지용 원환판(25)을 관통하는 위치는, 지지용 원환판(25)을 둘레 방향으로 보아 인접하는 스포크(26)의 사이이다. 즉, 지지용 원환판(25)에는 자전 축(32)과 스포크(26)가 교대로 배치되어 있다. 상기 베어링 유닛(33)은, 자전 축(32)을 회전 가능하게 보유 지지하도록 자전 축(32)을 둘러싸는 베어링과, 베어링으로부터의 파티클의 비산을 방지하기 위한 자기 시일을 구비하고 있다. 이렇게 구성됨으로써, 자전 축(32)은 회전 테이블(2)과 함께 회전하는 부위에 자전 가능하게 설치되어 있다. 또한, 이 자전 축(32)은 베어링 유닛(33)에 지지되어 있고, 이 베어링 유닛(33)은 지지용 원환판(25), 스포크(26)를 통해서 회전축(21)에 대하여 지지되어 있다.
- [0026] 그리고, 자전 축(32)의 하단부에는 수평한 원판 형상의 종동 기어(4)가, 자전 축(32)과 서로 중심축을 일치시킨

상태에서 설치되어 있다. 따라서, 종동 기어(4)는 자전 축(32)을 통해서 적재대(3)에 연결되어 있고, 종동 기어(4)는 회전 테이블(2)의 회전에 의해, 당해 회전 테이블(2)의 회전축(21)의 주위를 수평 방향으로 공전한다. 또한, 종동 기어(4)를 둘레 방향으로 회전시키면, 각 적재대(3)가 자전 축(32) 주위로 자전한다. 도 1에 도시하는 종동 기어(4)와 구획판(17)의 거리 H2는, 예를 들어 1mm이다.

[0027] 도 4는 종동 기어(4)의 하면측을 모식적으로 도시하고 있다. 종동 기어(4)의 하부측에는, 당해 종동 기어(4)의 회전 방향을 따라, 다수의 영구 자석이 전체 둘레에 걸쳐서 매설되어 있다. 또한, 여기에서 말하는 전체 둘레에 걸쳐서 영구 자석이 설치된다는 것은, 회전 방향으로 보았을 때 영구 자석이 설치되는 영역이 국소적이지 않은 것을 의미하고 있다. 따라서, 회전 방향에 인접하는 영구 자석간에 간극이 있어도, 전체 둘레에 걸쳐서 영구 자석이 설치되게 되고, 이 예에서는 그러한 간극이 형성되어 있다.

[0028] 종동 기어(4)에 설치되는 상기 영구 자석의 자극을 N극부(41), S극부(42)로 하면, 당해 종동 기어(4)를 하면측에서 보았을 때, N극부(41), S극부(42)가 자전 방향(회전 방향)을 따라 교대로 배치되어 있다. 또한, N극부(41)에 대해서는 S극부(42)와 구별하기 위해서, 도면 중에 사선을 첨부하여 표시하고 있다. 이 예에서는, 종동 기어(4)의 하면에 노출되는 N극부(41), S극부(42)는, 각각 동일한 형상의 직사각형으로 형성되고, 종동 기어(4)의 하면의 중심부로부터 가로 방향으로 방사상으로 연장되도록, 둘레 방향으로 서로 간격을 두고, 예를 들어 18개 배열되어 있다. N극부(41) 및 S극부(42)의 길이는 예를 들어 종동 기어(4)의 저면의 중심을 초과하지 않도록, 종동 기어(4)의 반경보다 짧게 설정되어 있다. 또한, 고온 환경 하에서의 감자를 억제하기 위해서, 상기 종동 기어(4)를 구성하는 영구 자석 및 후술하는 구동 기어(5)를 구성하는 영구 자석은, 예를 들어 사마륨 코발트 자석에 의해 구성되어 있다.

[0029] 도 1 및 도 3에 도시한 바와 같이, 진공 용기(11)의 외측(대기 분위기측)에서, 공간 형성부(15)의 하방에는, 구동 기어(5)가 배치되어 있다. 이 구동 기어(5)는, 종동 기어(4)와 함께 자기 기어 기구(40)를 구성한다. 구동 기어(5)는 종동 기어(4)의 공전 궤도의 전체 둘레를 따라 형성된 수평한 원환판이며, 당해 공전 궤도에 면하도록 설치되어 있다. 따라서 구동 기어(5)의 상면은, 종동 기어(4)의 하면에 대향한다.

[0030] 도면 중 50은, 구동 기어(5)의 중앙부에 형성된 원형의 개구부이며, 평면으로 보아, 당해 개구부(50)의 중심은, 회전 테이블(2)의 회전 중심에 일치하고 있다. 또한, 도 1에 도시한 바와 같이 구동 기어(5)의 하면에는, 구동 기어(5)를 회전시키기 위한 예를 들어 환상의 다이렉트 드라이브 모터(DD 모터)로 이루어지는 자전용 회전 기구(53)가, 회전축(21)을 둘러싸도록 설치되어 있고, 이 자전용 회전 기구(53)에 의해, 구동 기어(5)가 개구부(50)의 중심을 회전 중심으로 해서 회전한다. 따라서, 구동 기어(5)는, 종동 기어(4)의 공전 궤도에 면한 상태에서 회전한다. 자전용 회전 기구(53)는 회전축을 둘러싸는, 평면으로 보아 원환 형상의 승강 대(54)에 설치되어 있고, 승강 대(54)는, 구동 기어용 승강 기구(55)에 의해 승강된다. 도면 중 56은 구동 기어용 승강 기구(55)가 설치되는 수평한 바닥판이며, 회전축(21)이 관통하는 개구부(57)를 구비하고 있다.

[0031] 구동 기어(5)에 대해서, 더욱 상세하게 설명한다. 구동 기어(5)의 상부에는, 종동 기어(4)의 공전 궤도의 외주 연부에 대향하도록, 당해 구동 기어(5)의 전체 둘레에 걸쳐서 영구 자석이 매설되어 있다. 여기에서도 전체 둘레에 걸쳐서 영구 자석이 설치된다는 것은, 구동 기어(5)의 회전 방향으로 보았을 때 영구 자석이 설치되는 영역이 국소적이지 않은 것을 의미하고 있으며, 회전 방향으로 영구 자석이 간극 없이 설치되는 것은 아니다. 이 예에서는 당해 회전 방향으로 인접하는 영구 자석의 사이에, 그러한 간극이 형성되어 있다. 구동 기어(5)에 설치되는 영구 자석의 자극을 N극부(51) 및 S극부(52)로 하면, 구동 기어(5)를 상측에서 보아, 구동 기어(5)의 회전 방향으로 N극부(51) 및 S극부(52)가 교대로 배치되어 있다. 또한, 도 3 및 후술하는 도 5 등에서는, N극부(51)에 대해서도, 구동 기어(5)의 N극부(41)와 마찬가지로 도면 중에 사선을 첨부해서 나타내고 있다.

[0032] 도 5는, 1개의 종동 기어(4)의 자극부(N극부(41) 및 S극부(42))와, 그 하방측의 구동 기어(5)의 자극부(N극부(51) 및 S극부(52))를 대응시켜 그린 것이다. 예를 들어 N극부(51), S극부(52)는, 종동 기어(4)의 하면에 형성된 N극부(41), S극부(42)의 형상과 중첩되도록 직사각형으로 형성되어 있다. 또한, 도 5는, 종동 기어(4)의 N극부(41)와 구동 기어(5)의 S극부(52)가 겹친 상태를 도시하고 있다. 또한, 이 도 5 및 후술하는 도 6, 도 7은 자기 기어의 구성을 설명하기 위한 개요도이기 때문에, 자극부의 수는 실제의 장치의 자극부의 수와 상이하다.

[0033] 계속해서, 적재대(3)의 공전과 자전에 대해서 설명한다. 도 6은, 회전 테이블(2)과 구동 기어(5)가 각각 정지하고 있는 상태(회전하고 있지 않는 상태)에서, 5개의 종동 기어(4)의 일부가 구동 기어(5)와 대향해서 정지하고 있는 상태를 도시하고 있다. 종동 기어(4)는, 종동 기어(4)의 각 자극부(N극부(41), S극부(42))와 구동 기어(5)의 각 자극부(N극부(51), S극부(52))의 사이의 흡인력 및 반발력의 종합 작용에 의해 결정되는 위치에서 정지한다. 따라서, 회전 테이블(2)과 구동 기어(5)를 동일한 회전수(회전 속도: rpm)로 회전시켰을 때는, 종동

기어(4)는 구동 기어(5)에 대하여 상대적으로 정지하고 있으므로, 종동 기어(4), 즉 적재대(3)는, 자전하지 않고 정지하고 있다.

[0034] 적재대(3)는, 구동 기어(5)와 회전 테이블(2)의 회전수에 차가 발생했을 때, 즉 구동 기어(5)의 각속도와, 회전 테이블(2)의 회전에 의한 종동 기어(4)의 각속도(말하자면 공전 각속도)의 사이에 속도차가 발생했을 때 자전한다. 구동 기어(5)의 각속도(V_a)가 종동 기어(4)의 각속도(V_b)보다도 클 때(구동 기어(5)의 각속도에서 종동 기어(4)의 각속도를 차감한 속도차가 플러스일 때)는, 구동 기어(5)에 대향하고 있는 종동 기어(4)의 N극부(41), S극부(42)의 배열의 하방을, 구동 기어(5)의 N극부(51), S극부(52)의 배열이, 도 5에서 말하면 좌측에서 우측으로 이동해 간다. 이 때문에, 종동 기어(4)에 작용하는 구동 기어(5)로부터의 반발력과 흡인력이 우측으로 이동하고, 이에 따라 종동 기어(4)의 N극부(41), S극부(42)의 배열도 우측으로 끌려가므로, 결과로서 종동 기어(4)가 도 5에서의 우회전, 즉 도 6에 도시하는 상태로부터 도 7에 도시하는 상태와 같이, 시계 방향으로 자전하게 된다. 또한, 도 6에서는 링 형상의 종동 기어(4)의 공전 궤도에 대해서, 4A로서 나타내고 있다.

[0035] 또한, 구동 기어(5)의 각속도(V_a)가 종동 기어(4)의 각속도(V_b)보다도 작을 때(구동 기어(5)의 각속도에서 종동 기어(4)의 각속도를 차감한 속도차가 마이너스일 때)는, 구동 기어(5)에 대향하고 있는 종동 기어(4)의 N극부(41), S극부(42)의 배열의 하방을, 구동 기어(5)의 N극부(51), S극부(52)의 배열이, 도 5에서 말하면 우측에서 좌측으로 이동해 간다. 이 때문에 종동 기어(4)에 작용하는 구동 기어(5)로부터의 반발력과 흡인력이 좌측으로 이동하고, 이에 따라 종동 기어(4)의 N극부(41), S극부(42)의 배열도 좌측으로 끌려가므로, 결과로서 종동 기어(4)가 도 5에서의 좌회전, 즉 반시계 방향으로 자전하게 된다.

[0036] 종동 기어(4)의 공전에 의한 각속도와 구동 기어(5)의 각속도의 속도차와, 종동 기어(4)의 자전 속도는, 도 8에 도시하는 바와 같이, 속도차가 있는 범위에서 거의 비례 관계를 유지한다. 도 8 중, 횡축은 구동 기어(5)의 각속도(V_a)와 종동 기어(4)의 공전에 의한 각속도(V_b)의 속도차($V_a - V_b$)이며, 종축은 종동 기어(4)의 자전 속도이다. 속도차가 플러스($(V_a - V_b) > 0$)일 때는, 속도차가 제로부터 $+V_1$ 까지는, 속도차가 커질수록 우회전의 자전 속도가 커진다. 또한 속도차가 마이너스($(V_a - V_b) < 0$)일 때는, 속도차가 제로부터 $-V_2$ 까지는, 속도차가 커질수록 좌회전의 자전 속도가 커진다. 예를 들어 구동 기어(5)의 각속도는, 상기 속도차와 종동 기어(4)의 자전 속도가 거의 비례 관계를 유지하고 있는 값까지의 사이에서 설정된다.

[0037] 이와 같이, 적재대(3)는, 구동 기어(5)와 회전 테이블(2)의 회전수에 차가 발생했을 때 자전하는데, 이때의 자전 속도는, 구동 기어(5)와 종동 기어(4)의 기어비 \times 회전 속도 차에 의해 구해진다. 회전 속도 차란, 구동 기어(5)의 각속도와, 회전 테이블(2)의 회전에 의한 종동 기어(4)의 각속도(말하자면 공전 각속도)의 속도차이다. 구동 기어(5)를 300극의 자극부(N극부(51) 및 S극부(52))에 의해 구성하고, 종동 기어(4)를 18극의 자극부(N극부(41) 및 S극부(42))에 의해 구성한 경우, 예를 들어 회전 테이블(2)의 회전수가 30rpm일 때, 구동 기어(5)를 0.1도/초(6도/분) 진행하는 경우의 자전 속도는, 다음과 같이 구해진다. 기어비는 $300/18=16.67$ 이며, 회전 속도 차는 6/360rpm이기 때문에, 종동 기어(4)의 자전 속도는, 기어비 \times 회전 속도 차에 의해, $300/18 \times 6/360=0.278\text{rpm}$ (100도/분)이 된다.

[0038] 상술한 도 8에 도시하는 종동 기어(4)의 자전 속도와, 종동 기어(4)의 공전에 의한 각속도(공전 속도)와 구동 기어(5)의 각속도의 속도차의 관계는, 후술하는 제어부(100)의 메모리에 기억된다. 예를 들어 성막 처리나 장치의 메인テナンス를 행할 때, 성막 장치(1)의 유저는, 제어부(100)의 입력부(104)로부터 종동 기어(4)의 자전 속도와, 회전 테이블(2)의 회전수를 입력함으로써, 입력된 이들 파라미터와, 메모리에 기억되는 상기 관계에 기초하여, 구동 기어(5)의 회전수가 결정되고, 결정된 회전수로 구동 기어(5)를 회전시킬 수 있다.

[0039] 그런데 상대 거리 변경 기구인 상기 구동 기어용 승강 기구(55)에 의해, 도 9에 도시하는 바와 같이 구동 기어(5)는 승강된다. 그에 의해, 구동 기어(5)와 종동 기어(4)의 공전 궤도와 이격 거리 H3을 변경해서 웨이퍼(W)에 처리를 행할 수 있다. 이 이격 거리 H3은 예를 들어 1mm 내지 5mm의 범위 내에서 변경된다. 이렇게 이격 거리 H3을 변경 가능하게 장치를 구성하는 이유에 대해서 설명한다. 상기와 같이 종동 기어(4) 및 구동 기어(5)는 영구 자석에 의해 구성되어 있고, 이 영구 자석은 환경 온도에 따라서 감자한다. 따라서, 예를 들어 실온 부근에서는 도 7에서 설명한 바와 같이 구동 기어(5)의 회전에 의해 종동 기어(4)가 문제 없이 자전해도, 웨이퍼(W)의 처리 온도가 비교적 높게 설정됨으로써 성막 처리 중에 이들 종동 기어(4) 및 구동 기어(5)의 환경 온도가 비교적 높아지는 경우에는, 이 감자에 의해 종동 기어(4)가 자전하지 않게 될 우려가 있다. 또한, 회전 테이블(2)의 회전수, 즉 자전 축(32)의 공전 속도가 높을수록, 자전 축(32)에 걸리는 원심력이 커지고, 자전 축(32)은 베어링 유닛(33)의 내주벽을 이루는 베어링에 있어서, 회전 테이블(2)의 중심으로부터 반경방향으로 최외측 부위를 압박하여, 당해 부위에 대한 부하가 커진다. 즉, 회전 테이블(2)의 회전수에 의해, 자전 축(32)을

회전시키기 위해 필요 최저한의 토크가 변화한다.

- [0040] 그래서, 회전 테이블(2)의 회전수가 높은 경우에도 자전에 필요한 토크가 얻어지도록, 중동 기어(4)와 구동 기어(5)의 사이의 자력을 비교적 강하게 하도록 구성하는 것을 생각할 수 있지만, 중동 기어(4)와 구동 기어(5)의 사이에 상시 강력한 자력이 작용하면, 상기와 같이 중동 기어(4)의 공전 궤도의 주연부측에 대향하도록 구동 기어(5)의 자극부(N극부(51) 및 S극부(52))가 설치되어 있기 때문에, 자력의 작용에 의해 자전 축(32)이 상기 베어링 유닛(33)의 베어링의 회전 테이블(2)의 중심으로부터 반경방향으로 최외측 부위를 압박하게 되어, 당해 부위의 부하가 커진다. 또한, 자전 축(32) 및 적재대(3)가 자력에 의해 하방으로 강하게 끌림으로써 회전 테이블(2)에 대한 부하가 커져, 회전축(21)에 대한 부하가 커져버린다. 즉, 이들 회전 테이블(2), 회전축(21) 및 베어링 유닛(33)이 파손되는 시기가 빨라질 우려가 있다. 그래서 성막 장치(1)에 있어서는, 상기 이격 거리 H3이 조정됨으로써, 구동 기어(5)와 중동 기어(4)의 사이의 자력이 필요하고 또한 적절한 것으로 할 수 있도록 구성되어 있다.
- [0041] 도 1 및 도 2로 돌아가서, 성막 장치(1)의 설명을 계속한다. 도면 중 C는 평면으로 보아 원형의 중심 영역 형성부이며, 진공 용기(11)의 천장판(12)의 하면 중앙부에 설치된다. 도면 중 34는, 중심 영역 형성부(C)로부터 회전 테이블(2)의 외측을 향해서 넓어지도록 형성된 평면으로 보아 부채형의 돌출부이며, 회전 테이블(2)의 둘레 방향으로 떨어져서 2개 설치되어 있다. 중심 영역 형성부(C) 및 돌출부(34)는, 그 외측 영역에 비해서 낮은 천장면을 형성하고 있다. 중심 영역 형성부(C)와 회전 테이블(2)의 중심부의 간극에는 도시하지 않은 공급로부터 N_2 가스가 공급됨으로써, 당해 회전 테이블(2)의 중심부에서의 원료 가스 및 산화 가스의 접촉이 억제된다.
- [0042] 용기 본체(13)의 저부(14)에는, 웨이퍼(W)를 가열하기 위한 히터(35)가 매설되어 있다. 저부(14)에서의 회전 테이블(2)의 외측에는, 배기구(36, 37)가 개구되어 있고, 진공 펌프 등에 의해 구성되는 도시하지 않은 진공 배기 기구에 접속되어 있다. 또한, 진공 용기(11)의 측면에는, 게이트 밸브(38)에 의해 개폐 가능한 웨이퍼(W)의 반출입부(39)가 형성되어 있어, 당해 반출입부(39)를 통해서 도시하지 않은 반송 기구에 의해, 진공 용기(11)의 내외에서 기판이 반송된다.
- [0043] 반출입부(39) 부근의 진공 용기(11)의 저부(14)에는, 상기 웨이퍼(W)의 반송 기구와 적재대(3)의 사이에서 웨이퍼(W)를 전달하기 위해서, 3개의 승강 핀(20)이 설치되어 있다. 단, 도 1에서는 편의상, 2개만의 승강 핀(20)을 도시하고 있다. 또한, 도시는 생략하고 있지만, 상기 적재대(3)의 저부에는 당해 승강 핀(20)이 통과하여, 웨이퍼(W)의 전달을 행할 수 있도록 관통 구멍이 형성되어 있다. 승강 핀(20)의 하단은, 예를 들어 승강 및 회전하는 구동 기어(5)에 간섭하지 않도록 형성됨과 함께 승강 기구(28)에 의해 승강 가능한 암(27)에 지지되어 있다. 도면 중 29는 승강 핀(20)을 둘러싸는 벨로우즈이며, 진공 용기(11) 내의 기밀성을 유지하는 역할을 갖는다.
- [0044] 회전 테이블(2)의 상방측에는, 원료 가스 노즐(61), 분리 가스 노즐(62), 산화 가스 노즐(63), 개질 가스 노즐(64), 분리 가스 노즐(65)이 이 순서대로, 회전 테이블(2)의 회전 방향으로 간격을 두고 배치되어 있다. 각 가스 노즐(61 내지 65)은, 진공 용기(11)의 측벽으로부터 중심부를 향해서, 회전 테이블(2)의 직경 방향을 따라 수평하게 신장되는 막대 형상으로 형성되고, 그 길이 방향을 따라서 서로 간격을 두고 형성된 다수의 토출구(66)로부터, 각종 가스를 하방측을 향해서 토출한다.
- [0045] 원료 가스 노즐(61)은 원료 가스로서 BTBAS(비스터셔리부틸아미노실란) 가스를 토출한다. 도면 중 67은, 원료 가스 노즐(61)을 덮는 노즐 커버이며, 그 하방에서의 BTBAS 가스의 농도를 높이는 역할을 갖는다. 산화 가스 노즐(63)은 산화 가스로서 O_3 (오존) 가스를 토출한다. 분리 가스 노즐(62, 65)은 N_2 가스를 토출하고, 상면측에서 보아 천장판(12)의 돌출부(34)를 각각 둘레 방향으로 분할하는 위치에 배치되어 있다. 개질 가스 노즐(64)은, 예를 들어 아르곤(Ar) 가스와 산소(O_2) 가스의 혼합 가스로 이루어지는 개질 가스를 토출한다. 이 예에서는, 원료 가스, 산화 가스 및 개질 가스가 각각 처리 가스에 상당하고, 원료 가스 노즐(61), 산화 가스 노즐(63) 및 개질 가스 노즐(64)이, 처리 가스 공급부에 각각 상당한다.
- [0046] 개질 가스 노즐(64)의 상방측에서, 진공 용기(11)의 천장판(12)에 설치되는 개구부(19)를 막도록, 플라스마 형성부(7)가 설치되어 있다. 도 2에는, 당해 플라스마 형성부(7)가 설치되는 위치를 일점쇄선으로 나타내고 있다. 도면 중 71은, 석영 등의 유전체로 이루어지는 본체부이며, 도면 중 72는 돌출 형성부이며(도 1 참조), 본체부(71)의 하면에서 개구부(19)를 따라 하방측을 향해서 돌출된다. 돌출부(72)로 둘러싸이는 영역 내에, 개질 가스 노즐(64)로부터 개질 가스가 토출된다. 본체부(71)의 상면측에는, 패러데이 실드(73), 절연용 판 부재(74)를 개재하여, 금속선을 코일 형상으로 권회한 안테나(75)가 설치되고, 이 안테나(75)에는 고주파 전원(76)

이 접속되어 있다. 도면 중 77은 패러데이 실드(73)에 형성된 슬릿이며, 전자계의 자계 성분을 하방을 향하게 하는 역할을 갖는다.

[0047] 회전 테이블(2) 상에서, 원료 가스 노즐(61)의 하방 영역은, BTBAS 가스의 흡착이 행하여지는 흡착 영역(R1), 산화 가스 노즐(63)의 하방 영역은, BTBAS 가스가 산화되는 산화 영역(R2)이다. 또한, 플라스마 형성부(7)의 하방 영역은, 플라스마에 의해 SiO₂막의 개질이 행하여지는 개질 영역(R3)이다. 돌출부(34)의 하방 영역은, 분리 가스 노즐(62, 65)로부터 각각 토출되는 N₂ 가스에 의해, 흡착 영역(R1)의 분위기와 산화 영역(R2)의 분위기를 서로 분리하기 위한 분리 영역(D1, D2)이다.

[0048] 이미 설명한 배기구(36)는, 흡착 영역(R1)과, 흡착 영역(R1)의 회전 방향의 하류측에 인접하는 분리 영역(D1)과의 사이의 외측에 개구되어 있어, 잉여의 BTBAS 가스를 배기한다. 또한, 배기구(37)는, 개질 영역(R3)과 개질 영역(R3)의 회전 방향의 하류측에 인접하는 분리 영역(D2)과의 경계 부근의 외측에 개구되어 있어, 잉여의 O₃ 가스, 개질 가스를 배기한다. 배기구(36, 37)로부터는, 각 분리 영역(D1, D2), 중심 영역 형성부(C)로부터 각각 공급되는 N₂ 가스도 배기된다.

[0049] 성막 장치(1)에는, 장치 전체의 동작의 컨트롤을 행하기 위한 컴퓨터로 이루어지는 제어부(100)가 설치되어 있다. 도 10은, 당해 제어부(100)의 개략 구성을 나타내고 있다. 이 제어부(100)는, CPU(101), 후술하는 성막 처리에 관한 동작을 실행하는 프로그램(105)을 저장하는 프로그램 저장부(102), 기억부(103), 입력부(104)를 구비하고 있다. 도면 중 110은 버스이다.

[0050] 기억부(103)에는, 회전 테이블(2)의 회전수와, 웨이퍼(W)의 처리 온도와, 상기 구동 기어(5)와 종동 기어(4)의 이격 거리 H3과의 대응 관계가 기억되어 있다. 입력부(104)는, 성막 장치(1)의 유저가 웨이퍼(W)의 처리 레시피로서, 성막 처리 시에 있어서의 회전 테이블(2)의 회전수와, 웨이퍼(W)의 처리 온도를 각각 입력해서 설정하기 위한 디바이스이며, 예를 들어 터치 패널 등에 의해 구성된다. 그렇게 입력된 회전 테이블(2)의 회전수와 웨이퍼(W)의 처리 온도에 대응하는 이격 거리 H3이 기억부(103)로부터 판독되고, 그렇게 판독된 이격 거리 H3이 되도록 구동 기어용 승강 기구(55)에 의해 구동 기어(5)의 높이가 제어되어, 성막 처리가 행하여진다.

[0051] 웨이퍼(W)의 처리 온도가 일정한 경우, 회전 테이블(2)의 회전수가 높을수록 앞서 서술한 이유에 의해, 적재대(3)를 자전시키기 위해 높은 토크가 필요해지기 때문에, 이격 거리 H3이 작아지도록 설정된다. 예를 들어 도 10에서, 웨이퍼(W)의 온도가 a1℃일 때의 회전 테이블(2)의 회전수가 60rpm, 70rpm, 80rpm일 경우의 이격 거리 H3을 각각 b1mm, c1mm, d1mm로서 나타내고 있는데, b1>c1>d1이다. 또한, 회전 테이블(2)의 회전수가 일정한 경우에는, 웨이퍼(W)의 온도가 높을수록 상술한 바와 같이 구동 기어(5) 및 종동 기어(4)의 감자가 일어나기 쉬우므로, 이격 거리 H3이 작아지도록 설정된다. 예를 들어 도 10에서, 회전 테이블(2)의 회전수가 60rpm이며, 웨이퍼(W)의 온도가 a1℃, a2℃, a3℃일 때의 이격 거리 H3을 각각 b1mm, c1mm, d1mm로서 나타내고 있는데, a1℃<a2℃<a3℃로서, b1>c1>d1이다.

[0052] 상기 프로그램(105)은, 성막 장치(1)의 각 부에 제어 신호를 송신해서 각 부의 동작을 제어하여, 후술하는 성막 처리를 실행하기 위한 스텝 군이 짜여져 있다. 예를 들어 자전용 회전 기구(53)에 의한 구동 기어(5)의 회전수, 공전용 회전 기구(23)에 의한 회전 테이블(2)의 회전수, 구동 기어용 승강 기구(55)에 의한 구동 기어(5)의 승강, 각 가스 노즐(61 내지 65)로부터의 각 가스의 공급 유량, 히터(35)에 의한 웨이퍼(W)의 처리 온도(가열 온도), 중심 영역 형성부(C)로부터의 N₂ 가스의 공급 유량 등이 제어 신호에 따라서 제어된다. 프로그램(105)을 저장하는 프로그램 저장부(102)는, 하드 디스크, 콤팩트 디스크, 광자기 디스크, 메모리 카드, DVD 등의 기억 매체에 의해 구성되어 있고, 당해 기억 매체로부터 프로그램(105)은 제어부(100)에 인스톨된다.

[0053] 계속해서 성막 장치(1)에 의한 성막 처리에 대해서 설명한다. 예를 들어 구동 기어(5)이 소정의 높이 위치에 위치한 상태에서, 성막 장치(1)의 유저가 입력부(104)로부터, 회전 테이블(2)의 회전수 및 웨이퍼(W)의 처리 온도의 설정을 행하면, 도 9, 도 10에서 설명한 바와 같이, 설정된 회전 테이블(2)의 회전수 및 웨이퍼(W)의 처리 온도에 대응하는 이격 거리 H3이 되는 높이 위치로, 구동 기어(5)가 이동한다. 계속해서, 회전 테이블(2)의 간헐적인 회전과 승강 편(20)의 승강 동작에 의해, 도시하지 않은 반송 기구에 의해 외부로부터 진공 용기(11) 내에 순차 반입되는 웨이퍼(W)가, 적재대(3)에 전달된다. 모든 적재대(3)에 웨이퍼(W)가 적재되면, 게이트 밸브(38)가 폐쇄되고, 진공 용기(11) 내가 소정의 압력의 진공 분위기로 되도록 배기구(36, 37)로부터 배기가 행하여진다. 그리고, 분리 가스 노즐(62, 65), 중심 영역 형성부(C)로부터 회전 테이블(2)에 대하여 N₂ 가스가 공급된다. 한편, 히터(35)가 승온하고, 웨이퍼(W)가 설정된 처리 온도로 되도록 가열된다.

- [0054] 그리고, 회전 테이블(2)이 설정된 회전수로 회전함과 함께, 예를 들어 구동 기어(5)를 회전 테이블(2)과 동속으로 회전시킨다. 이에 의해, 적재대(3)는 자전을 정지한 상태에서 공전한다. 이어서, 원료 가스 노즐(61), 산화 가스 노즐(63), 개질 가스 노즐(64)로부터의 각 처리 가스의 공급과, 고주파 전원(76)으로부터의 안테나(75)에의 고주파의 인가에 의한 플라즈마의 형성이 개시된다. 또한, 구동 기어(5)의 회전수가, 회전 테이블(2)의 회전수와 상이한 회전수가 되도록 변경되고, 적재대(3)가 소정의 회전수로 자전한다.
- [0055] 도 2에 도시한 바와 같이, 진공 용기(11) 내에서는 흡착 영역(R1)과 산화 영역(R2)의 사이에, N_2 가스가 공급되는 분리 영역(D1)을 설치하고 있으므로, 흡착 영역(R1)에 공급되는 원료 가스 및 산화 영역(R2)에 공급되는 산화 가스는, 회전 테이블(2) 상에서 서로 혼합되지 않고 배기된다. 또한, 흡착 영역(R1)과 개질 영역(R3)의 사이에도 N_2 가스가 공급되는 분리 영역(D2)을 설치하고 있으므로, 원료 가스와, 개질 영역에 공급되는 개질 가스 및 개질 영역(R3)의 회전 방향 상류측으로부터 당해 분리 영역(D2)을 향하는 산화 가스는, 회전 테이블(2) 상에서 서로 혼합되지 않고 배기구(36, 37)로부터 배기된다. 또한, 중심 영역 형성부(C)로부터 공급된 N_2 가스도, 배기구(36, 37)로부터 배기된다.
- [0056] 상술한 바와 같이 각 가스의 공급과 배기가 행하여진 상태에서, 각 웨이퍼(W)는, 흡착 영역(R1), 산화 영역(R2), 개질 영역(R3)을 차례로 통과한다. 흡착 영역(R1)에서는 원료 가스 노즐(61)로부터 토출된 BTBAS 가스가 웨이퍼(W)에 흡착되고, 산화 영역(R2)에서는 흡착된 BTBAS 가스가, 산화 가스 노즐(63)로부터 공급된 O_3 가스에 의해 산화되어, SiO_2 의 분자층이 1층 또는 복수층 형성된다. 개질 영역(R3)에서는, 상기 SiO_2 의 분자층이 개질 가스의 플라즈마에 노출되어 개질된다. 그리고, 회전 테이블(2)의 회전에 의해, 상술한 사이클이 복수회, 반복 실행됨으로써, SiO_2 의 분자층이 적층되어 웨이퍼(W)의 표면에 SiO_2 막이 형성된다. 도 11은, 이렇게 성막이 행하여질 때의 성막 장치(1)의 각 부의 동작을 도시하고 있다.
- [0057] 이 성막 장치(1)에서는, 회전 테이블(2)의 회전과 병행하여, 적재대(3)의 회전에 의한 웨이퍼(W)의 자전이 행하여지지만, 회전 테이블(2)의 회전과 적재대(3)의 회전이 동기하지 않도록, 회전 테이블(2)의 회전수와 적재대(3)의 자전 속도가 설정된다. 즉, 웨이퍼(W)가 제1 방향을 향한 상태에서, 회전 테이블(2)이 회전의 개시 포인트로부터 1회전하고, 다시 개시 포인트에 위치했을 때, 웨이퍼(W)가 제1 방향과는 상이한 제2 방향을 향하게 되는 자전 속도로 웨이퍼(W)가 자전하도록 설정된다.
- [0058] 이와 같이, 적재대(3)는 회전 테이블(2)의 회전과 동기하지 않고 자전하므로, 각 적재대(3) 상의 웨이퍼(W)는 자전 및 공전에 의해, 원료 가스의 흡착 영역(R1)을 다양한 방향으로 통과하게 된다. 이렇게 해서, 적재대(3)의 자전에 수반하여, 상면측에서 본 방향을 점차 바꾸면서 상술한 SiO_2 의 분자층을 형성하는 사이클이 실행된다. 웨이퍼(W)의 방향을 바꾸면서 성막이 행해짐으로써, 예를 들어 흡착 영역(R1) 내에서 원료 가스의 농도 분포에 변동이 발생한 경우에도, 복수회 실행되는 SiO_2 분자층의 형성 사이클의 전체 기간에서 보았을 때, 웨이퍼(W)에 흡착되는 원료 가스의 양을 웨이퍼(W)의 둘레 방향을 향해서 균일하게 할 수 있다. 그 결과로서, 웨이퍼(W)의 둘레 방향으로 보아, 웨이퍼(W)에 형성되는 SiO_2 막의 막 두께의 치우침을 억제할 수 있다.
- [0059] 상술한 동작에 의해, SiO_2 의 분자층이 순차 적층되고, 미리 설정된 사이클수를 실행하면, 회전 테이블(2)의 회전, 구동 기어(5)의 회전, 각종 가스의 공급, 플라즈마의 형성을 정지하고, 성막 처리가 종료된다. 그 후, 웨이퍼(W)는 진공 용기(11) 내의 반입 시와는 역의 수순으로 당해 진공 용기(11) 내로부터 반출된다.
- [0060] 상기 성막 장치(1)에 의하면, 구동 기어용 승강 기구(55)에 의해, 종동 기어(4)와 구동 기어(5)의 이격 거리 H3이 조정되고, 구동 기어(5)와 종동 기어(4)의 사이의 자력이 조정된다. 따라서, 구동 기어(5)와 종동 기어(4)의 사이에 강력한 자력이 상시 작용하는 것을 방지해서 회전 테이블(2), 회전축(21) 등에의 각 부품에 대한 부하를 억제하여, 당해 각 부품의 소모, 변형 및 파손을 억제하면서, 성막 처리 시에 적재대(3)가 자전하기 위해 필요한 자력을 확보할 수 있다.
- [0061] 상기 성막 장치(1)에서는, 종동 기어(4) 및 종동 기어(4)를 공전시키는 유닛에 대하여 구동 기어(5)를 승강시켜 상기 이격 거리 H3이 변경되지만, 구동 기어(5)에 대하여 종동 기어(4)를 승강시킴으로써 이격 거리 H3이 변경되도록 해도 된다. 구체적으로는 예를 들어, 공전용 회전 기구(23)를 승강 기구에 접속하여, 당해 회전 테이블(2) 및 진공 용기(11)가 승강하도록 구성함으로써, 그렇게 구동 기어(5)에 대하여 종동 기어(4)를 승강시킬 수 있다.
- [0062] 또한 상기 예에서는, 제어부(100)의 기억부(103)에는, 웨이퍼(W)의 처리 온도와 회전 테이블(2)의 회전수와 이

격 거리 H3의 대응 관계가 기억되어 있지만, 웨이퍼(W)의 처리 온도와 이격 거리 H3의 대응 관계, 회전 테이블(2)의 회전수와 이격 거리 H3의 대응 관계 중 어느 한쪽이 기억되어 있어도 된다. 즉, 성막 장치(1)의 유체가 웨이퍼(W)의 처리 온도 및 회전 테이블(2)의 회전수 중 한쪽을 설정함으로써, 이격 거리 H3이 설정되어도 된다. 또한, 처리 레시피에 따라서 이격 거리 H3을 변경하는 것에 한정되지는 않는다. 예를 들어, 상기 성막 처리가 행하여지고 있지 않은 대기 상태일 때, 상기 이격 거리 H3이 비교적 커지는 높이 위치에 구동 기어(5)를 위치시켜 두고, 성막 처리를 행할 때는, 이격 거리 H3이 비교적 작아지는, 미리 설정된 높이 위치에 구동 기어(5)를 위치시키도록 해도 된다. 즉, 각 성막 처리 시에 있어서 구동 기어(5)의 높이가 균일한 경우도 본 발명의 권리 범위에 포함된다. 단, 보다 확실하게 중동 기어(4)를 회전시키고, 또한 성막 장치(1)의 각 부에 대한 부하를 억제하기 위해서는, 상기와 같이 처리 레시피에 따라서 구동 기어(5)의 높이를 제어하는 것이 바람직하다.

[0063] 이미 설명한 바와 같이, 성막 장치(1)에서는, 웨이퍼(W)에의 성막 시에 이들 공전과 자전이 서로 병행해서 행하여지지만, 웨이퍼(W)의 자전에는, 회전 테이블(2)이 회전하고 있는 동안에, 웨이퍼(W)가 연속적으로 자전하는 경우 외에, 간헐적으로 자전하는 것도 포함된다. 또한, 웨이퍼(W)의 자전의 개시 및 정지의 타이밍은, 공전의 개시 및 정지의 타이밍과 맞추도록 해도 되고, 서로의 회전의 개시 및 정지의 타이밍이 어긋나 있어도 된다. 또한, 구동 기어(5)는, 상기 예에서는 대기 분위기에 설치되어 있지만, 진공 용기(11)를 구동 기어(5)에 대해서도 둘러싸도록 구성함으로써, 중동 기어(4)와 마찬가지로 진공 분위기에 설치해도 된다.

[0064] 그런데 구동 기어(5) 및 중동 기어(4)로 이루어지는 자기 기어 기구(40)로서는, 자력에 의해 구동 기어(5)의 회전에 따라, 중동 기어(4)가 구동 기어(5)에 대하여 비접촉으로 회전하도록 구성되어 있으면 된다. 따라서, 중동 기어(4), 구동 기어(5)의 한쪽만이 자성체이어도 된다. 또한, 중동 기어(4) 또는 구동 기어(5)에 대해서, 상기 N극부, S극부가 교대로 배열된 구성으로 하는 것에 한정되지는 않고, 예를 들어 S극부, N극부의 한쪽에 의해서만 구성되도록 해도 된다. 단, 중동 기어(4) 및 구동 기어(5)에 있어서, 각각 이미 설명한 실시 형태와 같이 서로 다른 자극을 교대로 배치함으로써, 자석의 반발력과 흡인력을 이용해서 적재대(3)를 자전시키므로, 적재대(3)를 확실하게 회전시킬 수 있기 때문에 바람직하다. 또한, 구동 기어(5)의 회전에 의해 중동 기어(4)를 회전시킬 수 있으면, 각 자극부의 형상에 대해서도 이미 설명한 예와 같이 직사각 형상으로 구성하는 것에 한정되지는 않는다.

[0065] (평가 시험)

[0066] 본 발명에 관련해서 행하여진 평가 시험에 대해서 설명한다. 평가 시험 1에서는 성막 장치(1)와 대략 마찬가지로의 구성을 구비하는 실험 장치를 사용하여, 회전 테이블(2)의 회전수, 구동 기어(5)의 회전수를 각각 변경한 경우에 있어서의, 회전 테이블(2)에 적재되는 각 웨이퍼(W)의 자전 속도의 평균에 대해서 조사하였다. 이 실험 장치에서는, 도 1에서 설명한 구획판(17)의 두께 H1을 3mm, 구획판(17)과 중동 기어(4)의 하면의 거리 H2를 1mm, 구획판(17)과 구동 기어(5)의 상면의 거리를 1mm로 각각 설정하고 있다. 따라서 이 실험 장치에 있어서, 도 9에서 설명한 구동 기어(5)와 중동 기어(4)의 공전 궤도의 이격 거리 H3은, 5mm이다. 회전 테이블(2)에 대해서는 30rpm, 60rpm 또는 120rpm으로 회전시켰다. 또한, 구동 기어(5)의 회전수에 대해서는, 회전 테이블(2)의 회전수와는 차가, -0.8도/초 내지 +0.8도/초의 범위 내에 수렴되도록 변경하였다.

[0067] 도 12, 도 13, 도 14의 그래프는 회전 테이블(2)의 회전수가 각각 30rpm, 60rpm, 120rpm일 때의 시험 결과를 나타낸 그래프이다. 그래프의 횡축은, 구동 기어(5)의 회전수(단위: rpm)를 나타내고 있고, 그래프의 종축은, 웨이퍼(W)의 평균 자전 속도(단위: 도/분)를 나타내고 있다. 각 그래프에서는, 회전 테이블(2) 상의 5개의 웨이퍼(W) 중 1개의 웨이퍼(W)에 대한 결과만을 나타내고 있다. 이것은, 5개의 웨이퍼(W)에 대한 평균 자전 속도의 변동이 대략 제로였기 때문이다. 그리고 각 그래프에 나타내는 바와 같이 회전 테이블(2)의 회전수가 30rpm, 60rpm, 120rpm의 어느 경우에도, 구동 기어(5)의 회전수의 상승에 비례하여, 웨이퍼(W)의 평균 자전 속도가 상승하는 것이 확인되었다. 또한, 평균 자전 속도가 -일 때와 +일 때는, 웨이퍼(W)는 서로 반대의 방향으로 자전하고 있다.

[0068] 이 평가 시험 1의 결과로부터, 회전 테이블(2)의 회전수가 120rpm 이하의 범위에서는 회전 테이블(2)에 의한 웨이퍼(W)의 공전 속도에 구애되지 않고, 웨이퍼(W)의 자전 속도, 자전의 방향에 대해서 제어할 수 있음이 확인되었다. 그리고, 구획판(17)에 의해 구획되어 있어도, 구동 기어(5)와 중동 기어(4)의 사이에 자력이 작용해서 중동 기어(4)를 회전시킬 수 있음이 확인되었다. 본 발명에 따르면, 구동 기어(5)가 승강하여, 중동 기어(4)와 구동 기어(5)의 사이의 자력을 조정할 수 있으므로, 회전 테이블(2)의 회전수를 120rpm보다도 높게 해도, 웨이퍼(W)를 원하는 회전수로 자전시킬 수 있을 것으로 예측된다.

[0069] 계속해서 평가 시험 2에 대해서 설명한다. 평가 시험 2에서는, 평가 시험 1과 마찬가지로, 회전 테이블(2)의

회전수, 구동 기어(5)의 회전수를 각각 변경한 경우에 있어서의, 회전 테이블(2)에 적재된 각 웨이퍼(W)의 평균 자전 속도에 대해서 측정하였다. 단, 차이점으로서 구동 기어(5)와 중동 기어(4)의 공전 궤도와 이격 거리 H3(도 9 참조)은 9mm로 하였다. 그리고 구동 기어(5)에 대해서는, 설정 상의 각 웨이퍼(W)의 자전 속도(자전 설정 속도)가 +5rpm 내지 -5rpm이 되도록 회전시켰다. 회전 테이블(2)의 회전수로서는, 240rpm, 210rpm, 180rpm, 150rpm, 120rpm, 90rpm, 60rpm, 30rpm 및 2rpm으로 설정하였다.

[0070] 얻어진 시험 결과 중, 대표해서 회전 테이블(2)을 240rpm 시켰을 때의 결과를 도 15의 그래프에 나타내었다. 도 15의 그래프의 종축은, 도 12 내지 도 14의 그래프의 종축과 마찬가지로 웨이퍼(W)의 평균 자전 속도(단위: 도/분)를 나타내고 있다. 도 15의 그래프의 횡축은, 상기 웨이퍼(W)의 자전 설정 속도에 대해서 나타내고 있다. 이 도 15의 그래프에서는, 평가 시험 1의 결과와 마찬가지로 회전 테이블(2) 상의 5개의 웨이퍼(W)의 평균 자전 속도의 변동이 대략 제로였기 때문에, 1개의 웨이퍼(W)에 대한 결과만을 나타내고 있다. 이 도 15의 그래프로부터 명백해진 바와 같이, 웨이퍼(W)의 평균 자전 속도는 자전 설정 속도에 따라서 +180도/분 내지 -180도/분의 범위 내의 값이 되고, 자전 설정 속도의 상승에 비례하여, 당해 웨이퍼(W)의 평균 자전 속도가 상승한다.

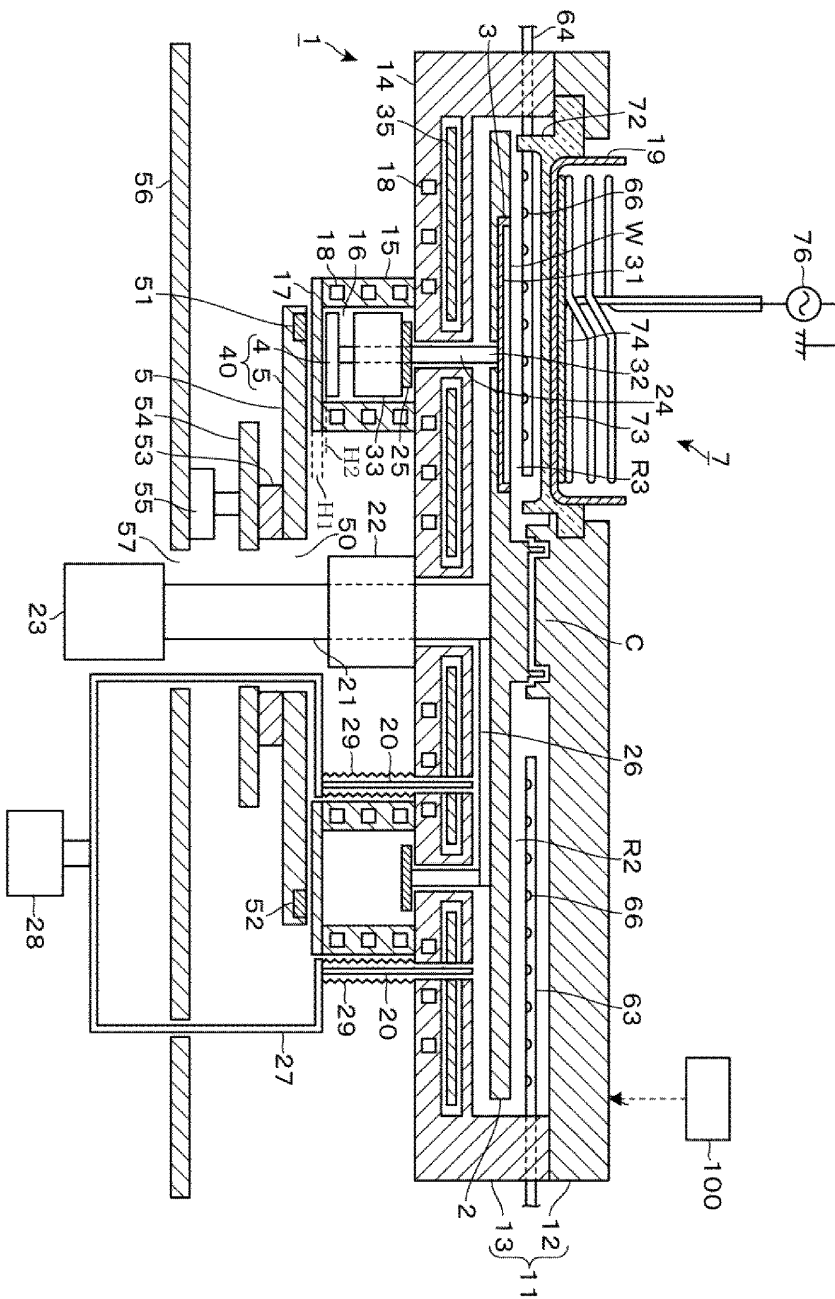
[0071] 도시는 생략하지만, 이 평가 시험 2에서 회전 테이블(2)의 회전수를 240rpm 이외의 값으로 설정했을 경우의 그래프의 파형에 대해서는, 회전 테이블(2)의 회전수를 240rpm으로 설정한 경우의 그래프의 파형과 대략 마찬가지로 이었다. 즉, 자전 설정 속도가 변화하면 웨이퍼(W)의 평균 자전 속도에 대해서는, 그 자전 설정 속도가 얻어지도록 +180도/분 내지 -180도/분의 범위 내에서 변화하고, 자전 설정 속도의 상승에 비례하여, 웨이퍼(W)의 평균 자전 속도가 상승하는 결과가 되었다. 그리고, 회전 테이블(2) 상의 5개의 웨이퍼(W)의 평균 자전 속도의 변동에 대해서도, 회전 테이블(2)의 회전수를 240rpm으로 설정했을 때와 마찬가지로, 대략 제로이었다.

[0072] 따라서, 이 평가 시험 2의 결과로부터, 회전 테이블(2)의 회전수가 240rpm 이하의 범위에서, 웨이퍼(W)간에 자전 속도가 정렬되어, 웨이퍼(W)의 자전 속도 및 자전의 방향에 대해서 제어할 수 있음이 확인되었다. 즉, 회전 테이블(2)의 회전수를 이러한 범위로 설정하여, 상기 성막 장치(1)를 운용할 수 있음이 확인되었다. 또한, 웨이퍼(W)의 자전 속도를 +5rpm 내지 -5rpm으로 할 수 있음이 확인되었다.

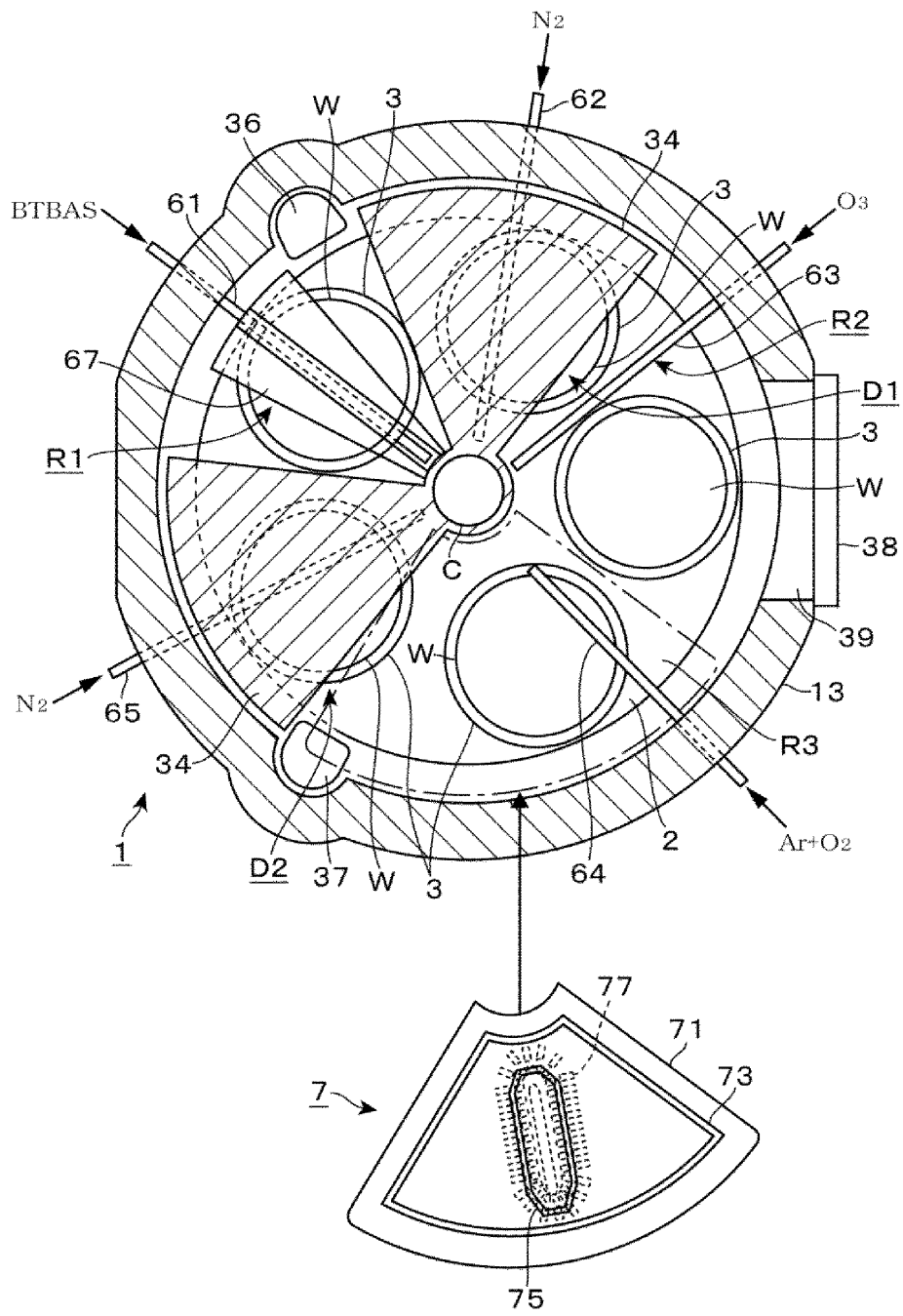
부호의 설명

[0073] W : 웨이퍼
1 : 성막 장치
11 : 진공 용기
2 : 회전 테이블
3 : 적재대
35 : 히터
4 : 중동 기어
5 : 구동 기어
55 : 구동 기어용 승강 기구
61 : 원료 가스 노즐
63 : 산화 가스 노즐

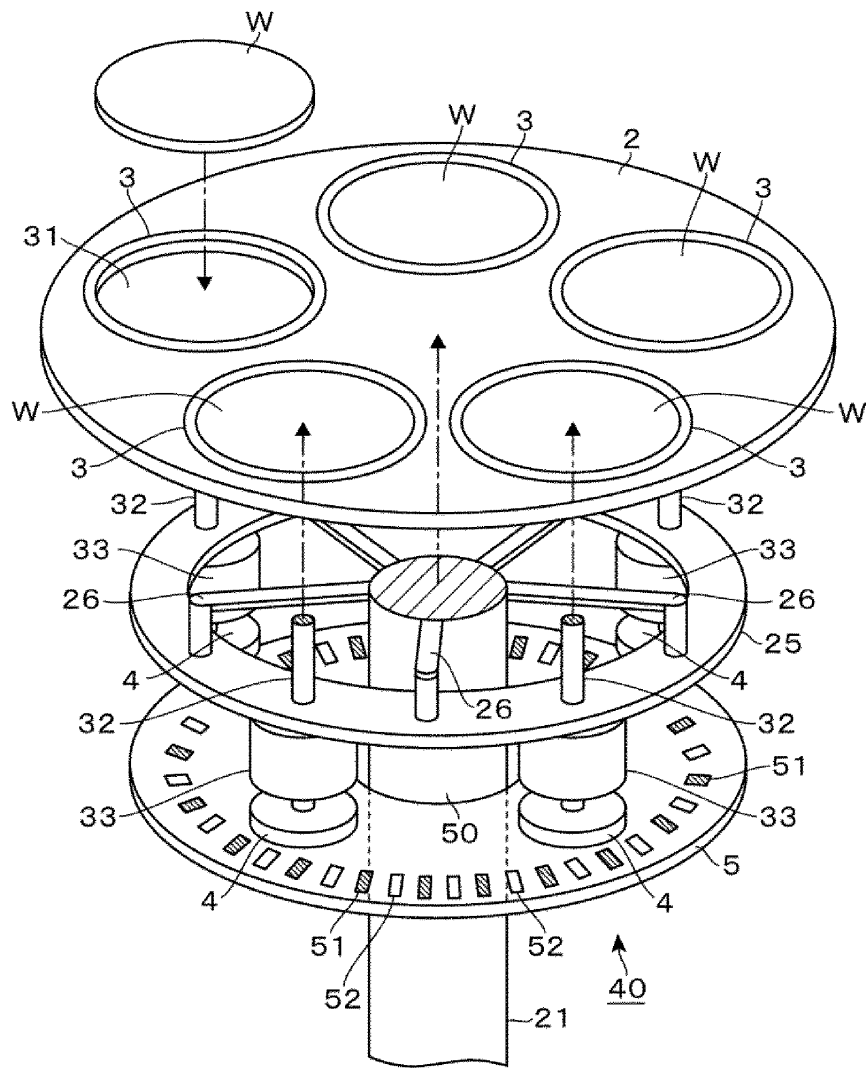
도면
도면1



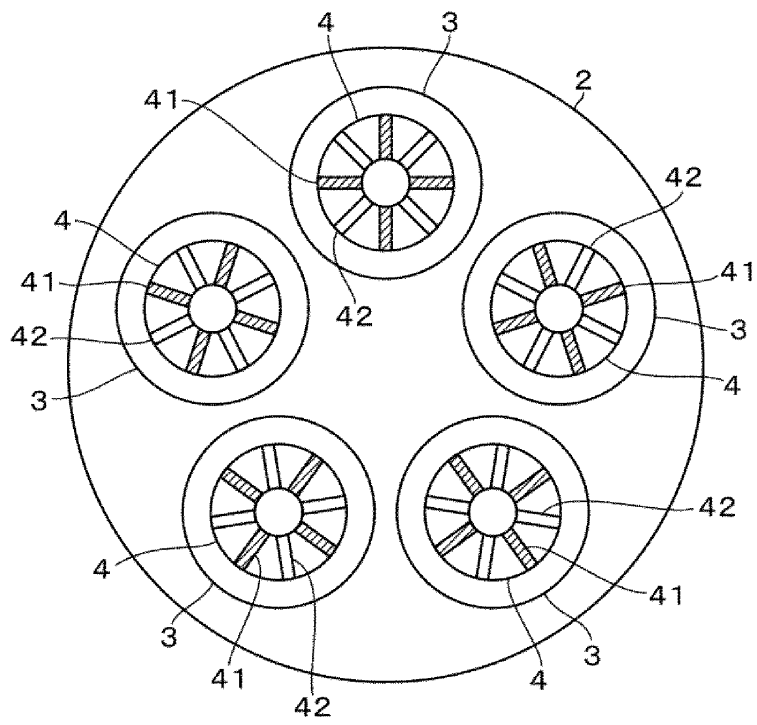
도면2



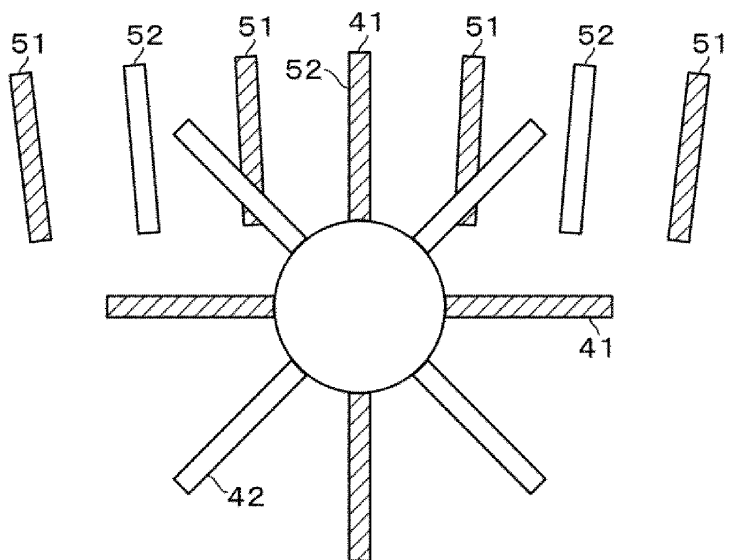
도면3



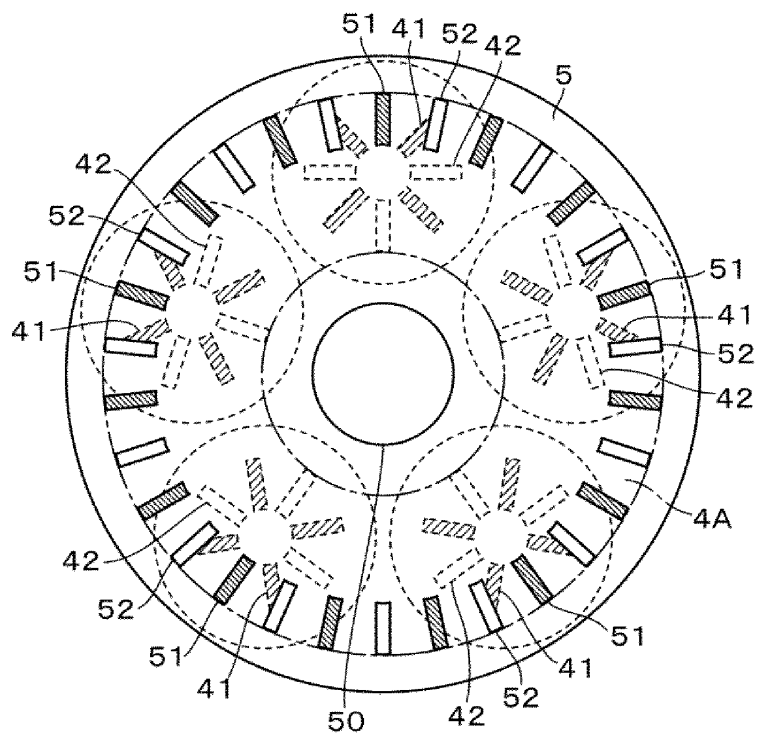
도면4



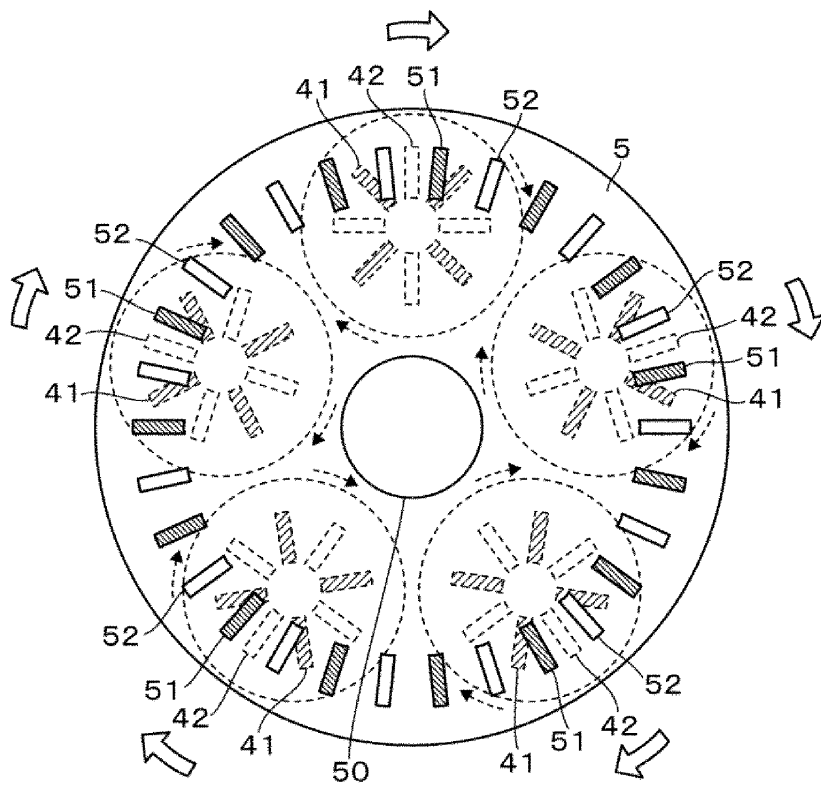
도면5



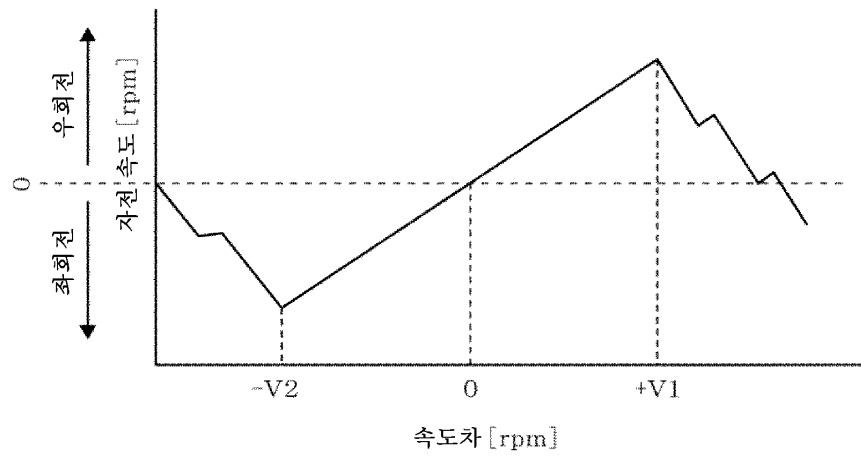
도면6



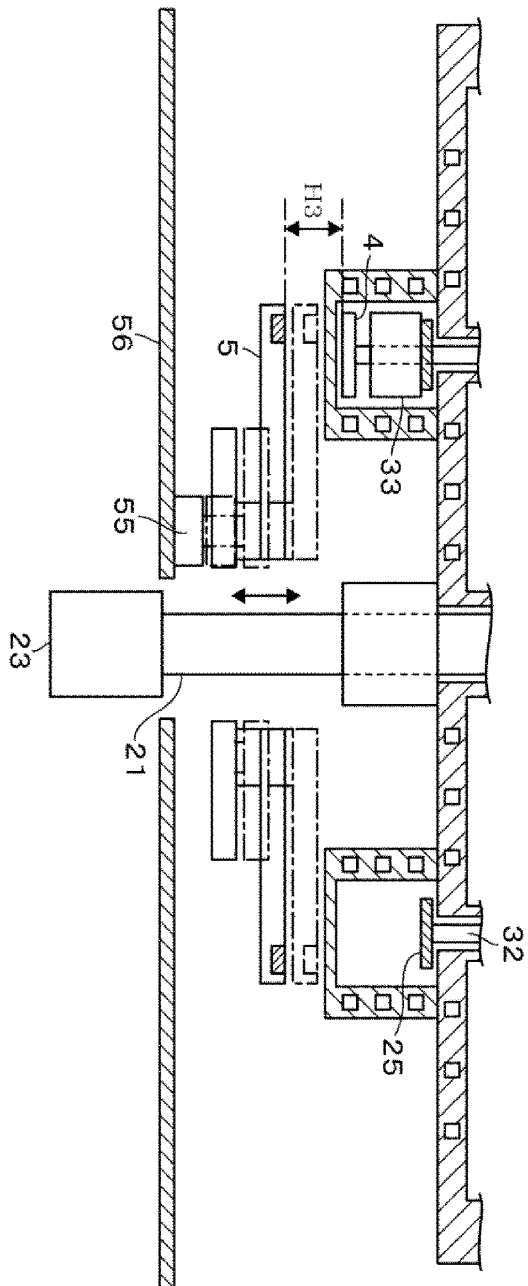
도면7



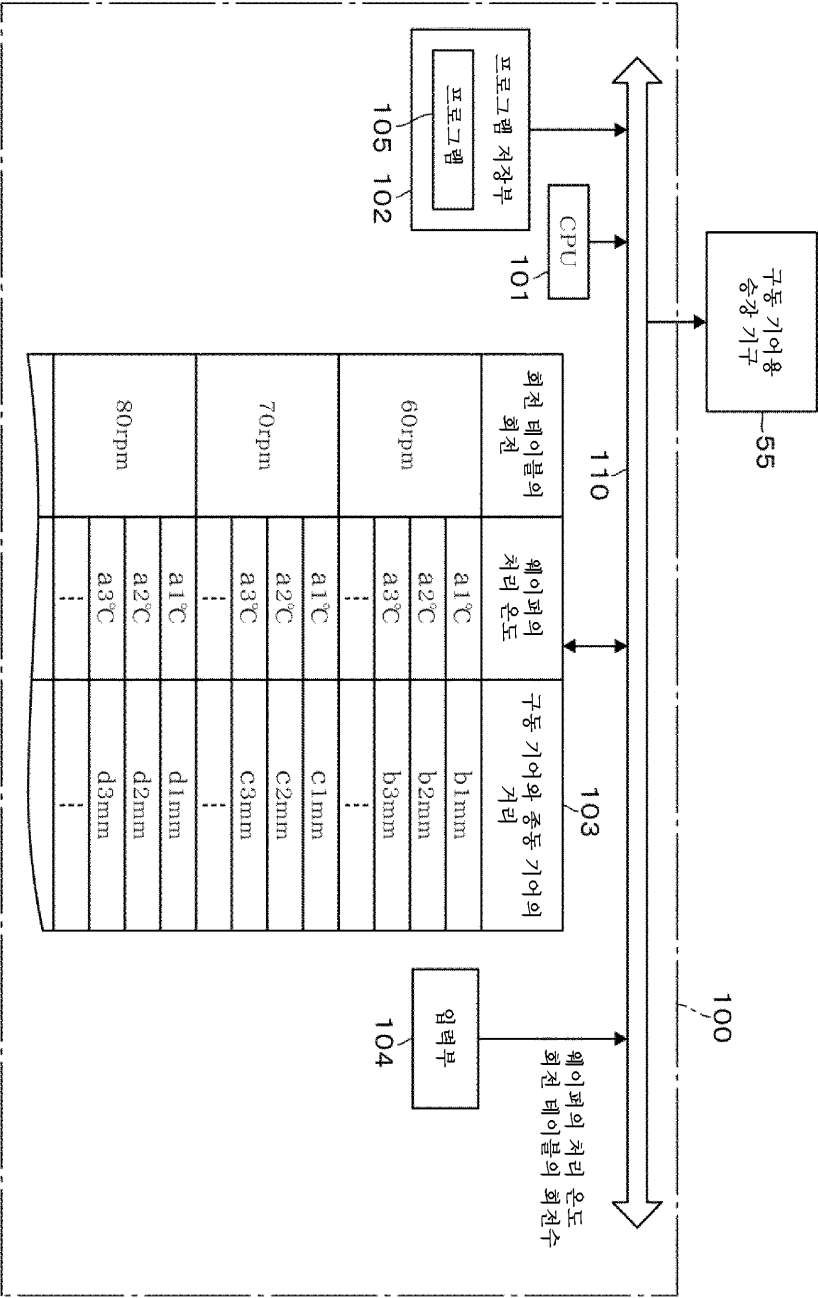
도면8



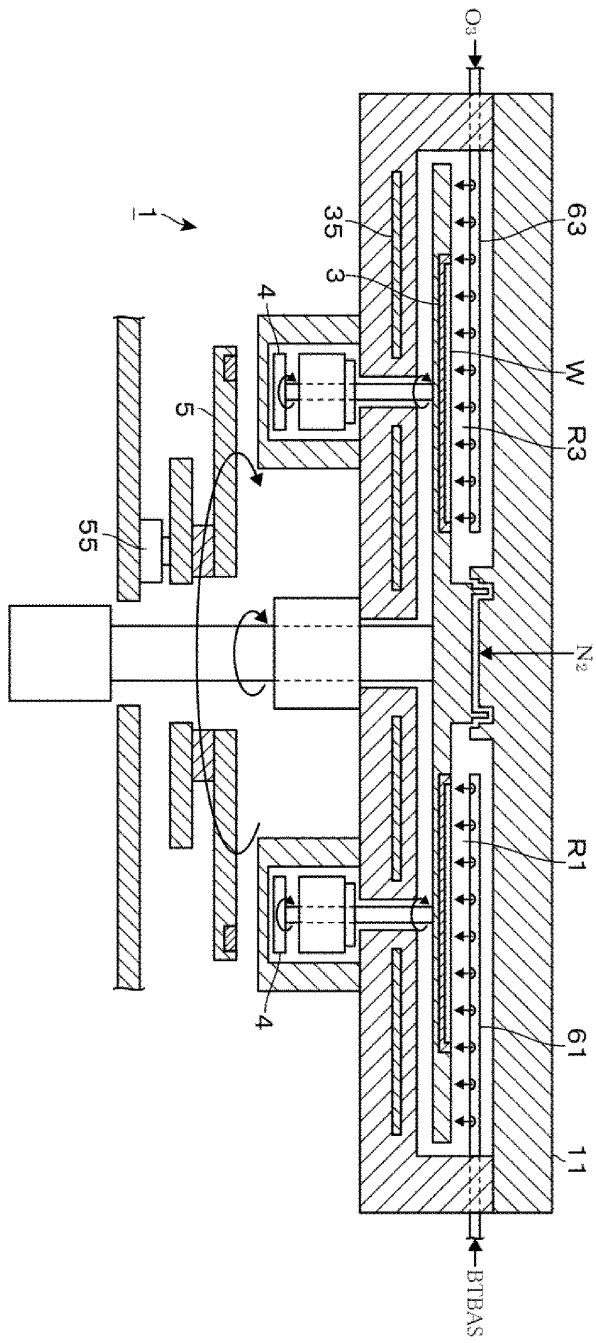
도면9



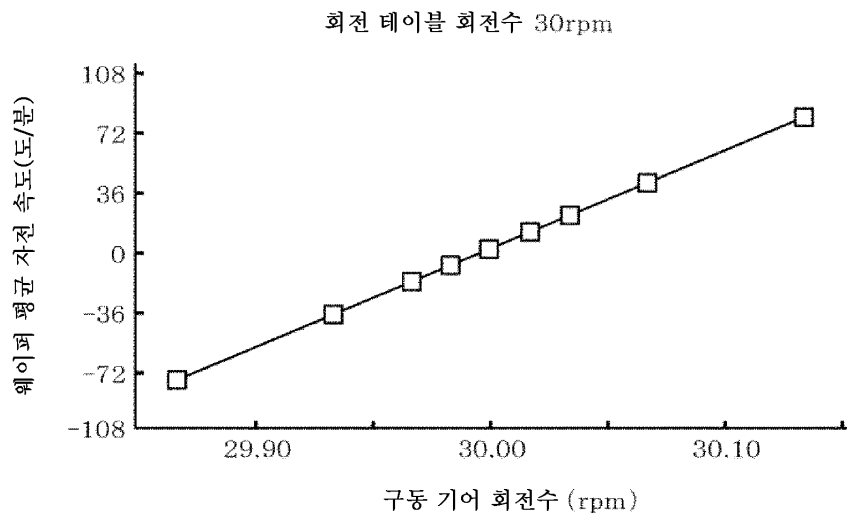
도면10



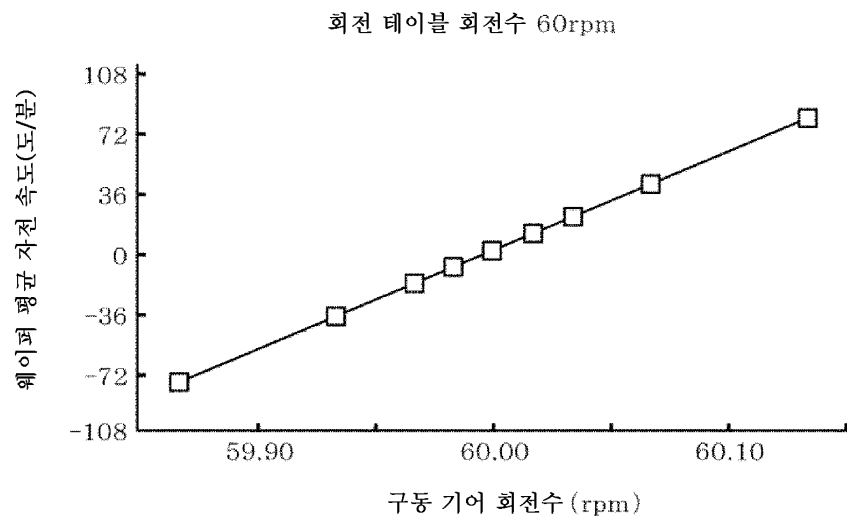
도면11



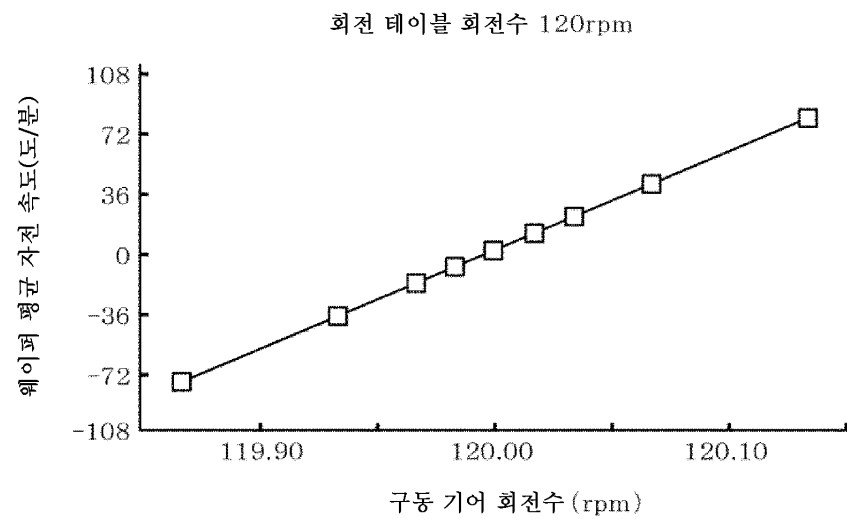
도면12



도면13



도면14



도면15

회전 테이블 회전수 240rpm

