



**(19) 대한민국특허청(KR)**  
**(12) 등록특허공보(B1)**

(45) 공고일자 2022년03월22일  
 (11) 등록번호 10-2377068  
 (24) 등록일자 2022년03월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
 H01L 21/285 (2006.01) C23C 16/02 (2006.01)  
 C23C 16/18 (2006.01) C23C 16/34 (2006.01)  
 C23C 16/455 (2006.01) C23C 16/54 (2006.01)  
 H01L 21/28 (2006.01) H01L 21/768 (2006.01)

(52) CPC특허분류  
 H01L 21/28556 (2013.01)  
 C23C 16/0272 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2020-0011834  
 (22) 출원일자 2020년01월31일  
 심사청구일자 2020년01월31일  
 (65) 공개번호 10-2020-0099080  
 (43) 공개일자 2020년08월21일  
 (30) 우선권주장  
 JP-P-2019-023883 2019년02월13일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌  
 JP2000228372 A\*  
 KR1020040066882 A\*  
 KR1020160001609 A\*  
 US06933021 B2\*  
 \*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
**도쿄엘렉트론가부시키키가이샤**  
 일본 도쿄도 미나토쿠 아카사카 5초메 3반 1고

(72) 발명자  
**오카다, 미츠히로**  
 일본 407-0192 야마나시켄 니라사키시 호사카쵸 미쯔자와 650 도쿄 엘렉트론 테크놀로지 솔루션즈 가부시키키가이샤 내

**후지이, 야스시**  
 일본 407-0192 야마나시켄 니라사키시 호사카쵸 미쯔자와 650 도쿄 엘렉트론 테크놀로지 솔루션즈 가부시키키가이샤 내

(74) 대리인  
**장수길, 김성환, 성재동**

전체 청구항 수 : 총 15 항

심사관 : 정구원

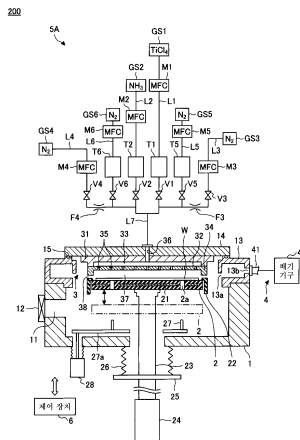
**(54) 발명의 명칭 기관 처리 방법 및 기관 처리 장치**

**(57) 요약**

금속 함유막의 연속성을 향상시키는 기관 처리 방법 및 기관 처리 장치를 제공한다.

기관을 준비하는 공정과, 상기 기관을 적재하는 스테이지의 온도를 제1 온도로 가열하고, 상기 기관에 대하여 제 1 원료 가스를 공급하여, 상기 기관의 표면에 시드층을 형성하는 공정과, 상기 기관을 적재하는 스테이지의 온도를 제2 온도로 가열하고, 상기 시드층이 형성된 상기 기관에 대하여 제2 원료 가스 및 제1 환원 가스를 공급하여, 금속 함유막을 성막하는 공정을 구비하는, 기관 처리 방법이다.

**대표도** - 도3



(52) CPC특허분류

*C23C 16/18* (2013.01)

*C23C 16/34* (2013.01)

*C23C 16/45525* (2013.01)

*C23C 16/54* (2013.01)

*H01L 21/28088* (2013.01)

*H01L 21/76876* (2013.01)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

기관을 준비하는 공정과,

상기 기관을 적재하는 스테이지의 온도를 제1 온도로 가열하고, 상기 기관에 대하여 제1 원료 가스를 공급하여, 상기 기관의 표면에 시드층을 형성하는 공정과,

상기 기관을 적재하는 스테이지의 온도를 제2 온도로 가열하고, 상기 시드층이 형성된 상기 기관에 대하여 제2 원료 가스 및 제1 환원 가스를 공급하여, 금속 함유막을 형성하는 공정을 포함하고,

상기 시드층은, 불연속막인, 기관 처리 방법.

#### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 시드층은, 상기 시드층이 형성되어 있지 않은 상기 기관의 표면보다, 상기 제2 원료 가스의 흡착성이 높은,

기관 처리 방법.

#### 청구항 3

제2항에 있어서,

상기 제1 원료 가스는, 실리콘 함유 가스인,

기관 처리 방법.

#### 청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1 원료 가스는, 상기 시드층을 형성하는 공정 동안, 연속적으로 공급되는,

기관 처리 방법.

#### 청구항 5

제1항에 있어서,

상기 시드층을 형성하는 공정에서,

상기 제1 원료 가스 및 제2 환원 가스를 공급하여, 상기 기관의 표면에 상기 시드층을 형성하는,

기관 처리 방법.

#### 청구항 6

제5항에 있어서,

상기 제1 원료 가스 및 상기 제2 환원 가스의 공급은, 교대로 공급되는,

기관 처리 방법.

#### 청구항 7

제5항에 있어서,

상기 제1 원료 가스는, 상기 제2 원료 가스보다, 상기 시드층이 형성되어 있지 않은 상기 기관의 표면에 있어서

의 흡착성이 높은,  
기관 처리 방법.

**청구항 8**

제5항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 제1 원료 가스는, 유기 금속 가스인,  
기관 처리 방법.

**청구항 9**

제8항에 있어서,  
상기 유기 금속 가스는, Al 함유 가스 또는 Ti 함유 가스인,  
기관 처리 방법.

**청구항 10**

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 제1 환원 가스는, 질소 함유 가스인,  
기관 처리 방법.

**청구항 11**

제5항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 제1 환원 가스 및 상기 제2 환원 가스는, 질소 함유 가스인,  
기관 처리 방법.

**청구항 12**

제1항 내지 제3항 및 제5항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 제2 원료 가스는, 상기 제1 원료 가스와는 상이한,  
기관 처리 방법.

**청구항 13**

제1항 내지 제3항 및 제5항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 제2 원료 가스는, Ti 함유 가스인,  
기관 처리 방법.

**청구항 14**

삭제

**청구항 15**

챔버와,  
기관을 적재하는 스테이지와,  
상기 챔버에 가스를 공급하는 가스 공급부와,  
상기 스테이지를 가열하는 가열원과,  
제어부를 구비하고,

상기 제어부는,

상기 기판을 준비하는 공정과,

상기 기판을 적재하는 상기 스테이지의 온도를 제1 온도로 가열하고, 상기 기판에 대하여 제1 원료 가스를 공급하여, 상기 기판의 표면에 시드층을 형성하는 공정과,

상기 기판을 적재하는 상기 스테이지의 온도를 제2 온도로 가열하고, 상기 시드층이 형성된 상기 기판에 대하여 제2 원료 가스 및 제1 환원 가스를 공급하여, 금속 함유막을 형성하는 공정을 실행하고,

상기 시드층은, 불연속막인, 기판 처리 장치.

#### 청구항 16

복수의 챔버와, 진공 반송실을 포함하는 기판 처리 장치이며,

상기 복수의 챔버의 각 챔버는,

기판을 적재하는 스테이지와,

상기 챔버에 가스를 공급하는 가스 공급부와,

상기 스테이지를 가열하는 가열원을 포함하고,

상기 기판 처리 장치는 제어부를 더 포함하고,

상기 제어부는,

상기 복수의 챔버 중 하나의 챔버에 상기 기판을 준비하는 공정과,

상기 기판을 적재하는 상기 스테이지의 온도를 제1 온도로 가열하고, 상기 기판에 대하여 제1 원료 가스를 공급하여, 상기 기판의 표면에 시드층을 형성하는 공정과,

상기 진공 반송실을 통하여, 상기 하나의 챔버로부터 상기 복수의 챔버 중 다른 챔버로 대기에 노출되지 않고 상기 기판을 반송하는 공정과,

상기 기판을 적재하는 상기 스테이지의 온도를 제2 온도로 가열하고, 상기 시드층이 형성된 상기 기판에 대하여 제2 원료 가스 및 제1 환원 가스를 공급하여, 금속 함유막을 형성하는 공정을 실행하고,

상기 시드층은, 불연속막인, 기판 처리 장치.

#### 발명의 설명

#### 기술 분야

[0001] 본 개시는, 기판 처리 방법 및 기판 처리 장치에 관한 것이다.

#### 배경 기술

[0002] 예를 들어, 3DNAND의 워드 라인이나 배리어 메탈로서, TiN막을 사용한다는 것이 알려져 있다.

[0003] 특허문헌 1에는, TiN막 등을 성막하는 기판 처리 장치가 개시되어 있다.

#### 선행기술문헌

#### 특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 일본 특허 공개 제2004-6699호 공보

#### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

[0005] 일 측면에서는, 본 개시는, 금속 함유막의 연속성을 향상시키는 기판 처리 방법 및 기판 처리 장치를 제공한다.

**과제의 해결 수단**

[0006] 상기 과제를 해결하기 위해, 일 양태에 따르면, 기판을 준비하는 공정과, 상기 기판을 적재하는 스테이지의 온도를 제1 온도로 가열하고, 상기 기판에 대하여 제1 원료 가스를 공급하여, 상기 기판의 표면에 시드층을 형성하는 공정과, 상기 기판을 적재하는 스테이지의 온도를 제2 온도로 가열하고, 상기 시드층이 형성된 상기 기판에 대하여 제2 원료 가스 및 제1 환원 가스를 공급하여, 금속 함유막을 성막하는 공정을 구비하는, 기판 처리 방법이 제공된다.

**발명의 효과**

[0007] 일 측면에 따르면, 금속 함유막의 연속성을 향상시키는 기판 처리 방법 및 기판 처리 장치를 제공할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0008] 도 1은, 본 실시 형태에 관한 클러스터 시스템의 구성도.  
 도 2는, 제1 실시 형태에 관한 클러스터 시스템이 구비하는 시드층 형성 장치의 단면 모식도의 일례.  
 도 3은, 본 실시 형태에 관한 클러스터 시스템이 구비하는 성막 장치의 단면 모식도의 일례.  
 도 4는 본 실시 형태에 관한 클러스터 시스템에 있어서의 동작의 일례를 도시하는 흐름도.  
 도 5는, 제1 실시 형태의 각 공정에 있어서의 기판의 상태를 도시하는 단면 모식도.  
 도 6은, 제2 실시 형태에 관한 클러스터 시스템이 구비하는 시드층 형성 장치의 단면 모식도의 일례.  
 도 7은, 제2 실시 형태의 각 공정에 있어서의 기판의 상태를 도시하는 단면 모식도.  
 도 8은, 금속 함유막을 성막하는 처리에 있어서의 ALD 프로세스의 사이클수와 TiN막의 막 두께의 관계를 나타내는 그래프.  
 도 9는, 변형예에 관한 기판 처리 장치의 단면 모식도의 일례.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0009] 이하, 도면을 참조하여 본 개시를 실시하기 위한 형태에 대하여 설명한다. 각 도면에 있어서, 동일 구성 부분에는 동일 부호를 붙여, 중복된 설명을 생략하는 경우가 있다.

[0010] <클러스터 시스템>

[0011] 본 실시 형태에 관한 클러스터 시스템(기판 처리 장치)(300)에 대하여, 도 1을 사용하여 설명한다. 도 1은, 본 실시 형태에 관한 클러스터 시스템(300)의 구성도이다. 클러스터 시스템(300)은, 웨이퍼 등의 기판(W)의 표면에 시드층을 형성하고, 그 후, 시드층이 형성된 기판(W)에 금속 함유막을 성막하는 장치이다.

[0012] 도 1에 도시하는 바와 같이, 클러스터 시스템(300)은, 2개의 시드층 형성 장치(100)와, 2개의 성막 장치(200)를 갖는다. 이들은, 평면 형상이 칠각형을 이루는 진공 반응실(301)의 4개의 벽부에 각각 게이트 밸브(G)를 통하여 접속되어 있다. 진공 반응실(301) 내는, 진공 펌프에 의해 배기되어 소정의 진공도로 유지된다.

[0013] 성막 장치(200)는, 기판(W)에 대하여, 원료 가스로서의  $TiCl_4$  가스 및 환원 가스로서의  $NH_3$  가스를 공급하여, 기판(W)의 표면에 금속 함유막인 TiN막을 성막하는 장치이다. 성막 장치(200)는, 예를 들어 CVD(Chemical Vapor Deposition) 장치, ALD(Atomic Layer Deposition) 장치 등에 의해 구성된다.

[0014] 시드층 형성 장치(100)는, 성막 장치(200)에서 TiN막을 성막하기 전에, 기판(W)의 표면에  $TiCl_4$ 의 흡착을 촉진시키는 시드층을 형성하는 장치이다.

[0015] 또한, 진공 반응실(301)의 다른 3개의 벽부에는, 3개의 로드 로크실(302)이 게이트 밸브(G1)를 통하여 접속되어 있다. 로드 로크실(302)을 사이에 두고 진공 반응실(301)의 반대측에는, 대기 반응실(303)이 마련되어 있다. 3개의 로드 로크실(302)은, 게이트 밸브(G2)를 통하여 대기 반응실(303)에 접속되어 있다. 로드 로크실(302)은, 대기 반응실(303)과 진공 반응실(301)의 사이에서 기판(W)을 반응할 때, 대기압과 진공의 사이

에서 압력을 제어하는 것이다.

- [0016] 대기 반송실(303)의 로드 로크실(302) 설치 벽부와는 반대측의 벽부에는, 기관(W)을 수용하는 캐리어(FOUP 등)(C)를 설치하는 3개의 캐리어 설치 포트(305)를 갖고 있다. 또한, 대기 반송실(303)의 측벽에는, 기관(W)의 얼라인먼트를 행하는 얼라인먼트 챔버(304)가 마련되어 있다. 대기 반송실(303) 내에는 청정 공기의 다운 플로우가 형성되도록 되어 있다.
- [0017] 진공 반송실(301) 내에는, 반송 기구(306)가 마련되어 있다. 반송 기구(306)는, 시드층 형성 장치(100), 성막 장치(200), 로드 로크실(302)에 대하여 기관(W)을 반송한다. 반송 기구(306)는, 독립적으로 이동 가능한 2개의 반송 암(307a, 307b)을 가져도 된다.
- [0018] 대기 반송실(303) 내에는, 반송 기구(308)가 마련되어 있다. 반송 기구(308)는, 캐리어(C), 로드 로크실(302), 얼라인먼트 챔버(304)에 대하여 기관(W)을 반송하도록 되어 있다.
- [0019] 클러스터 시스템(300)은 전체 제어부(310)를 갖고 있다. 전체 제어부(310)는, 시드층 형성 장치(100) 및 성막 장치(200)의 각 구성부, 진공 반송실(301)의 배기 기구나 반송 기구(306), 로드 로크실(302)의 배기 기구나 가스 공급 기구, 대기 반송실(303)의 반송 기구(308), 게이트 밸브(G, G1, G2)의 구동계 등을 제어하는 CPU(컴퓨터)를 갖는 주 제어부와, 입력 장치(키보드, 마우스 등), 출력 장치(프린터 등), 표시 장치(디스플레이 등), 기억 장치(기억 매체)를 갖고 있다. 전체 제어부(310)의 주 제어부는, 예를 들어 기억 장치에 내장된 기억 매체, 또는 기억 장치에 세팅된 기억 매체에 기억된 처리 레시피에 기초하여, 클러스터 시스템(300)에, 소정의 동작을 실행시킨다. 또한, 전체 제어부(310)는, 후술하는 제어 장치(6)(도 2 등 참조)와 같은 각 유닛의 제어부의 상위의 제어부여도 된다.
- [0020] 이어서, 이상과 같이 구성되는 클러스터 시스템(300)의 동작에 대하여 설명한다. 이하의 처리 동작은, 전체 제어부(310)에 있어서의 기억 매체에 기억된 처리 레시피에 기초하여 실행된다.
- [0021] 우선, 전체 제어부(310)는, 반송 기구(308)에 의해 대기 반송실(303)에 접속된 캐리어(C)로부터 기관(W)을 취출하여, 대기 반송실(303)로 반송한다. 전체 제어부(310)는, 어느 로드 로크실(302)의 게이트 밸브(G2)를 개방하고, 반송 기구(308)로 보유 지지된 기관(W)을 그 로드 로크실(302)에 반입한다. 반송 기구(308)의 반송 암이 대기 반송실(303)로 퇴피된 후, 전체 제어부(310)는, 게이트 밸브(G2)를 폐쇄하고, 로드 로크실(302) 내를 진공 배기한다. 또한, 캐리어(C)로부터 기관(W)을 취출한 후, 로드 로크실(302)에 반입하기 전에, 얼라인먼트 챔버(304)에서 기관(W)의 얼라인먼트를 행한다.
- [0022] 로드 로크실(302)이 소정의 진공도로 된 시점에서, 전체 제어부(310)는, 로드 로크실(302)의 게이트 밸브(G1)를 개방하고, 반송 기구(306)에 의해 로드 로크실(302)로부터 기관(W)을 취출하여 진공 반송실(301)로 반송한다. 반송 기구(306)의 반송 암이 진공 반송실(301)로 퇴피된 후, 전체 제어부(310)는, 게이트 밸브(G1)를 폐쇄한다.
- [0023] 전체 제어부(310)는, 시드층 형성 장치(100)의 게이트 밸브(G)를 개방하고, 반송 기구(306)로 보유 지지된 기관(W)을 그 시드층 형성 장치(100)에 반입한다. 반송 기구(306)의 반송 암이 진공 반송실(301)로 퇴피된 후, 전체 제어부(310)는, 게이트 밸브(G)를 폐쇄하고, 그 시드층 형성 장치(100)에 의해, 기관(W)의 표면에 시드층을 형성하는 처리를 행한다.
- [0024] 시드층의 형성 처리가 종료된 후, 전체 제어부(310)는, 시드층 형성 장치(100)의 게이트 밸브(G)를 개방하고, 반송 기구(306)에 의해 시드층 형성 장치(100)로부터 기관(W)을 취출하여 진공 반송실(301)로 반송한다. 반송 기구(306)의 반송 암이 진공 반송실(301)로 퇴피된 후, 전체 제어부(310)는, 시드층 형성 장치(100)의 게이트 밸브(G)를 폐쇄한다.
- [0025] 전체 제어부(310)는, 성막 장치(200)의 게이트 밸브(G)를 개방하고, 반송 기구(306)로 보유 지지된 기관(W)을 그 성막 장치(200)에 반입한다. 반송 기구(306)의 반송 암이 진공 반송실(301)로 퇴피된 후, 전체 제어부(310)는, 게이트 밸브(G)를 폐쇄하고, 그 성막 장치(200)에 의해, 금속 함유막을 성막하는 처리를 행한다.
- [0026] 금속 함유막의 성막 처리가 종료된 후, 전체 제어부(310)는, 성막 장치(200)의 게이트 밸브(G)를 개방하고, 반송 기구(306)에 의해 성막 장치(200)로부터 기관(W)을 취출하여 진공 반송실(301)로 반송한다. 반송 기구(306)의 반송 암이 진공 반송실(301)로 퇴피된 후, 전체 제어부(310)는, 성막 장치(200)의 게이트 밸브(G)를 폐쇄한다.
- [0027] 전체 제어부(310)는, 어느 로드 로크실(302)의 게이트 밸브(G1)를 개방하고, 반송 기구(306)로 보유 지지된 기관(W)을 그 로드 로크실(302)에 반입한다. 반송 기구(306)의 반송 암이 진공 반송실(301)로 퇴피된 후, 전체

제어부(310)는, 게이트 밸브(G1)를 폐쇄하고, 로드 로크실(302) 내를 대기 분위기로 되돌린다.

- [0028] 로드 로크실(302)이 소정의 대기 분위기로 된 시점에서, 전체 제어부(310)는, 로드 로크실(302)의 게이트 밸브(G2)를 개방하고, 반송 기구(308)에 의해 로드 로크실(302)로부터 기관(W)을 취출하여 대기 반송실(303)로 반송한다. 반송 기구(308)의 반송 압이 대기 반송실(303)로 퇴피된 후, 전체 제어부(310)는, 로드 로크실(302)의 게이트 밸브(G2)를 폐쇄한다. 또한, 전체 제어부(310)는, 반송 기구(308)로 보유 지지된 기관(W)을 캐리어(C)로 복귀시킨다.
- [0029] 이와 같이, 본 실시 형태에 관한 클러스터 시스템(300)에 따르면, 시드층 형성 장치(100)에서 기관(W)의 표면에 시드층을 형성한 후, 진공 분위기를 유지한 채(진공을 깨뜨리지 않고) 시드층 형성 장치(100)로부터 성막 장치(200)로 반송하고, 성막 장치(200)에서 시드층이 형성된 기관(W)의 표면에 금속 함유막을 성막할 수 있다.
- [0030] <시드층 형성 장치>
- [0031] 이어서, 시드층 형성 장치(100)의 구조의 일례에 대하여, 도 2를 사용하여 설명한다. 도 2는, 제1 실시 형태에 관한 클러스터 시스템(300)이 구비하는 시드층 형성 장치(100)의 단면 모식도의 일례이다.
- [0032] 도 2에 도시되는 바와 같이, 시드층 형성 장치(100)는, 처리 용기(1), 기관 적재대(2), 샤워 헤드(3), 배기부(4), 처리 가스 공급 기구(5), 제어 장치(6)를 갖는다.
- [0033] 처리 용기(1)는, 알루미늄 등의 금속에 의해 구성되고, 대략 원통형을 갖는다. 처리 용기(1)의 측벽에는 기관(W)을 반입 또는 반출하기 위한 반입출구(11)가 형성되고, 반입출구(11)는 게이트 밸브(12)로 개폐 가능하게 되어 있다. 처리 용기(1)의 본체 상에는, 단면이 직사각 형상을 이루는 원환형의 배기 덕트(13)가 마련되어 있다. 배기 덕트(13)에는, 내주면을 따라 슬릿(13a)이 형성되어 있다. 또한, 배기 덕트(13)의 외벽에는 배기구(13b)가 형성되어 있다. 배기 덕트(13)의 상면에는 처리 용기(1)의 상부 개구를 막도록 천장벽(14)이 마련되어 있다. 천장벽(14)과 배기 덕트(13)의 사이는 시일 링(15)으로 기밀하게 시일되어 있다.
- [0034] 기관 적재대(2)는, 처리 용기(1) 내에서 기관(W)을 수평으로 지지한다. 기관 적재대(2)는, 기관(W)에 대응한 크기의 원판형을 이루고, 지지 부재(23)에 지지되어 있다. 기관 적재대(2)는, 질화알루미늄(AIN) 등의 세라믹스 재료나, 알루미늄이나 니켈기 합금 등의 금속 재료로 구성되어 있고, 내부에 기관(W)을 가열하기 위한 히터(21)가 매립되어 있다. 히터(21)는, 히터 전원(도시하지 않음)으로부터 급전되어 발열한다. 그리고, 기관 적재대(2)의 상면의 웨이퍼 적재면 근방에 마련된 열전대(도시하지 않음)의 온도 신호에 의해 히터(21)의 출력을 제어함으로써, 기관(W)을 소정의 온도로 제어하도록 되어 있다.
- [0035] 기관 적재대(2)에는, 웨이퍼 적재면의 외주 영역, 및 기관 적재대(2)의 측면을 덮도록 알루미늄 등의 세라믹스로 이루어지는 커버 부재(22)가 마련되어 있다.
- [0036] 지지 부재(23)는, 기관 적재대(2)의 저면 중앙으로부터 처리 용기(1)의 저벽에 형성된 구멍부를 관통하여 처리 용기(1)의 하방으로 연장되고, 그 하단이 승강 기구(24)에 접속되어 있다. 승강 기구(24)에 의해 기관 적재대(2)가 지지 부재(23)를 통하여, 도 2에 도시하는 처리 위치와, 그 하방의 이점쇄선으로 나타내는 웨이퍼의 반송이 가능한 반송 위치의 사이에서 승강 가능하게 되어 있다. 또한, 지지 부재(23)의 처리 용기(1)의 하방에는, 플랜지부(25)가 설치되어 있고, 처리 용기(1)의 저면과 플랜지부(25)의 사이에는, 처리 용기(1) 내의 분위기를 외기와 구획하고, 기관 적재대(2)의 승강 동작에 수반하여 신축하는 벨로우즈(26)가 마련되어 있다.
- [0037] 처리 용기(1)의 저면 근방에는, 승강판(27a)으로부터 상방으로 돌출되도록 3개(2개만 도시)의 웨이퍼 지지 핀(27)이 마련되어 있다. 웨이퍼 지지 핀(27)은, 처리 용기(1)의 하방에 마련된 승강 기구(28)에 의해 승강판(27a)을 통하여 승강 가능하게 되어 있고, 반송 위치에 있는 기관 적재대(2)에 마련된 관통 구멍(2a)에 삽통되어 기관 적재대(2)의 상면에 대하여 돌출/함몰 가능하게 되어 있다. 이와 같이 웨이퍼 지지 핀(27)을 승강시킴으로써, 웨이퍼 반송 기구(도시하지 않음)와 기관 적재대(2)의 사이에서 기관(W)의 전달이 행해진다.
- [0038] 샤워 헤드(3)는, 처리 용기(1) 내에 처리 가스를 샤워 형상으로 공급한다. 샤워 헤드(3)는 금속제이며, 기관 적재대(2)에 대향하도록 마련되어 있고, 기관 적재대(2)와 거의 동일한 직경을 갖는다. 샤워 헤드(3)는, 처리 용기(1)의 천장벽(14)에 고정된 본체부(31)와, 본체부(31) 밑에 접속된 샤워 플레이트(32)를 갖는다. 본체부(31)와 샤워 플레이트(32)의 사이에는 가스 확산 공간(33)이 형성되어 있고, 가스 확산 공간(33)에는, 본체부(31) 및 처리 용기(1)의 천장벽(14)의 중앙을 관통하도록 가스 도입 구멍(36)이 마련되어 있다. 샤워 플레이트(32)의 주연부에는 하방으로 돌출되는 환형 돌기부(34)가 형성되고, 샤워 플레이트(32)의 환형 돌기부(34)의 내측의 평탄면에는 가스 토출 구멍(35)이 형성되어 있다.



- [0039] 기관 적재대(2)가 처리 위치에 존재한 상태에서는, 샤워 플레이트(32)와 기관 적재대(2)의 사이에 처리 공간(37)이 형성되고, 환형 돌기부(34)와 기관 적재대(2)의 커버 부재(22)의 상면이 근접하여 환형 간극(38)이 형성된다.
- [0040] 배기부(4)는, 처리 용기(1)의 내부를 배기한다. 배기부(4)는, 배기 덕트(13)의 배기구(13b)에 접속된 배기 배관(41)과, 배기 배관(41)에 접속된, 진공 펌프나 압력 제어 밸브 등을 갖는 배기 기구(42)를 구비하고 있다. 처리 시에는, 처리 용기(1) 내의 가스는 슬릿(13a)을 통하여 배기 덕트(13)에 이르고, 배기 덕트(13)로부터 배기부(4)의 배기 기구(42)에 의해 배기 배관(41)을 통하여 배기된다.
- [0041] 처리 가스 공급 기구(5)는, 원료 가스 공급 라인(L11)을 갖는다. 원료 가스 공급 라인(L11)은, 실리콘 함유 가스, 예를 들어 아미노실란 가스의 공급원인 원료 가스 공급원(GS11)으로부터 연장되어, 가스 도입 구멍(36)에 접속되어 있다. 원료 가스 공급 라인(L11)에는, 원료 가스 공급원(GS11)측으로부터 순서대로, 매스 플로우 컨트롤러(M11) 및 개폐 밸브(V11)가 마련되어 있다. 매스 플로우 컨트롤러(M11)는, 원료 가스 공급 라인(L11)을 흐르는 아미노실란 가스의 유량을 제어한다. 개폐 밸브(V11)는, 아미노실란 가스의 공급·정지를 전환한다.
- [0042] 제어 장치(6)는, 시드층 형성 장치(100)의 각 부의 동작을 제어한다. 제어 장치(6)는, CPU(Central Processing Unit), ROM(Read Only Memory) 및 RAM(Random Access Memory)을 갖는다. CPU는, RAM 등의 기억 영역에 저장된 레시피에 따라, 원하는 처리를 실행한다. 레시피에는, 프로세스 조건에 대한 장치의 제어 정보가 설정되어 있다. 제어 정보는, 예를 들어 가스 유량, 압력, 온도, 프로세스 시간이어도 된다. 또한, 레시피 및 제어 장치(6)가 사용하는 프로그램은, 예를 들어 하드 디스크, 반도체 메모리에 기억되어도 된다. 또한, 레시피 등은, CD-ROM, DVD 등의 가반성 컴퓨터에 의해 판독 가능한 기억 매체에 수용된 상태에서 소정의 위치에 설정되어, 판독되도록 해도 된다.
- [0043] <성막 장치>
- [0044] 이어서, 성막 장치(200)의 구조의 일례에 대하여, 도 3을 사용하여 설명한다. 도 3은, 본 실시 형태에 관한 클러스터 시스템(300)이 구비하는 성막 장치(200)의 단면 모식도의 일례이다.
- [0045] 도 3에 도시되는 바와 같이, 성막 장치(200)는, 처리 용기(1), 기관 적재대(2), 샤워 헤드(3), 배기부(4), 처리 가스 공급 기구(5A), 제어 장치(6)를 갖는다. 또한, 시드층 형성 장치(100)와 중복되는 구성에 대해서는, 중복되는 설명을 생략한다.
- [0046] 처리 가스 공급 기구(5A)는, 원료 가스 공급 라인(L1), 환원 가스 공급 라인(L2), 제1 연속 N<sub>2</sub> 가스 공급 라인(L3), 제2 연속 N<sub>2</sub> 가스 공급 라인(L4), 제1 플러쉬 퍼지 라인(L5) 및 제2 플러쉬 퍼지 라인(L6)을 갖는다.
- [0047] 원료 가스 공급 라인(L1)은, 금속 함유 가스, 예를 들어 TiCl<sub>4</sub> 가스의 공급원인 원료 가스 공급원(GS1)으로부터 연장되어, 합류 배관(L7)에 접속되어 있다. 합류 배관(L7)은, 가스 도입 구멍(36)에 접속되어 있다. 원료 가스 공급 라인(L1)에는, 원료 가스 공급원(GS1)측으로부터 순서대로, 매스 플로우 컨트롤러(M1), 버퍼 탱크(T1) 및 개폐 밸브(V1)가 마련되어 있다. 매스 플로우 컨트롤러(M1)는, 원료 가스 공급 라인(L1)을 흐르는 TiCl<sub>4</sub> 가스의 유량을 제어한다. 버퍼 탱크(T1)는, TiCl<sub>4</sub> 가스를 일시적으로 저류하고, 단시간에 필요한 TiCl<sub>4</sub> 가스를 공급한다. 개폐 밸브(V1)는, 원자층 퇴적(ALD: Atomic Layer Deposition) 프로세스 시에 TiCl<sub>4</sub> 가스의 공급·정지를 전환한다.
- [0048] 환원 가스 공급 라인(L2)은, 환원 가스(질소 함유 가스), 예를 들어 NH<sub>3</sub> 가스의 공급원인 환원 가스 공급원(GS2)으로부터 연장되어, 합류 배관(L7)에 접속되어 있다. 환원 가스 공급 라인(L2)에는, 환원 가스 공급원(GS2)측으로부터 순서대로, 매스 플로우 컨트롤러(M2), 버퍼 탱크(T2) 및 개폐 밸브(V2)가 마련되어 있다. 매스 플로우 컨트롤러(M2)는, 환원 가스 공급 라인(L2)을 흐르는 NH<sub>3</sub> 가스의 유량을 제어한다. 버퍼 탱크(T2)는, NH<sub>3</sub> 가스를 일시적으로 저류하고, 단시간에 필요한 NH<sub>3</sub> 가스를 공급한다. 개폐 밸브(V2)는, ALD 프로세스 시에 NH<sub>3</sub> 가스의 공급·정지를 전환한다.
- [0049] 제1 연속 N<sub>2</sub> 가스 공급 라인(L3)은, N<sub>2</sub> 가스의 공급원인 N<sub>2</sub> 가스 공급원(GS3)으로부터 연장되어, 원료 가스 공급 라인(L1)에 접속되어 있다. 이에 의해, 제1 연속 N<sub>2</sub> 가스 공급 라인(L3)을 통하여 원료 가스 공급 라인(L1)측에 N<sub>2</sub> 가스가 공급된다. 제1 연속 N<sub>2</sub> 가스 공급 라인(L3)은, ALD법에 의한 성막 중에 N<sub>2</sub> 가스를 상시 공급하며,

TiCl<sub>4</sub> 가스의 캐리어 가스로서 기능함과 함께, 퍼지 가스로서의 기능도 갖는다. 제1 연속 N<sub>2</sub> 가스 공급 라인(L3)에는, N<sub>2</sub> 가스 공급원(GS3)측으로부터 순서대로, 매스 플로우 컨트롤러(M3), 개폐 밸브(V3) 및 오리피스(F3)가 마련되어 있다. 매스 플로우 컨트롤러(M3)는, 제1 연속 N<sub>2</sub> 가스 공급 라인(L3)을 흐르는 N<sub>2</sub> 가스의 유량을 제어한다. 오리피스(F3)는, 버퍼 탱크(T1, T5)에 의해 공급되는 비교적 큰 유량의 가스가 제1 연속 N<sub>2</sub> 가스 공급 라인(L3)으로 역류하는 것을 억제한다.

[0050] 제2 연속 N<sub>2</sub> 가스 공급 라인(L4)은, N<sub>2</sub> 가스의 공급원인 N<sub>2</sub> 가스 공급원(GS4)으로부터 연장되어, 환원 가스 공급 라인(L2)에 접속되어 있다. 이에 의해, 제2 연속 N<sub>2</sub> 가스 공급 라인(L4)을 통하여 환원 가스 공급 라인(L2)측에 N<sub>2</sub> 가스가 공급된다. 제2 연속 N<sub>2</sub> 가스 공급 라인(L4)은, ALD법에 의한 성막 중에 N<sub>2</sub> 가스를 상시 공급하며, NH<sub>3</sub> 가스의 캐리어 가스로서 기능함과 함께, 퍼지 가스로서의 기능도 갖는다. 제2 연속 N<sub>2</sub> 가스 공급 라인(L4)에는, N<sub>2</sub> 가스 공급원(GS4)측으로부터 순서대로, 매스 플로우 컨트롤러(M4), 개폐 밸브(V4) 및 오리피스(F4)가 마련되어 있다. 매스 플로우 컨트롤러(M4)는, 제2 연속 N<sub>2</sub> 가스 공급 라인(L4)을 흐르는 N<sub>2</sub> 가스의 유량을 제어한다. 오리피스(F4)는, 버퍼 탱크(T2, T6)에 의해 공급되는 비교적 큰 유량의 가스가 제2 연속 N<sub>2</sub> 가스 공급 라인(L4)으로 역류하는 것을 억제한다.

[0051] 제1 플러쉬 퍼지 라인(L5)은, N<sub>2</sub> 가스의 공급원인 N<sub>2</sub> 가스 공급원(GS5)으로부터 연장되어, 제1 연속 N<sub>2</sub> 가스 공급 라인(L3)에 접속되어 있다. 이에 의해, 제1 플러쉬 퍼지 라인(L5) 및 제1 연속 N<sub>2</sub> 가스 공급 라인(L3)을 통하여 원료 가스 공급 라인(L1)측에 N<sub>2</sub> 가스가 공급된다. 제1 플러쉬 퍼지 라인(L5)은, ALD법에 의한 성막 중의 퍼지 스텝일 때에만 N<sub>2</sub> 가스를 공급한다. 제1 플러쉬 퍼지 라인(L5)에는, N<sub>2</sub> 가스 공급원(GS5)측으로부터 순서대로, 매스 플로우 컨트롤러(M5), 버퍼 탱크(T5) 및 개폐 밸브(V5)가 마련되어 있다. 매스 플로우 컨트롤러(M5)는, 제1 플러쉬 퍼지 라인(L5)을 흐르는 N<sub>2</sub> 가스의 유량을 제어한다. 버퍼 탱크(T5)는, N<sub>2</sub> 가스를 일시적으로 저류하고, 단시간에 필요한 N<sub>2</sub> 가스를 공급한다. 개폐 밸브(V5)는, ALD 프로세스의 퍼지 시에 N<sub>2</sub> 가스의 공급·정지를 전환한다.

[0052] 제2 플러쉬 퍼지 라인(L6)은, N<sub>2</sub> 가스의 공급원인 N<sub>2</sub> 가스 공급원(GS6)으로부터 연장되어, 제2 연속 N<sub>2</sub> 가스 공급 라인(L4)에 접속되어 있다. 이에 의해, 제2 플러쉬 퍼지 라인(L6) 및 제2 연속 N<sub>2</sub> 가스 공급 라인(L4)을 통하여 환원 가스 공급 라인(L2)측에 N<sub>2</sub> 가스가 공급된다. 제2 플러쉬 퍼지 라인(L6)은, ALD법에 의한 성막 중의 퍼지 스텝일 때에만 N<sub>2</sub> 가스를 공급한다. 제2 플러쉬 퍼지 라인(L6)에는, N<sub>2</sub> 가스 공급원(GS6)측으로부터 순서대로, 매스 플로우 컨트롤러(M6), 버퍼 탱크(T6) 및 개폐 밸브(V6)가 마련되어 있다. 매스 플로우 컨트롤러(M6)는, 제2 플러쉬 퍼지 라인(L6)을 흐르는 N<sub>2</sub> 가스의 유량을 제어한다. 버퍼 탱크(T6)는, N<sub>2</sub> 가스를 일시적으로 저류하고, 단시간에 필요한 N<sub>2</sub> 가스를 공급한다. 개폐 밸브(V6)는, ALD 프로세스의 퍼지 시에 N<sub>2</sub> 가스의 공급·정지를 전환한다.

[0053] <제1 실시 형태에 관한 성막 방법>

[0054] 이어서, 도 4 및 도 5를 사용하여, 제1 실시 형태에 관한 클러스터 시스템(300)에 의한 성막 방법에 대하여 설명한다. 도 4는, 본 실시 형태에 관한 클러스터 시스템(300)에 있어서의 성막 방법의 일례를 도시하는 흐름도이다. 도 5는, 제1 실시 형태의 성막 방법의 각 공정에 있어서의 기판(W)의 상태를 도시하는 단면 모식도이다.

[0055] 스텝 S101에 있어서, 기판(W)을 준비한다. 도 5의 (a)에 도시하는 바와 같이, 기판(W)에는, 실리콘 기체(401)에 절연막(402)이 형성되어 있다. 또한, 절연막(402)은, 주로 SiO<sub>2</sub>막으로 구성되어 있지만, 일부가 SiN막이어도 된다. 기판(W)은, 예를 들어 대기 분위기의 캐리어(C)에 수용된다. 기판(W)은, 반송 기구(306, 308)에 의해, 캐리어(C)로부터 대기 반송실(303), 로드 로크실(302), 진공 반송실(301)을 통하여, 시드층 형성 장치(100)로 반송된다.

[0056] 스텝 S102에 있어서, 전체 제어부(310)는, 시드층을 형성하는 처리를 실행한다. 우선, 도 2에 도시하는 시드층 형성 장치(100)의 처리 용기(1) 내에 기판(W)을 반입한다. 구체적으로는, 기판 적재대(2)를 반송 위치로 하강시킨 상태에서 게이트 밸브(12)를 개방한다. 계속해서, 반송 압(도시하지 않음)에 의해 기판(W)을, 반입출구

(11)를 통하여 처리 용기(1) 내에 반입하고, 히터(21)에 의해 소정 온도(예를 들어, 100℃ 내지 550℃)로 가열된 기관 적재대(2) 상에 적재한다. 계속해서, 기관 적재대(2)를 처리 위치까지 상승시키고, 처리 용기(1) 내를 소정의 진공도까지 감압한다. 그 후, 처리 가스 공급 기구(5)는 N<sub>2</sub> 가스를 처리 용기(1) 내에 공급하여 압력을 상승시키고, 기관 적재대(2) 상의 기관(W)의 온도를 안정시킨다.

[0057] 계속해서, 시드층 형성 장치(100)의 처리 가스 공급 기구(5)는, 원료 가스로서 실리콘 함유 가스, 예를 들어 아미노실란 가스를 공급한다. 또한, 실리콘 함유 가스로서는, 헥사클로로디실란(HCD) 등의 무기 재료 등을 사용해도 된다. 또한, 원료 가스는, 특정 시간 동안, 연속적으로 공급해도 되고, 간헐적으로 공급해도 된다. 또한, 원료 가스를 간헐적으로 공급하는 경우에는, 예를 들어 1 내지 100사이클 동안 행해져도 된다. 이에 의해, 도 5의 (b)에 도시하는 바와 같이, 소정의 온도로 가열된 기관(W)의 표면에서 아미노실란이 열분해되어, 실리콘의 시드층(410)이 형성된다. 또한, 도 5의 (b)에 도시하는 바와 같이, 시드층(410)은 불연속의 막이어도 된다.

[0058] 여기서, 시드층 형성 장치(100)에 있어서의 시드층을 형성하는 처리의 프로세스 조건의 일례를 이하에 나타낸다.

[0059] 원료 가스: 디이소프로필아미노실란(DIPAS)

[0060] 기관 온도: 100 내지 550℃

[0061] 원료 가스 유량: 50 내지 500sccm

[0062] 처리 공간 압력: 1 내지 10Torr

[0063] 시드층의 형성 처리 후, 기관(W)은, 반송 기구(308)에 의해, 시드층 형성 장치(100)로부터 진공 반송실(301)을 통하여, 성막 장치(200)로 반송된다.

[0064] 스텝 S103에 있어서, 전체 제어부(310)는, 금속 함유막을 성막하는 처리를 실행한다.

[0065] 여기서, 성막 장치(200)에 있어서의 금속 함유막의 성막 처리에 대하여, ALD 프로세스에 의해, 기관(W) 상에 TiN막을 형성하는 경우를 예로 들어 설명한다.

[0066] 우선, 도 3에 도시하는 성막 장치(200)의 처리 용기(1) 내에 기관(W)을 반입한다. 구체적으로는, 기관 적재대(2)를 반송 위치로 하강시킨 상태에서 게이트 밸브(12)를 개방한다. 계속해서, 반송 압(도시하지 않음)에 의해 기관(W)을, 반입출구(11)를 통하여 처리 용기(1) 내에 반입하고, 히터(21)에 의해 소정 온도(예를 들어, 300℃ 내지 700℃)로 가열된 기관 적재대(2) 상에 적재한다. 계속해서, 기관 적재대(2)를 처리 위치까지 상승시키고, 처리 용기(1) 내를 소정의 진공도까지 감압한다. 그 후, 개폐 밸브(V3, V4)를 개방하고, 개폐 밸브(V1, V2, V5, V6)를 폐쇄한다. 이에 의해, N<sub>2</sub> 가스 공급원(GS3, GS4)으로부터 제1 연속 N<sub>2</sub> 가스 공급 라인(L3) 및 제2 연속 N<sub>2</sub> 가스 공급 라인(L4)을 통해 N<sub>2</sub> 가스를 처리 용기(1) 내에 공급하여 압력을 상승시키고, 기관 적재대(2) 상의 기관(W)의 온도를 안정시킨다. 이때, 버퍼 탱크(T1) 내에는, 원료 가스 공급원(GS1)으로부터 TiCl<sub>4</sub> 가스가 공급되어, 버퍼 탱크(T1) 내의 압력은 대략 일정하게 유지되어 있다. 또한, 버퍼 탱크(T5, T6) 내에는, N<sub>2</sub> 가스 공급원(GS5, GS6)으로부터 N<sub>2</sub> 가스가 공급되어, 버퍼 탱크(T5, T6) 내의 압력은 대략 일정하게 유지되어 있다.

[0067] 계속해서, TiCl<sub>4</sub> 가스와 NH<sub>3</sub> 가스를 사용한 ALD 프로세스에 의해 TiN막을 성막한다.

[0068] ALD 프로세스는, TiCl<sub>4</sub> 가스를 공급하는 공정, 제1 N<sub>2</sub> 가스를 공급하는 공정, NH<sub>3</sub> 가스를 공급하는 공정 및 제2 N<sub>2</sub> 가스를 공급하는 공정을 소정 사이클 반복하여, 기관(W) 상에 원하는 막 두께의 TiN막을 형성하는 프로세스이다.

[0069] TiCl<sub>4</sub> 가스를 공급하는 공정은, TiCl<sub>4</sub> 가스를 처리 공간(37)에 공급하는 공정이다. TiCl<sub>4</sub> 가스를 공급하는 공정에서는, 우선, 개폐 밸브(V3, V4)를 개방한 상태에서, N<sub>2</sub> 가스 공급원(GS3, GS4)으로부터, 제1 연속 N<sub>2</sub> 가스 공급 라인(L3) 및 제2 연속 N<sub>2</sub> 가스 공급 라인(L4)을 통해 N<sub>2</sub> 가스(연속 N<sub>2</sub> 가스)를 계속해서 공급한다. 또한, 개폐 밸브(V1)를 개방함으로써, 원료 가스 공급원(GS1)으로부터 원료 가스 공급 라인(L1)을 통해 TiCl<sub>4</sub> 가스를 처

리 용기(1) 내의 처리 공간(37)으로 공급한다. 이때,  $TiCl_4$  가스는, 버퍼 탱크(T1)에 일단 저류된 후에 처리 용기(1) 내에 공급된다.

[0070] 여기서,  $TiCl_4$ 로부터 유래하는 Ti를 부호 421로 나타낸다. 시드층(410)은, 시드층(410)이 형성되어 있지 않은 기관(W)의 표면(절연막(402)의 표면)보다,  $TiCl_4$  가스의 흡착성이 높다. 이 때문에, 도 5의 (c)에 도시하는 바와 같이,  $TiCl_4$ 가 시드층(410)에 적합하게 흡착된다.

[0071] 제1  $N_2$  가스를 공급하는 공정은, 처리 공간(37)의 잉여  $TiCl_4$  가스 등을 퍼지하는 공정이다. 제1  $N_2$  가스를 공급하는 공정에서는, 제1 연속  $N_2$  가스 공급 라인(L3) 및 제2 연속  $N_2$  가스 공급 라인(L4)을 통한  $N_2$  가스(연속  $N_2$  가스)의 공급을 계속한 상태에서, 개폐 밸브(V1)를 폐쇄하여  $TiCl_4$  가스의 공급을 정지한다. 또한, 개폐 밸브(V5, V6)를 개방한다. 이에 의해,  $N_2$  가스 공급원(GS5, GS6)으로부터 제1 플러쉬 퍼지 라인(L5) 및 제2 플러쉬 퍼지 라인(L6)을 통해  $N_2$  가스를 처리 용기(1) 내의 처리 공간(37)으로 공급한다. 이때,  $N_2$  가스는, 버퍼 탱크(T5, T6)에 일단 저류된 후에 처리 용기(1) 내에 공급되므로, 비교적 큰 유량을 공급할 수 있다. 이에 의해, 처리 공간(37)의 잉여의  $TiCl_4$  가스 등을 퍼지한다.

[0072]  $NH_3$  가스를 공급하는 공정은,  $NH_3$  가스를 처리 공간(37)에 공급하는 공정이다.  $NH_3$  가스를 공급하는 공정에서는, 제1 연속  $N_2$  가스 공급 라인(L3) 및 제2 연속  $N_2$  가스 공급 라인(L4)을 통한  $N_2$  가스(연속  $N_2$  가스)의 공급을 계속한 상태에서, 개폐 밸브(V2)를 개방한다. 이에 의해, 환원 가스 공급원(GS2)으로부터 환원 가스 공급 라인(L2)을 통해  $NH_3$  가스를 처리 공간(37)으로 공급한다. 이때,  $NH_3$  가스는, 버퍼 탱크(T2)에 일단 저류된 후에 처리 용기(1) 내에 공급된다.  $NH_3$  가스를 공급하는 공정에 의해, 기관(W) 상에 흡착된  $TiCl_4$ 가 환원된다. 이때의  $NH_3$  가스의 유량은, 충분히 환원 반응이 생기는 양으로 할 수 있다.

[0073] 여기서,  $NH_3$ 으로부터 유래하는 N을 부호 422로 나타낸다. 도 5의 (d)에 도시하는 바와 같이, 시드층(410)에 흡착된 Ti(421)를 질화한다.

[0074] 제2  $N_2$  가스를 공급하는 공정은, 처리 공간(37)의 잉여의  $NH_3$  가스를 퍼지하는 공정이다. 제2  $N_2$  가스를 공급하는 공정에서는, 제1 연속  $N_2$  가스 공급 라인(L3) 및 제2 연속  $N_2$  가스 공급 라인(L4)을 통한  $N_2$  가스(연속  $N_2$  가스)의 공급을 계속한 상태에서, 개폐 밸브(V2)를 폐쇄하여  $NH_3$  가스의 공급을 정지한다. 또한, 개폐 밸브(V5, V6)를 개방한다. 이에 의해,  $N_2$  가스 공급원(GS5, GS6)으로부터 제1 플러쉬 퍼지 라인(L5) 및 제2 플러쉬 퍼지 라인(L6)을 통해  $N_2$  가스를 처리 용기(1) 내의 처리 공간(37)으로 공급한다. 이때,  $N_2$  가스는, 버퍼 탱크(T5, T6)에 일단 저류된 후에 처리 용기(1) 내에 공급되므로, 비교적 큰 유량을 공급할 수 있다. 이에 의해, 처리 공간(37)의 잉여의  $NH_3$  가스 등을 퍼지한다.

[0075] 이하, 이들 공정을 소정 사이클 반복함으로써, 도 5의 (e)에 도시하는 바와 같이, 기관(W) 상에 원하는 막 두께의 금속 함유막(420)을 형성한다.

[0076] 여기서, 성막 장치(200)에 있어서의 금속 함유막을 형성하는 처리의 프로세스 조건의 일례를 이하에 나타낸다.

[0077] 원료 가스:  $TiCl_4$

[0078] 환원 가스:  $NH_3$

[0079] 기관 온도: 300 내지 700°C

[0080] 원료 가스 유량: 100 내지 1000sccm

[0081] 환원 가스 유량: 5 내지 40L/min

[0082] 처리 공간 압력: 0.5 내지 10Torr

[0083] 이어서, 제2 실시 형태에 관한 클러스터 시스템(300)에 대하여 설명한다. 도 6은, 제2 실시 형태에 관한 클러스터 시스템(300)이 구비하는 시드층 형성 장치(100A)의 단면 모식도의 일례이다. 제2 실시 형태에 관한 클러스터

스터 시스템(300)은, 도 2에 도시하는 시드층 형성 장치(100) 대신에, 도 6에 도시하는 시드층 형성 장치(100A)를 구비하고 있다.

- [0084] 도 6에 도시되는 바와 같이, 시드층 형성 장치(100A)는, 처리 용기(1), 기관 적재대(2), 샤워 헤드(3), 배기부(4), 처리 가스 공급 기구(5B), 제어 장치(6)를 갖는다. 또한, 시드층 형성 장치(100)와 중복되는 구성에 대해서는, 중복되는 설명을 생략한다.
- [0085] 처리 가스 공급 기구(5B)는, 원료 가스 공급 라인(L21), 환원 가스 공급 라인(L22), 제1 연속 N<sub>2</sub> 가스 공급 라인(L23), 제2 연속 N<sub>2</sub> 가스 공급 라인(L24), 제1 플래쉬 퍼지 라인(L25) 및 제2 플래쉬 퍼지 라인(L26)을 갖는다.
- [0086] 원료 가스 공급 라인(L21)은, 원료 가스의 공급원인 원료 가스 공급원(GS21)으로부터 연장되어, 합류 배관(L27)에 접속되어 있다. 합류 배관(L27)은, 가스 도입 구멍(36)에 접속되어 있다. 원료 가스 공급 라인(L21)에는, 원료 가스 공급원(GS21)측으로부터 순서대로, 매스 플로우 컨트롤러(M21), 버퍼 탱크(T21) 및 개폐 밸브(V21)가 마련되어 있다. 매스 플로우 컨트롤러(M21)는, 원료 가스 공급 라인(L21)을 흐르는 원료 가스의 유량을 제어한다. 버퍼 탱크(T21)는, 원료 가스를 일시적으로 저류하고, 단시간에 필요한 원료 가스를 공급한다. 개폐 밸브(V21)는, ALD 프로세스 시에 원료 가스의 공급·정지를 전환한다.
- [0087] 환원 가스 공급 라인(L22)은, 환원 가스(질소 함유 가스), 예를 들어 NH<sub>3</sub> 가스의 공급원인 환원 가스 공급원(GS22)으로부터 연장되어, 합류 배관(L27)에 접속되어 있다. 환원 가스 공급 라인(L22)에는, 환원 가스 공급원(GS22)측으로부터 순서대로, 매스 플로우 컨트롤러(M22), 버퍼 탱크(T22) 및 개폐 밸브(V22)가 마련되어 있다. 매스 플로우 컨트롤러(M22)는, 환원 가스 공급 라인(L22)을 흐르는 NH<sub>3</sub> 가스의 유량을 제어한다. 버퍼 탱크(T22)는, NH<sub>3</sub> 가스를 일시적으로 저류하고, 단시간에 필요한 NH<sub>3</sub> 가스를 공급한다. 개폐 밸브(V22)는, ALD 프로세스 시에 NH<sub>3</sub> 가스의 공급·정지를 전환한다.
- [0088] 제1 연속 N<sub>2</sub> 가스 공급 라인(L23)은, N<sub>2</sub> 가스의 공급원인 N<sub>2</sub> 가스 공급원(GS23)으로부터 연장되어, 원료 가스 공급 라인(L21)에 접속되어 있다. 이에 의해, 제1 연속 N<sub>2</sub> 가스 공급 라인(L23)을 통하여 원료 가스 공급 라인(L21)측에 N<sub>2</sub> 가스가 공급된다. 제1 연속 N<sub>2</sub> 가스 공급 라인(L23)은, ALD법에 의한 성막 중에 N<sub>2</sub> 가스를 상시 공급하며, 원료 가스의 캐리어 가스로서 기능함과 함께, 퍼지 가스로서의 기능도 갖는다. 제1 연속 N<sub>2</sub> 가스 공급 라인(L23)에는, N<sub>2</sub> 가스 공급원(GS23)측으로부터 순서대로, 매스 플로우 컨트롤러(M23), 개폐 밸브(V23) 및 오리피스(F23)가 마련되어 있다. 매스 플로우 컨트롤러(M23)는, 제1 연속 N<sub>2</sub> 가스 공급 라인(L23)을 흐르는 N<sub>2</sub> 가스의 유량을 제어한다. 오리피스(F23)는, 버퍼 탱크(T21, T25)에 의해 공급되는 비교적 큰 유량의 가스가 제1 연속 N<sub>2</sub> 가스 공급 라인(L23)으로 역류하는 것을 억제한다.
- [0089] 제2 연속 N<sub>2</sub> 가스 공급 라인(L24)은, N<sub>2</sub> 가스의 공급원인 N<sub>2</sub> 가스 공급원(GS24)으로부터 연장되어, 환원 가스 공급 라인(L22)에 접속되어 있다. 이에 의해, 제2 연속 N<sub>2</sub> 가스 공급 라인(L24)을 통하여 환원 가스 공급 라인(L22)측에 N<sub>2</sub> 가스가 공급된다. 제2 연속 N<sub>2</sub> 가스 공급 라인(L24)은, ALD법에 의한 성막 중에 N<sub>2</sub> 가스를 상시 공급하며, 환원 가스의 캐리어 가스로서 기능함과 함께, 퍼지 가스로서의 기능도 갖는다. 제2 연속 N<sub>2</sub> 가스 공급 라인(L24)에는, N<sub>2</sub> 가스 공급원(GS24)측으로부터 순서대로, 매스 플로우 컨트롤러(M24), 개폐 밸브(V24) 및 오리피스(F24)가 마련되어 있다. 매스 플로우 컨트롤러(M24)는, 제2 연속 N<sub>2</sub> 가스 공급 라인(L24)을 흐르는 N<sub>2</sub> 가스의 유량을 제어한다. 오리피스(F24)는, 버퍼 탱크(T22, T26)에 의해 공급되는 비교적 큰 유량의 가스가 제2 연속 N<sub>2</sub> 가스 공급 라인(L24)으로 역류하는 것을 억제한다.
- [0090] 제1 플래쉬 퍼지 라인(L25)은, N<sub>2</sub> 가스의 공급원인 N<sub>2</sub> 가스 공급원(GS25)으로부터 연장되어, 제1 연속 N<sub>2</sub> 가스 공급 라인(L23)에 접속되어 있다. 이에 의해, 제1 플래쉬 퍼지 라인(L25) 및 제1 연속 N<sub>2</sub> 가스 공급 라인(L23)을 통하여 원료 가스 공급 라인(L21)측에 N<sub>2</sub> 가스가 공급된다. 제1 플래쉬 퍼지 라인(L25)은, ALD법에 의한 성막 중의 퍼지 스텝일 때에만 N<sub>2</sub> 가스를 공급한다. 제1 플래쉬 퍼지 라인(L25)에는, N<sub>2</sub> 가스 공급원(GS25)측으로부터 순서대로, 매스 플로우 컨트롤러(M25), 버퍼 탱크(T25) 및 개폐 밸브(V25)가 마련되어 있다. 매스 플로우



우 컨트롤러(M25)는, 제1 플러쉬 퍼지 라인(L25)을 흐르는 N<sub>2</sub> 가스의 유량을 제어한다. 버퍼 탱크(T25)는, N<sub>2</sub> 가스를 일시적으로 저류하고, 단시간에 필요한 N<sub>2</sub> 가스를 공급한다. 개폐 밸브(V25)는, ALD 프로세스의 퍼지 시에 N<sub>2</sub> 가스의 공급·정지를 전환한다.

[0091] 제2 플러쉬 퍼지 라인(L26)은, N<sub>2</sub> 가스의 공급원인 N<sub>2</sub> 가스 공급원(GS26)으로부터 연장되어, 제2 연속 N<sub>2</sub> 가스 공급 라인(L24)에 접속되어 있다. 이에 의해, 제2 플러쉬 퍼지 라인(L26) 및 제2 연속 N<sub>2</sub> 가스 공급 라인(L24)을 통하여 환원 가스 공급 라인(L22)측에 N<sub>2</sub> 가스가 공급된다. 제2 플러쉬 퍼지 라인(L26)은, ALD법에 의한 성막 중의 퍼지 스텝일 때에만 N<sub>2</sub> 가스를 공급한다. 제2 플러쉬 퍼지 라인(L26)에는, N<sub>2</sub> 가스 공급원(GS26)측으로부터 순서대로, 매스 플로우 컨트롤러(M26), 버퍼 탱크(T26) 및 개폐 밸브(V26)가 마련되어 있다. 매스 플로우 컨트롤러(M26)는, 제2 플러쉬 퍼지 라인(L26)을 흐르는 N<sub>2</sub> 가스의 유량을 제어한다. 버퍼 탱크(T26)는, N<sub>2</sub> 가스를 일시적으로 저류하고, 단시간에 필요한 N<sub>2</sub> 가스를 공급한다. 개폐 밸브(V26)는, ALD 프로세스의 퍼지 시에 N<sub>2</sub> 가스의 공급·정지를 전환한다.

[0092] <제2 실시 형태에 관한 성막 방법>

[0093] 이어서, 도 4 및 도 7을 사용하여, 제2 실시 형태에 관한 클러스터 시스템(300)에 의한 성막 방법에 대하여 설명한다. 도 7은, 제2 실시 형태의 성막 방법의 각 공정에 있어서의 기관(W)의 상태를 도시하는 단면 모식도이다.

[0094] 스텝 S101에 있어서, 기관(W)을 준비한다. 도 7의 (a)에 도시하는 바와 같이, 기관(W)에는, 실리콘 기체(401)에 절연막(402)이 형성되어 있다.

[0095] 스텝 S102에 있어서, 전체 제어부(310)는, 시드층을 형성하는 처리를 실행한다. 우선, 도 6에 도시하는 시드층 형성 장치(100A)의 처리 용기(1) 내에 기관(W)을 반입한다. 구체적으로는, 기관 적재대(2)를 반송 위치로 하강시킨 상태에서 게이트 밸브(12)를 개방한다. 계속해서, 반송 압(도시하지 않음)에 의해 기관(W)을, 반입출구(11)를 통하여 처리 용기(1) 내에 반입하고, 히터(21)에 의해 소정 온도(예를 들어, 150℃ 내지 500℃)로 가열된 기관 적재대(2) 상에 적재한다. 계속해서, 기관 적재대(2)를 처리 위치까지 상승시키고, 처리 용기(1) 내를 소정의 진공도까지 감압한다. 그 후, 처리 가스 공급 기구(5)는 N<sub>2</sub> 가스를 처리 용기(1) 내에 공급하여 압력을 상승시키고, 기관 적재대(2) 상의 기관(W)의 온도를 안정시킨다.

[0096] 계속해서, 시드층 형성 장치(100A)의 처리 가스 공급 기구(5B)는, 원료 가스 공급 라인(L21)으로부터 원료 가스로서 유기계 원료 가스를 처리 공간(37)으로 공급한다. 유기계 원료 가스는, Ti를 포함하는 유기 금속의 가스이며, 테트라키스(디메틸아미노)티타늄(TDMAT) 등의 유기계 전구체를 사용할 수 있다. 또한, 유기계 원료 가스는, 성막 장치(200)의 원료 가스(TiCl<sub>4</sub> 가스)보다, 시드층(410)이 형성되어 있지 않은 기관(W)의 표면(절연막(402)의 표면)에 대하여 높은 흡착성을 갖고 있다. 여기서, 유기계 원료 가스로부터 유래하는 Ti를 부호 411로 나타낸다. 도 7의 (b)에 도시하는 바와 같이, 기관(W)의 표면에 유기계 원료 가스가 적합하게 흡착된다.

[0097] 이어서, 시드층 형성 장치(100A)의 처리 가스 공급 기구(5B)는, 제1 플러쉬 퍼지 라인(L25) 및 제2 플러쉬 퍼지 라인(L26)으로부터 N<sub>2</sub> 가스를 처리 공간(37)으로 공급하여, 처리 공간(37)의 잉여의 원료 가스 등을 퍼지한다.

[0098] 계속해서, 시드층 형성 장치(100A)의 처리 가스 공급 기구(5B)는, 환원 가스 공급 라인(L22)으로부터 환원 가스를 공급한다. 환원 가스는, 예를 들어 NH<sub>3</sub>을 사용할 수 있다. 여기서, NH<sub>3</sub>으로부터 유래하는 N을 부호 412로 나타낸다. 도 7의 (c)에 도시하는 바와 같이, 시드층(410)에 흡착된 Ti(411)를 질화한다. 이에 의해, 기관(W)의 표면에 시드층(413)이 형성된다. 즉, 시드층(413)으로서, TiN의 불연속막을 형성한다.

[0099] 이어서, 시드층 형성 장치(100A)의 처리 가스 공급 기구(5B)는, 제1 플러쉬 퍼지 라인(L25) 및 제2 플러쉬 퍼지 라인(L26)으로부터 N<sub>2</sub> 가스를 처리 공간(37)으로 공급하여, 처리 공간(37)의 잉여의 환원 가스 등을 퍼지한다.

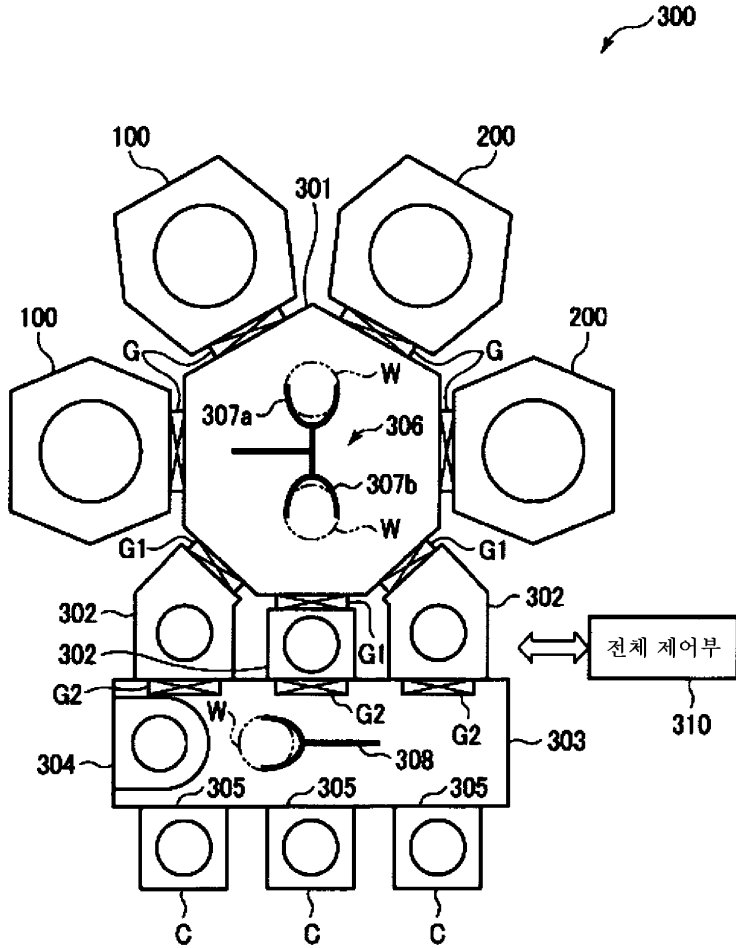
[0100] 또한, 원료 가스 및 환원 가스는, 교대로 간헐적으로 공급하는 구성을 예로 들어 설명하였지만, 연속적으로 공급하는 구성이어도 된다. 또한, 간헐적으로 공급하는 경우에는, 예를 들어 1 내지 100사이클 동안에 행해져도 된다. 또한, 제1 연속 N<sub>2</sub> 가스 공급 라인(L23), 제2 연속 N<sub>2</sub> 가스 공급 라인(L24), 제1 플러쉬 퍼지 라인(L25), 제2 플러쉬 퍼지 라인(L26)은, 필수적인 구성이 아니며, 없어도 된다.

- [0101] 여기서, 시드층 형성 장치(100A)에 있어서의 시드층을 형성하는 처리의 프로세스 조건의 일례를 이하에 나타낸다.
- [0102] 원료 가스: 테트라키스(디메틸아미노)티타늄(TDMAT)
- [0103] 환원 가스: NH<sub>3</sub>
- [0104] 기판 온도: 150 내지 500℃
- [0105] 원료 가스 유량: 30 내지 200sccm
- [0106] 환원 가스 유량: 5 내지 40L/min
- [0107] 처리 공간 압력: 1 내지 10Torr
- [0108] 스텝 S103에 있어서, 전체 제어부(310)는, 금속 함유막을 성막하는 처리를 실행한다. 여기서, 본 실시 형태와 마찬가지로, ALD 프로세스에 의해, 기판(W) 상에 TiN막을 형성한다.
- [0109] 여기서, TiCl<sub>4</sub> 가스를 공급하는 공정에 있어서, 기판(W)의 표면에 시드층(413)으로서 TiN의 불연속막이 형성되어 있고, 도 7의 (d)에 도시하는 바와 같이, TiCl<sub>4</sub>가 시드층(413)에 적합하게 흡착된다. 또한, NH<sub>3</sub> 가스를 공급하는 공정에 있어서, 도 7의 (e)에 도시하는 바와 같이, 시드층(413)에 흡착된 Ti(421)를 질화한다. 이하, ALD 프로세스의 공정을 소정 사이클 반복함으로써, 도 7의 (f)에 도시하는 바와 같이, 기판(W) 상에 원하는 막 두께의 금속 함유막(420)을 형성한다.
- [0110] 도 8은, 금속 함유막을 성막하는 처리에 있어서의 ALD 프로세스의 사이클수와 TiN막의 막 두께의 관계를 나타내는 그래프이다. 여기서, 본 실시 형태에 있어서의 사이클수와 막 두께의 관계를 실선으로 나타낸다. 또한, 시드층을 형성하지 않고 ALD 프로세스에 의해 TiN막을 성막한 경우의 사이클수와 막 두께의 관계를 파선으로 나타낸다.
- [0111] 도 8에 도시하는 바와 같이, 본 실시 형태(제1, 제2 실시 형태)에 따르면, 시드층을 형성하지 않는 경우와 비교하여, 인큐베이션 타임을 억제할 수 있다. 또한, 시드층을 형성할 때의 프로세스 조건을 적절하게 변경함으로써, 인큐베이션 타임이 제로(도 8에 있어서 일점쇄선으로 나타냄)에 접근할 수 있다. 바꾸어 말하면, 시드층을 형성할 때의 프로세스 조건을 적절하게 변경함으로써, 금속 함유막을 성막할 때의 인큐베이션 타임을 제어할 수 있다.
- [0112] 또한, 본 실시 형태(제1, 제2 실시 형태)에 따르면, 금속 함유막을 성막할 때의 인큐베이션 타임을 억제함으로써, 금속 함유막의 막질이 향상된다. 바꾸어 말하면, 금속 함유막의 면 균일성이 향상되고, 금속 함유막을 얇게 해도 금속 함유막의 연속성을 향상시킬 수 있다. 또한, 금속 함유막의 러프니스를 개선할 수 있다.
- [0113] 이상, 클러스터 시스템(300)에 의한 본 실시 형태의 성막 방법에 대하여 설명하였지만, 본 개시는 상기 실시 형태 등에 한정되는 것은 아니며, 특허청구범위에 기재된 본 개시의 요지의 범위 내에 있어서, 다양한 변형, 개량이 가능하다.
- [0114] 본 실시 형태의 기판 처리 장치는, 시드층 형성 장치(100)의 처리 용기와 성막 장치(200)의 처리 용기가 각각 마련되는 것으로서 설명하였지만, 이것에 한정되는 것은 아니다. 도 9는, 변형예에 관한 기판 처리 장치(500)의 단면 모식도의 일례이다. 도 9에 도시하는 바와 같이, 하나의 처리 용기에서 시드층을 형성하는 처리와, 금속 함유막을 성막하는 처리를 행할 수 있는 구성이어도 된다. 또한, 도 9에 있어서, 처리 가스 공급 기구(5) 및 처리 가스 공급 기구(5A)를 구비하는 구성을 예로 도시하고 있지만, 처리 가스 공급 기구(5B) 및 처리 가스 공급 기구(5A)를 구비하는 구성이어도 된다.
- [0115] 또한, 시드층 형성 장치(100)와 성막 장치(200)의 사이는, 진공 반송실(301)을 통하여 접속되고, 시드층 형성 장치(100)에서 시드막이 형성된 기판(W)을 대기에 노출하지 않고 성막 장치(200)로 반송할 수 있는 구성으로서 설명하였지만, 이것에 한정되는 것은 아니다. 시드층 형성 장치(100)로부터 성막 장치(200)로 기판(W)을 반송할 때, 대기에 노출되는 구성이어도 된다. 단, 대기에 노출되는 시간은 짧은 편이 바람직하다.
- [0116] 또한, 시드층 및 금속 함유막은, 기판(W)의 절연막(402) 상에 형성하는 경우를 예로 들어 설명하였지만, 이것에 한정되는 것은 아니며, 실리콘(실리콘 기체(401)) 상에 형성하는 경우에도 적용할 수 있다.
- [0117] 또한, 금속 함유막은, TiN막인 경우를 예로 들어 설명하였지만, 이것에 한정되는 것은 아니다. 금속 함유막은

AlN막이어도 된다. 이 경우, 유기계 원료 가스는, Al을 포함하는 유기 금속의 가스이며, 트리메틸알루미늄(TMA) 등의 유기계 전구체를 사용할 수 있다.

도면

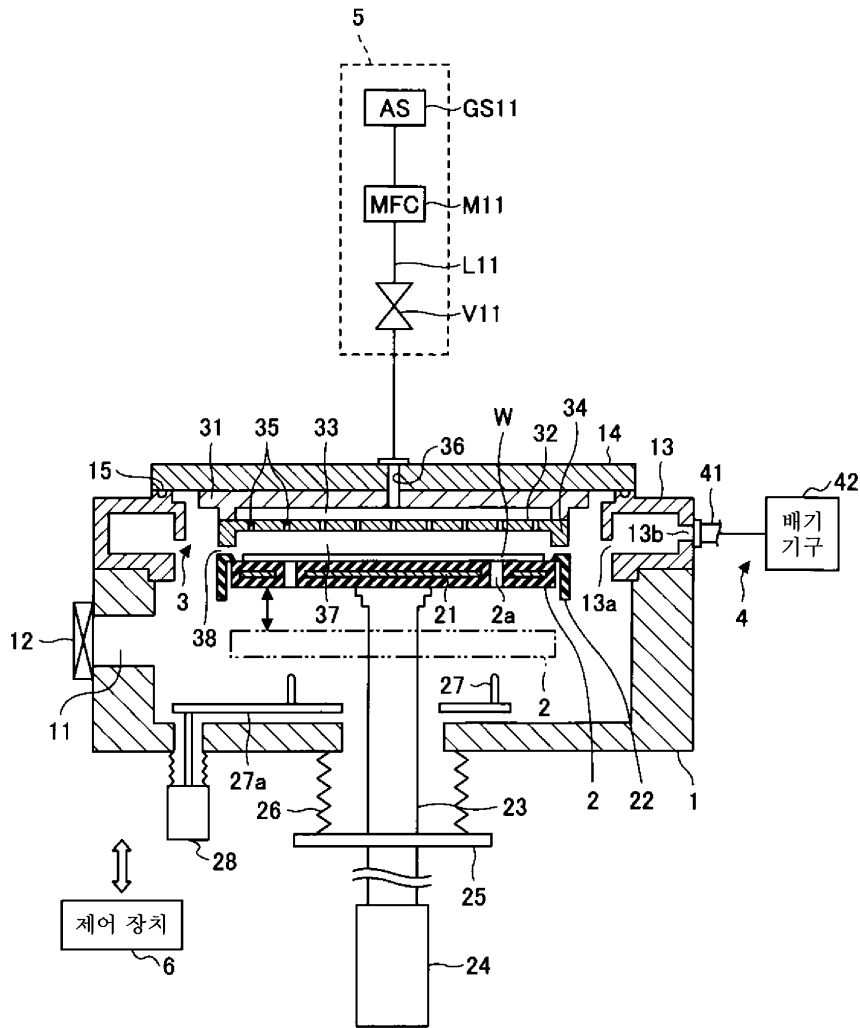
도면1





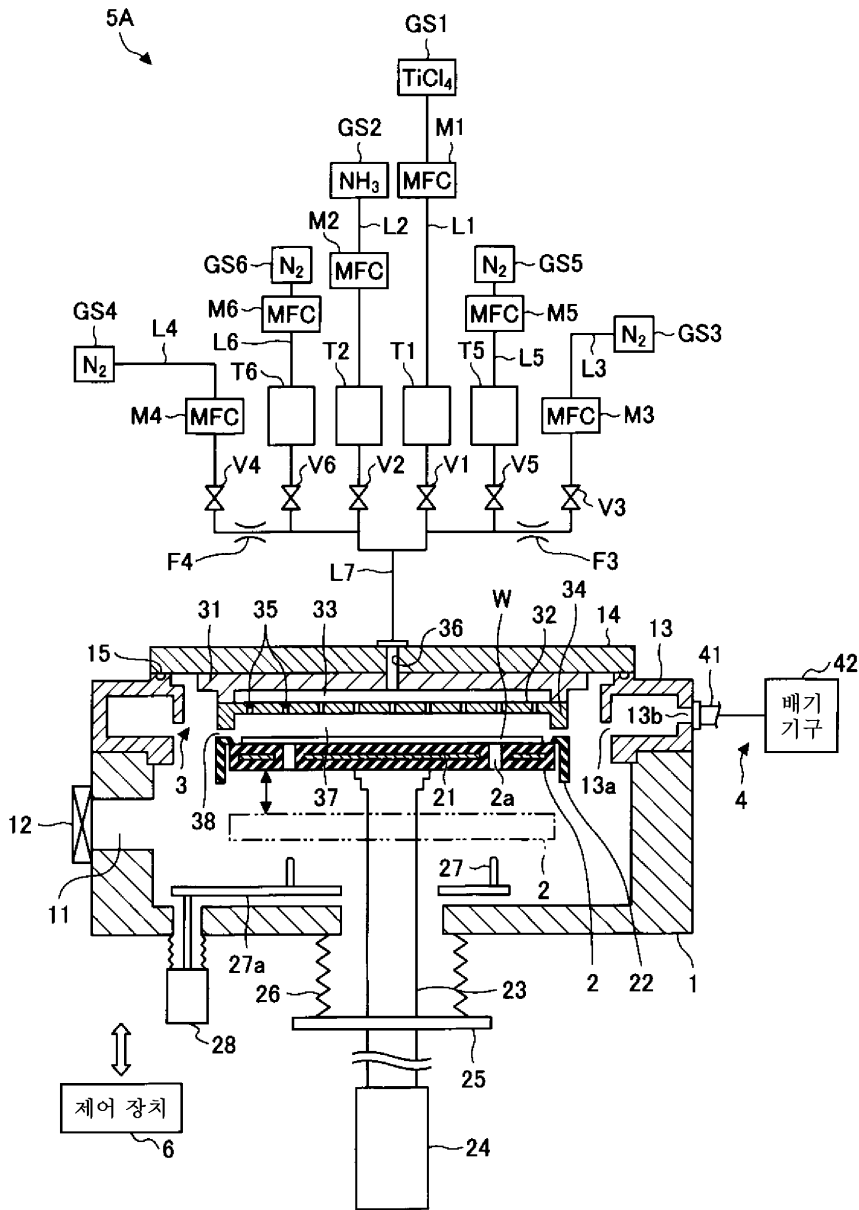
도면2

100

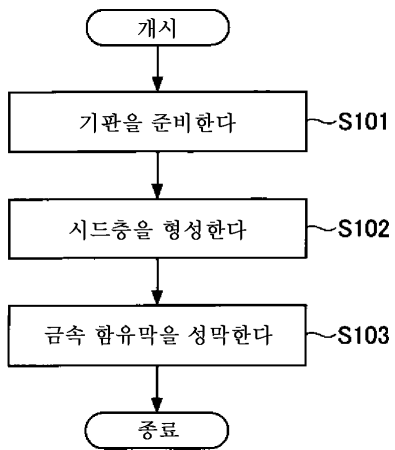


도면3

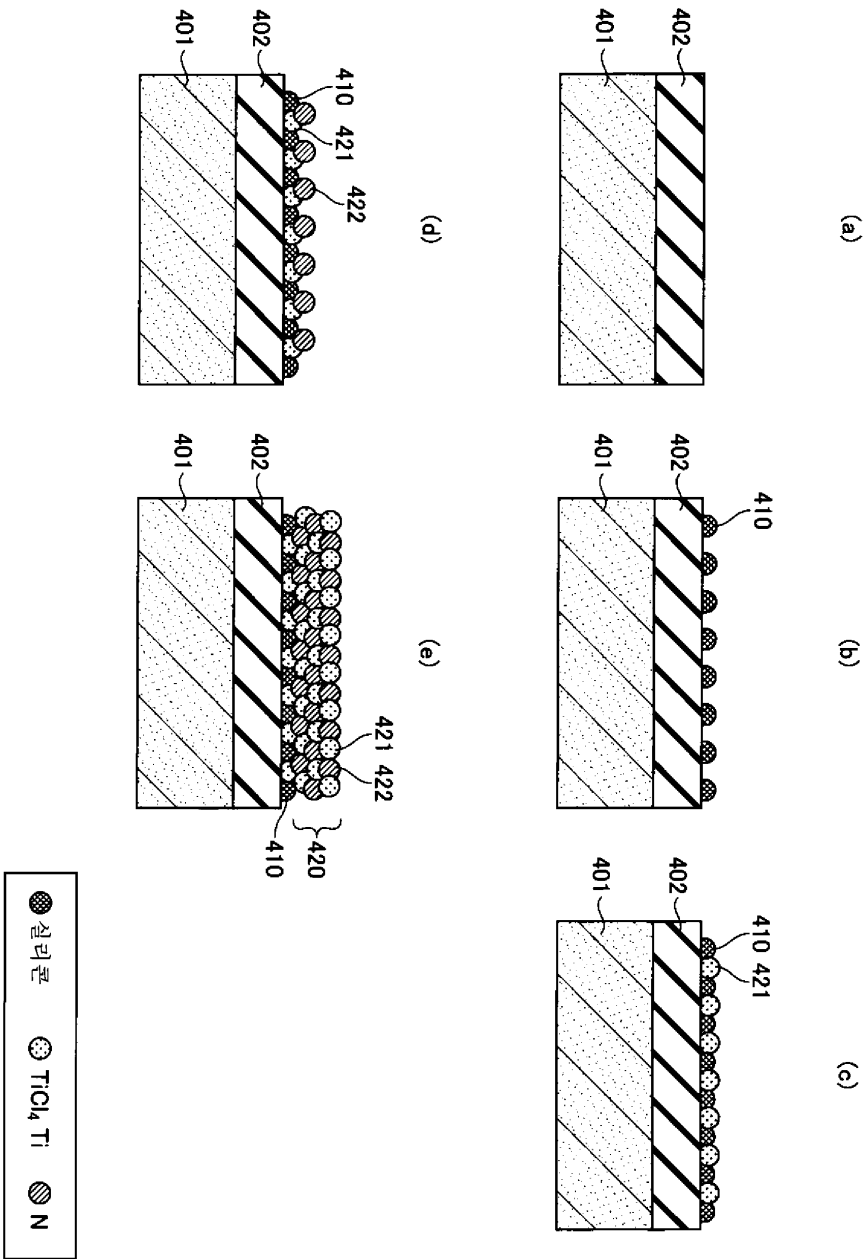
200



도면4

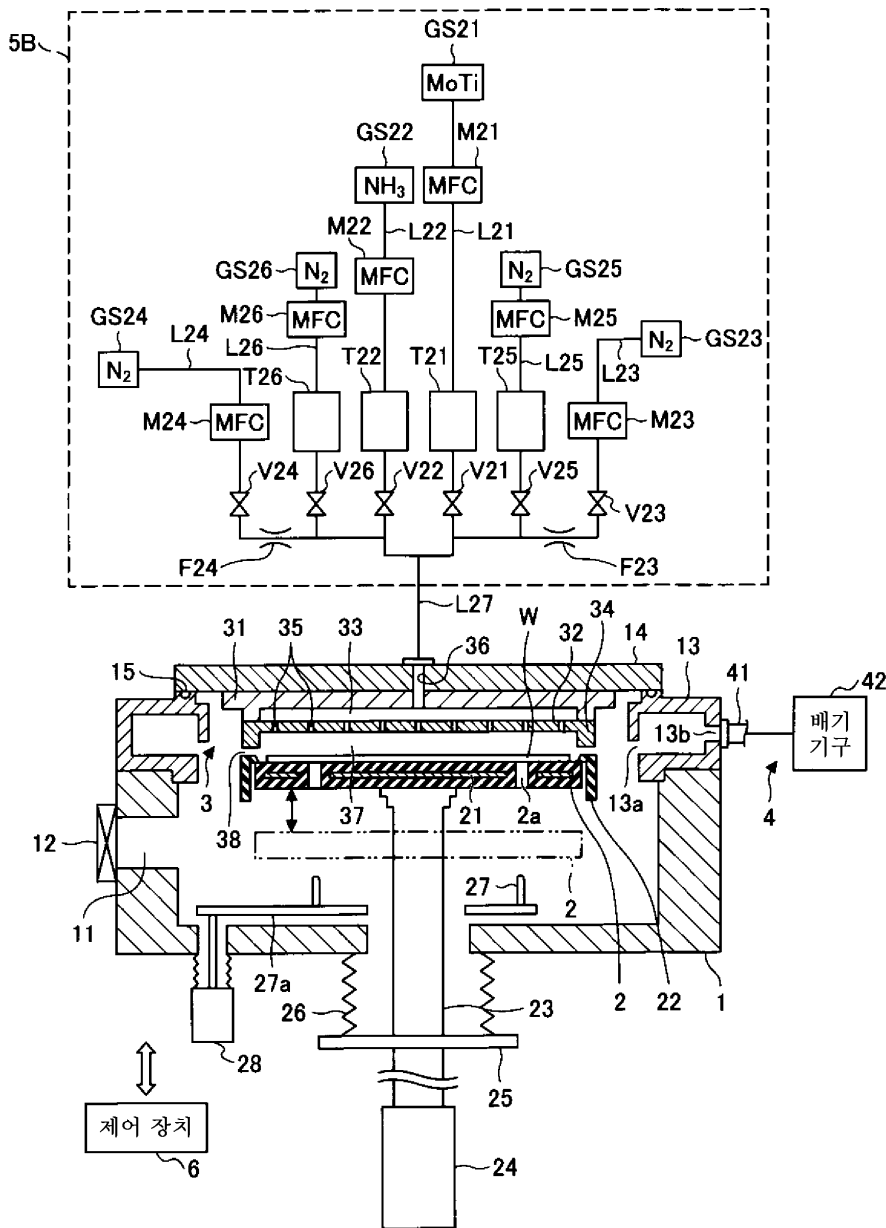


도면5

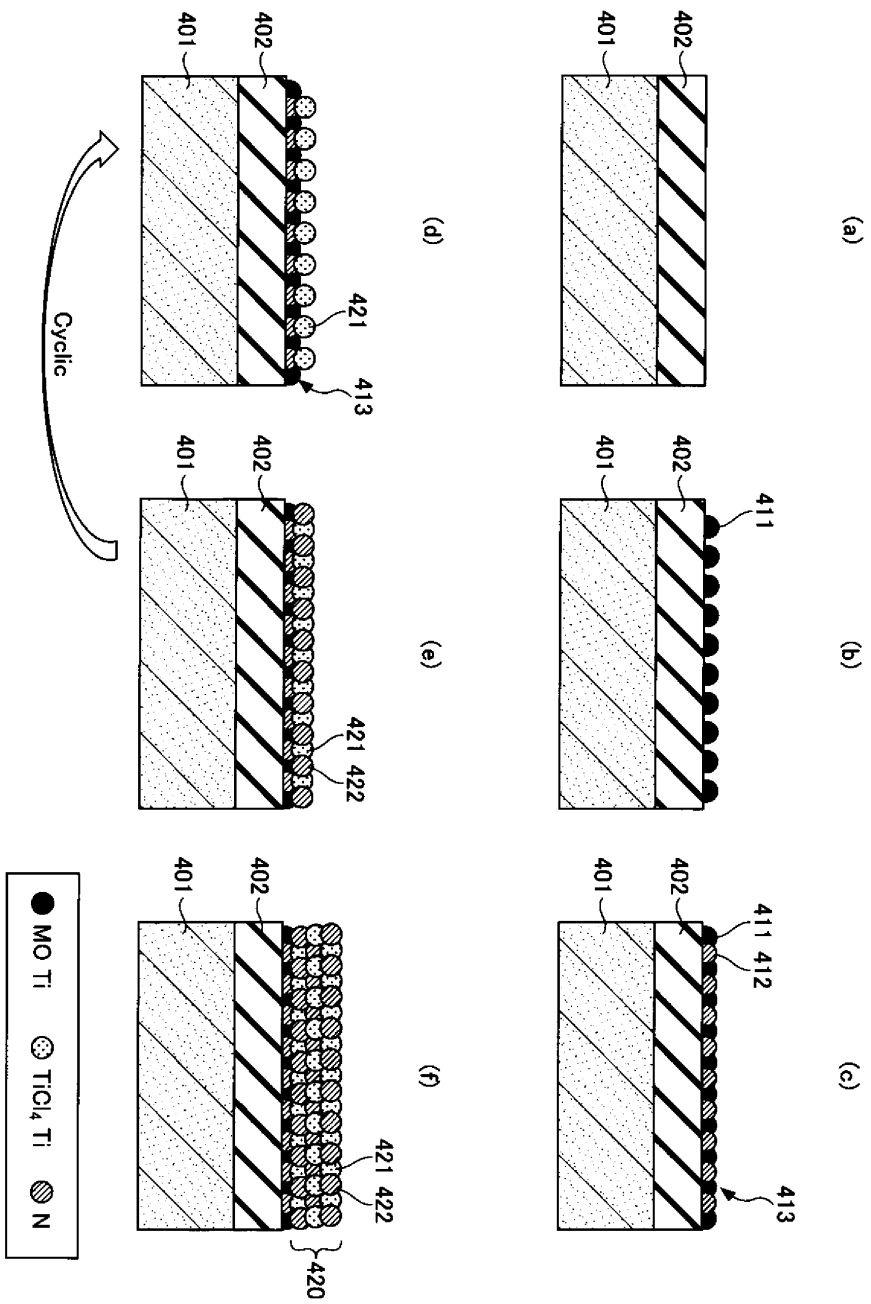


도면6

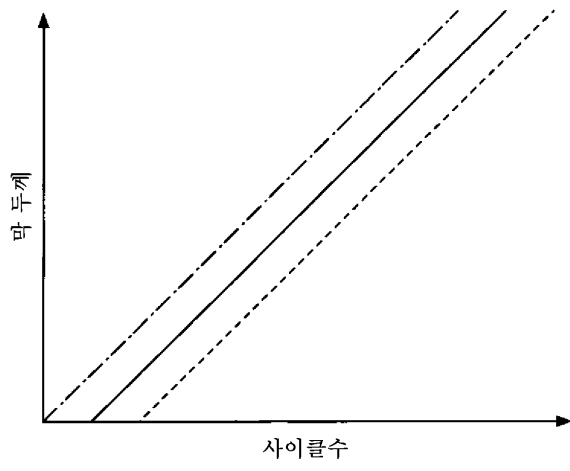
100A



도면7



도면8



도면9

500

