



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년08월01일
 (11) 등록번호 10-1425253
 (24) 등록일자 2014년07월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 H01L 21/205 (2006.01) H01L 21/28 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2010-0134202
 (22) 출원일자 2010년12월24일
 심사청구일자 2012년08월13일
 (65) 공개번호 10-2011-0074698
 (43) 공개일자 2011년07월01일
 (30) 우선권주장
 JP-P-2009-295351 2009년12월25일 일본(JP)
 (56) 선행기술조사문헌
 KR1020090118951 A*
 KR1020050101573 A*
 US20070218702 A1*
 US06869641 B2*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
 도쿄엘렉트론가부시키가이샤
 일본 도쿄도 미나토쿠 아카사카 5초메 3반 1고
 (72) 발명자
 가또오 히토시
 일본 이와테현 오오슈우시 에사시꾸 이와야도오아
 자 마쯔나가네 52 도쿄 엘렉트론 도오호꾸 가부시
 키가이샤 내
 오리또 고오이찌
 일본 이와테현 오오슈우시 에사시꾸 이와야도오아
 자 마쯔나가네 52 도쿄 엘렉트론 도오호꾸 가부시
 키가이샤 내
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
 성재동, 장수길

전체 청구항 수 : 총 15 항

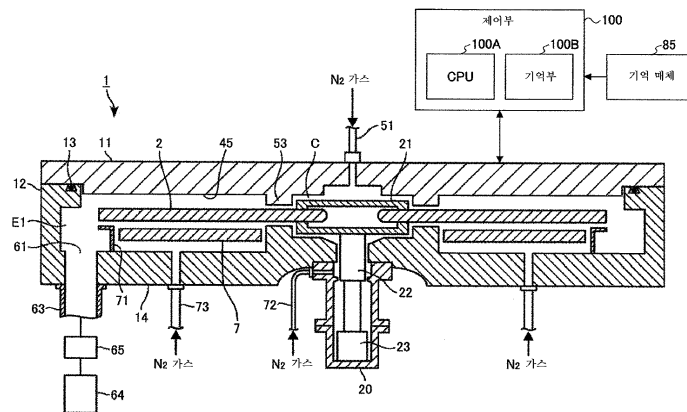
심사관 : 김한수

(54) 발명의 명칭 **성막 장치, 성막 방법 및 컴퓨터 판독 가능한 기억 매체**

(57) 요약

성막 장치는, 티탄나이트라이드막의 성막 처리를 행할 때에, 회전 테이블과 각 가스 노즐을 100rpm 이상으로 상대적으로 회전시킴으로써, 반응 가스의 공급 사이클 또는 반응 생성물의 성막 사이클을 고속화하여 박막을 형성한다. 기판의 표면에 생성된 반응 생성물의 결정화에 의한 입자 직경의 조대화가 진행되기 전에, 다음 반응 생성물의 층을 상층층에 적층하여 평활한 표면을 형성한다.

대표도



(72) 발명자

기쿠찌 히로유키

일본 이와테켄 오오슈우시 예사시꾸 이와야도오아
자 마쯔나가네 52 도쿄 엘렉트론 도오호꾸 가부시
키가이샤 내

오따니 무네유키

일본 이와테켄 오오슈우시 예사시꾸 이와야도오아
자 마쯔나가네 52 도쿄 엘렉트론 도오호꾸 가부시
키가이샤 내

구마가이 다케시

일본 이와테켄 오오슈우시 예사시꾸 이와야도오아
자 마쯔나가네 52 도쿄 엘렉트론 도오호꾸 가부시
키가이샤 내

나루시마 겐사꾸

일본 야마나시켄 니라사끼시 호사까쵸 미쯔자와
650 도쿄 엘렉트론 에이티 가부시키가이샤 내

니시모리 다카시

일본 야마나시켄 니라사끼시 호사까쵸 미쯔자와
650 도쿄 엘렉트론 에이티 가부시키가이샤 내

특허청구의 범위

청구항 1

진공 용기 내에 설치되고, 기판을 적재하기 위한 기판 적재 영역이 설치된 테이블과,
 상기 진공 용기의 주위 방향으로 서로 이격되어 설치되고, 상기 테이블 상의 기판에 Ti를 포함하는 제1 반응 가스 및 N을 포함하는 제2 반응 가스를 각각 공급하기 위한 제1 반응 가스 공급 장치 및 제2 반응 가스 공급 장치와,
 상기 제1 반응 가스가 공급되는 제1 처리 영역과 상기 제2 반응 가스가 공급되는 제2 처리 영역 사이에 설치되어, 양 반응 가스를 분리하는 분리 영역과,
 상기 제1 처리 영역과 상기 제2 처리 영역을 상기 기판이 이 순서로 위치하도록 상기 제1 반응 가스 공급 장치 및 상기 제2 반응 가스 공급 장치와 상기 테이블을 상기 진공 용기의 주위 방향으로 상대적으로 회전시키는 회전 기구와,
 상기 진공 용기 내를 진공 배기하는 진공 배기 장치와,
 상기 제1 반응 가스 공급 장치 및 제2 반응 가스 공급 장치의 길이 방향을 따라 상기 제1 반응 가스 공급 장치 및 제2 반응 가스 공급 장치를 상방측으로부터 덮는 동시에, 하방측이 개방되는 커버와,
 상기 커버의 측면부의 하단부로부터 수평 방향으로 신장되는 정류 부재와,
 상기 기판에의 성막시에, 상기 제1 반응 가스 공급 장치 및 상기 제2 반응 가스 공급 장치와 상기 테이블을 상기 회전 기구를 통해 100rpm 이상으로 회전시키는 제어부를 구비하고,
 상기 진공 용기 내에서 상기 제1 반응 가스 및 상기 제2 반응 가스를 차례로 상기 기판의 표면에 공급하여 티탄 나이트라이드막을 형성하는, 성막 장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 테이블 상의 기판에 대해 NH₃ 가스 또는 H₂ 가스 중 적어도 한쪽의 플라즈마를 공급하기 위한 활성화 가스 인젝터를 더 구비하고,
 상기 활성화 가스 인젝터는, 상기 회전 기구에 의해, 상기 제1 반응 가스 공급 장치 및 상기 제2 반응 가스 공급 장치와 함께 상기 테이블에 대해 상대적으로 회전하도록 구성되고, 상기 활성화 가스 인젝터와 상기 테이블의 상대적인 회전시에 상기 플라즈마가 상기 제2 처리 영역과 상기 제1 처리 영역 사이에 있어서 상기 기판에 공급되도록 배치되어 있는, 성막 장치.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 분리 영역은, 분리 가스를 공급하는 분리 가스 공급 장치를 구비한, 성막 장치.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 분리 영역은, 상기 분리 가스 공급 장치와, 상기 분리 가스 공급 장치에 있어서의 상기 주위 방향 양측에 위치하고, 당해 분리 영역으로부터 처리 영역측으로 분리 가스가 흐르기 위한 협소한 공간을 상기 테이블과의 사이에 형성하기 위한 천장면을 구비하고 있는, 성막 장치.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 제1 반응 가스 공급 장치 및 상기 제2 반응 가스 공급 장치는, 상기 제1 처리 영역 및 상기 제2 처리 영역에 있어서의 각각의 천장면으로부터 이격되어 상기 기판의 근방에 각각 설치되고, 상기 기판의 방향을 향해 상기 제1 반응 가스 및 상기 제2 반응 가스를 각각 공급하는, 성막 장치.

청구항 6

진공 용기 내에서, 제1 반응 가스 공급 장치에 의하여 공급되는 Ti를 포함하는 제1 반응 가스 및 제2 반응 가스

공급 장치에 의하여 공급되는 N을 포함하는 제2 반응 가스를 차례로 기관의 표면에 공급하여 티탄나이트라이드막을 형성하는 성막 방법에 있어서,

상기 진공 용기의 주위 방향으로 서로 이격되어 설치되고, 측면부의 하단부로부터 수평 방향으로 신장되는 정류 부재가 형성된 커버에 의해 길이 방향을 따라 상방측이 덮이고 하방측이 개방되는 제1 반응 가스 공급 장치 및 제2 반응 가스 공급 장치로부터, 상기 기관을 적재하기 위한 기관 적재 영역이 설치된 테이블의 표면에 대해 각각 상기 제1 반응 가스 및 상기 제2 반응 가스를 공급하는 공정과,

상기 제1 반응 가스가 공급되는 제1 처리 영역과 상기 제2 반응 가스가 공급되는 제2 처리 영역 사이에 설치된 분리 영역에 있어서 양 반응 가스를 분리하는 공정과,

상기 제1 처리 영역과 상기 제2 처리 영역을 상기 기관이 이 순서로 위치하도록, 상기 제1 반응 가스 공급 장치 및 상기 제2 반응 가스 공급 장치와 상기 테이블을 상대적으로 상기 진공 용기의 주위 방향으로 100rpm 이상으로 회전시키는 공정과,

상기 진공 용기 내를 진공 배기하는 공정을 포함하는, 성막 방법.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 테이블 상의 상기 기관에 대해 활성화 가스 인젝터로부터 NH₃ 가스 또는 H₂ 가스 중 적어도 한쪽의 플라즈마를 공급하는 공정을 더 포함하고,

상기 회전시키는 공정은, 상기 상대적 회전시에 있어서 상기 제2 처리 영역과 상기 제1 처리 영역 사이에 있어서 상기 플라즈마가 상기 기관에 대해 공급되도록, 상기 제1 반응 가스 공급 장치 및 상기 제2 반응 가스 공급 장치와 함께 상기 활성화 가스 인젝터를 상기 테이블에 대해 상대적으로 회전시키는, 성막 방법.

청구항 8

제6항에 있어서, 상기 양 가스를 분리하는 공정은, 분리 가스 공급 장치로부터 상기 분리 영역으로 분리 가스를 공급하는, 성막 방법.

청구항 9

제8항에 있어서, 상기 분리 가스는, 상기 분리 가스 공급 장치에 있어서의 상기 주위 방향 양측에 위치하고, 상기 분리 영역으로부터 처리 영역측으로 분리 가스가 흐르기 위해 상기 테이블과 상기 진공 용기의 천장면 사이에 형성된 협소한 공간에 상기 분리 가스 공급 장치로부터 공급하는, 성막 방법.

청구항 10

제6항에 있어서, 상기 제1 반응 가스 및 상기 제2 반응 가스를 공급하는 공정은, 상기 제1 처리 영역 및 상기 제2 처리 영역에 있어서의 각각의 천장면으로부터 이격되어 상기 기관의 근방에 각각 설치된 상기 제1 반응 가스 공급 장치 및 상기 제2 반응 가스 공급 장치로부터, 상기 기관의 방향을 향해 상기 제1 반응 가스 및 상기 제2 반응 가스를 각각 공급하는, 성막 방법.

청구항 11

컴퓨터에 의해 실행되면, 진공 용기 내에서 Ti를 포함하는 제1 반응 가스 및 N을 포함하는 제2 반응 가스를 차례로 기관의 표면에 공급하여 티탄나이트라이드막을 형성하는 성막 장치의 처리를 상기 컴퓨터에 실행시키는 프로그램이 저장된 유형의 컴퓨터 판독 가능한 기억 매체이며, 상기 처리는,

상기 컴퓨터에, 상기 진공 용기의 주위 방향으로 서로 이격되어 설치되고, 측면부의 하단부로부터 수평 방향으로 신장되는 정류 부재가 형성된 커버에 의해 길이 방향을 따라 상방측이 덮이고 하방측이 개방되는 제1 반응 가스 공급 장치 및 제2 반응 가스 공급 장치로부터, 상기 기관을 적재하기 위한 기관 적재 영역이 설치된 테이블의 표면에 대해 각각 상기 제1 반응 가스 및 상기 제2 반응 가스를 공급시키는 수순과,

상기 컴퓨터에, 상기 제1 반응 가스가 공급되는 제1 처리 영역과 상기 제2 반응 가스가 공급되는 제2 처리 영역 사이에 설치된 분리 영역에 있어서 양 반응 가스를 분리시키는 수순과,

상기 컴퓨터에, 상기 제1 처리 영역과 상기 제2 처리 영역을 상기 기관이 이 순서로 위치하도록, 상기 제1 반응 가스 공급 장치 및 상기 제2 반응 가스 공급 장치와 상기 테이블을 상대적으로 상기 진공 용기의 주위 방향으로

100rpm 이상으로 회전시키는 수순과,

상기 컴퓨터에, 상기 진공 용기 내를 진공 배기시키는 수순을 포함하는 유형의, 컴퓨터 판독 가능한 기억 매체.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 처리는,

상기 컴퓨터에, 상기 테이블 상의 상기 기관에 대해 활성화 가스 인젝터로부터 NH₃ 가스 또는 H₂ 가스 중 적어도 한쪽의 플라즈마를 공급시키는 수순을 더 포함하고,

상기 회전시키는 수순은, 상기 컴퓨터에, 상기 상대적 회전시에 있어서 상기 제2 처리 영역과 상기 제1 처리 영역 사이에 있어서 상기 플라즈마가 상기 기관에 대해 공급되도록 상기 제1 반응 가스 공급 장치 및 상기 제2 반응 가스 공급 장치와 함께 상기 활성화 가스 인젝터를 상기 테이블에 대해 상대적으로 회전시키는, 컴퓨터 판독 가능한 기억 매체.

청구항 13

제11항에 있어서, 상기 양 가스를 분리하는 수순은, 상기 컴퓨터에, 분리 가스 공급 장치로부터 상기 분리 영역으로 분리 가스를 공급시키는, 컴퓨터 판독 가능한 기억 매체.

청구항 14

제13항에 있어서, 상기 양 가스를 분리하는 수순은, 상기 컴퓨터에, 상기 분리 가스 공급 장치에 있어서의 상기 주위 방향 양측에 위치하고, 상기 분리 영역으로부터 처리 영역측으로 분리 가스가 흐르기 위해 상기 테이블과 상기 진공 용기의 천장면 사이에 형성된 협소한 공간에 상기 분리 가스 공급 장치로부터 분리 가스를 공급시키는, 컴퓨터 판독 가능한 기억 매체.

청구항 15

제11항에 있어서, 상기 제1 반응 가스 및 상기 제2 반응 가스를 공급하는 수순은, 상기 컴퓨터에, 상기 제1 처리 영역 및 상기 제2 처리 영역에 있어서의 각각의 천장면으로부터 이격되어 상기 기관의 근방에 각각 설치된 상기 제1 반응 가스 공급 장치 및 상기 제2 반응 가스 공급 장치로부터, 상기 기관의 방향을 향해 상기 제1 반응 가스 및 상기 제2 반응 가스를 각각 공급시키는, 컴퓨터 판독 가능한 기억 매체.

명세서

기술분야

[0001] 본 출원은, 2009년 12월 25일에 일본 특허청에 출원된 일본 특허 출원 제2009-295351에 기초하는 것으로, 그 출원을 우선권 주장하는 것이며, 그 출원의 모든 내용을 참조함으로써 포함하는 것이다.

[0002] 본 발명은, 진공 분위기에서 기관에 대해 반응 가스에 의해 티탄나이트라이드막의 성막을 행하는 성막 장치, 성막 방법 및 기억 매체에 관한 것이다.

배경기술

[0003] 반도체 장치의 다층 배선 구조에 있어서, 하층측의 배선층과 상층측의 배선층 사이의 층간 절연막에 이들 배선층끼리를 접속하기 위한 콘택트 홀을 형성한 콘택트 구조에서는, 이 콘택트 홀 내에 매립하는 금속 재료에 알루미늄을 사용하는 경우가 있다. 이 콘택트 홀의 내벽면에는, 알루미늄이 층간 절연막 내에 확산되는 것을 방지하기 위한 배리어막으로서, 예를 들어 TiN(티탄나이트라이드, 질화티탄)막이 형성된다.

[0004] 이러한 배리어막을 콘택트 홀의 내벽면에 형성하는 데 있어서, 종래의 CVD(Chemical Vapor Deposition)법은 피복성이 양호하지 않으므로, 이것을 대신하는 성막 방법으로서, 예를 들어 ALD(Atomic Layer Deposition)법이나 MLD(Molecular Layer Deposition)법 혹은 SFD(Sequential Flow Deposition)법 등이 검토되고 있다.

[0005] 이들 성막 방법에 있어서 TiN막을 성막하는 경우에는, 예를 들어 TiCl₄(염화티탄) 가스 및 예를 들어 NH₃(암모니아) 가스를 반도체 웨이퍼 상에 교대로 공급하여, TiN의 분자층이 순차 적층된다. 이러한 방법은, 매립 특성(피복율)이 90% 이상이나 되어 매립 특성을 크게 개선할 수 있지만, 성막 속도가 느리기 때문에 생산성이 나쁘

다고 하는 과제가 있다. 또한, 각 회의 $TiCl_4$ 가스의 분위기를 $TiCl_4$ 가스의 흡착이 포화될 때까지 유지해 두면, 즉, 포화 흡착을 행하면, 막 표면의 모폴로지(면 상태)를 제어할 수 없다. 즉, 웨이퍼 상에 있어서 반응 가스의 흡착량이 포화될 때까지 당해 반응 가스의 흡착 시간(반응 가스의 공급 시간)을 길게 취하면, TiN막의 경우에는, 예를 들어 NH_3 가스를 공급하고 있는 동안에, 웨이퍼의 표면에서 생성된 TiN 입자의 결정화가 진행됨으로써 원자나 분자의 마이그레이션(이동)이 일어나, 박막의 표면 모폴로지가 악화되어 버린다. 또한, CVD법에 있어서는, 이러한 결정화의 진행은 피할 수 없다.

[0006] 그로 인해, 차세대용 캐패시터 전극을 형성할 때에, 예를 들어 ZrO (산화지르코늄), TiO (산화티탄), TaO (산화탄탈) 등의 배리어막으로서 TiN막을 사용하는 경우에는, 당해 TiN막의 표면 형상이 거칠면, 캐패시터 전극에 부분적으로 전하가 집중되어 버린다.

[0007] 또한, TiN의 마이그레이션을 억제하기 위해 예를 들어 저온에서 성막을 행하는 경우에는, 반응 가스의 분해가 불충분해지는 경우도 있고, 반응 가스 중의 Cl(염소) 등이 박막 중에 도입되어 설정대로의 전기 특성이 얻어지지 않게 되어 버리는 경우도 있다.

[0008] 예를 들어, 미국 특허 공보 제7,153,542호, 일본 특허 제3144664호 공보, 미국 특허 공보 제6,869,641호 등에는, ALD법 등에 대해 기재되어 있지만, 상술한 과제에 대해서는 검토되어 있지 않다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 본 발명은 이러한 사정에 기초하여 행해진 것이며, 그 실시 형태의 하나의 목적은, 진공 용기 내에서 기관에 대해 반응 가스에 의해 티탄나이트라이드막을 형성하는 데 있어서, 당해 티탄나이트라이드막을 빠르게 성막할 수 있는 동시에, 표면 형상이 평활한 티탄나이트라이드막을 얻을 수 있는 성막 장치, 성막 방법 및 이 방법을 실시하는 프로그램을 저장한 컴퓨터 판독 가능한 기억 매체를 제공하는 데 있다.

과제의 해결 수단

[0010] 본 발명의 일 관점에 따르면, 진공 용기 내에 설치되고, 기관을 적재하기 위한 기관 적재 영역이 설치된 테이블과, 상기 진공 용기의 주위 방향으로 서로 이격되어 설치되고, 상기 테이블 상의 기관에 Ti를 포함하는 제1 반응 가스 및 N을 포함하는 제2 반응 가스를 각각 공급하기 위한 제1 반응 가스 공급 장치 및 제2 반응 가스 공급 장치와, 상기 제1 반응 가스가 공급되는 제1 처리 영역과 상기 제2 반응 가스가 공급되는 제2 처리 영역 사이에 설치되고, 양 반응 가스를 분리하는 분리 영역과, 상기 제1 처리 영역과 상기 제2 처리 영역을 상기 기관이 이 순서로 위치하도록, 상기 제1 반응 가스 공급 장치 및 상기 제2 반응 가스 공급 장치와 상기 테이블을 상기 진공 용기의 주위 방향으로 상대적으로 회전시키는 회전 기구와, 상기 진공 용기 내를 진공 배기하는 진공 배기 장치와, 상기 기관에의 성막시에, 상기 제1 반응 가스 공급 장치 및 상기 제2 반응 가스 공급 장치와 상기 테이블을 상기 회전 기구를 통해 100rpm 이상으로 회전시키는 제어부를 구비하고, 상기 진공 용기 내에서 상기 제1 반응 가스 및 상기 제2 반응 가스를 차례로 상기 기관의 표면에 공급하여 티탄나이트라이드막을 형성하는 성막 장치가 제공된다.

[0011] 또한 상기 테이블 상의 기관에 대해 NH_3 가스 또는 H_2 가스 중 적어도 한쪽의 플라즈마를 공급하기 위한 활성화 가스 인젝터를 구비하고, 이 활성화 가스 인젝터는, 상기 회전 기구에 의해, 상기 제1 반응 가스 공급 장치 및 상기 제2 반응 가스 공급 장치와 함께 상기 테이블에 대해 상대적으로 회전하도록 구성되고, 상기 상대적인 회전에 상기 플라즈마가 상기 제2 처리 영역과 상기 제1 처리 영역 사이에 있어서 기관에 공급되는 배치를 채용해도 좋다.

[0012] 상기 분리 영역은, 분리 가스를 공급하는 분리 가스 공급 장치를 구비하고 있어도 좋고, 또한 이 분리 가스 공급 장치에 있어서의 상기 주위 방향 양측에 위치하고, 당해 분리 영역으로부터 처리 영역측으로 분리 가스가 흐르기 위한 협소한 공간을 상기 테이블과의 사이에 형성하기 위한 천장면을 구비하고 있어도 좋다.

[0013] 상기 제1 반응 가스 공급 장치 및 상기 제2 반응 가스 공급 장치는, 상기 제1 처리 영역 및 상기 제2 처리 영역에 있어서의 각각의 천장면으로부터 이격되어 기관의 근방에 각각 설치되고, 상기 기관의 방향을 향해 상기 제1 반응 가스 및 상기 제2 반응 가스를 각각 공급하는 구성을 가져도 좋다.

[0014] 본 발명의 일 관점에 따르면, 진공 용기 내에서 Ti를 포함하는 제1 반응 가스 및 N을 포함하는 제2 반응 가스를

차례로 기관의 표면에 공급하여 티탄나이트라이드막을 형성하는 성막 방법에 있어서, 상기 진공 용기의 주위 방향으로 서로 이격되어 설치된 제1 반응 가스 공급 장치 및 제2 반응 가스 공급 장치로부터, 상기 기관을 적재하기 위한 기관 적재 영역이 설치된 테이블의 표면에 대해 각각 상기 제1 반응 가스 및 상기 제2 반응 가스를 공급하는 공정과, 상기 제1 반응 가스가 공급되는 제1 처리 영역과 상기 제2 반응 가스가 공급되는 제2 처리 영역 사이에 설치된 분리 영역에 있어서 양 반응 가스를 분리하는 공정과, 상기 제1 처리 영역과 상기 제2 처리 영역을 상기 기관이 이 순서로 위치하도록, 상기 제1 반응 가스 공급 장치 및 상기 제2 반응 가스 공급 장치와 상기 테이블을 상대적으로 상기 진공 용기의 주위 방향으로 100rpm 이상으로 회전시키는 공정과, 상기 진공 용기 내를 진공 배기하는 공정을 포함하는 성막 방법이 제공된다.

[0015] 상기 테이블 상의 기관에 대해 활성화 가스 인젝터로부터 NH₃ 가스 또는 H₂ 가스 중 적어도 한쪽의 플라즈마를 공급하는 공정을 포함하고, 상기 회전시키는 공정은, 상기 상대적 회전에 있어서 상기 제2 처리 영역과 상기 제1 처리 영역 사이에 있어서 상기 플라즈마가 상기 기관에 대해 공급되도록, 상기 제1 반응 가스 공급 장치 및 상기 제2 반응 가스 공급 장치와 함께 상기 활성화 가스 인젝터를 상기 테이블에 대해 상대적으로 회전시켜도 좋다.

[0016] 상기 양 가스 분리하는 공정은, 분리 가스 공급 장치로부터 상기 분리 영역으로 분리 가스를 공급해도 좋고, 또한 상기 분리 가스 공급 장치에 있어서의 상기 주위 방향 양측에 위치하고, 상기 분리 영역으로부터 처리 영역 측으로 분리 가스가 흐르기 위해 상기 테이블과 상기 진공 용기의 천장면 사이에 형성된 협소한 공간에 상기 분리 가스 공급 장치로부터 분리 가스를 공급해도 좋다.

[0017] 상기 제1 반응 가스 및 상기 제2 반응 가스를 공급하는 공정은, 상기 제1 처리 영역 및 상기 제2 처리 영역에 있어서의 각각의 천장면으로부터 이격되어 상기 기관의 근방에 각각 설치된 상기 제1 반응 가스 공급 장치 및 상기 제2 반응 가스 공급 장치로부터, 상기 기관의 방향을 향해 상기 제1 반응 가스 및 상기 제2 반응 가스를 각각 공급해도 좋다.

[0018] 본 발명의 일 관점에 따르면, 컴퓨터에 의해 실행되면, 진공 용기 내에서 Ti를 포함하는 제1 반응 가스 및 N을 포함하는 제2 반응 가스를 차례로 기관의 표면에 공급하여 티탄나이트라이드막을 형성하는 성막 장치의 처리를 상기 컴퓨터 실행시키는 프로그램이 저장된 유형(有形)의 컴퓨터 판독 가능한 기억 매체이며, 상기 처리는, 상기 컴퓨터에, 상기 진공 용기의 주위 방향으로 서로 이격되어 설치된 제1 반응 가스 공급 장치 및 제2 반응 가스 공급 장치로부터, 상기 기관을 적재하기 위한 기관 적재 영역이 설치된 테이블의 표면에 대해 각각 상기 제1 반응 가스 및 상기 제2 반응 가스를 공급시키는 수순과, 상기 컴퓨터에, 상기 제1 반응 가스가 공급되는 제1 처리 영역과 상기 제2 반응 가스가 공급되는 제2 처리 영역 사이에 설치된 분리 영역에 있어서 양 반응 가스를 분리시키는 수순과, 상기 컴퓨터에, 상기 제1 처리 영역과 상기 제2 처리 영역을 상기 기관이 이 순서로 위치하도록, 상기 제1 반응 가스 공급 장치 및 상기 제2 반응 가스 공급 장치와 상기 테이블을 상대적으로 상기 진공 용기의 주위 방향으로 100rpm 이상으로 회전시키는 수순과, 상기 컴퓨터에, 상기 진공 용기 내를 진공 배기시키는 수순을 포함하는 유형의 컴퓨터 판독 가능한 기억 매체가 제공된다.

도면의 간단한 설명

- [0019] 도 1은 본 발명의 제1 실시 형태에 있어서의 성막 장치의 일례를 도시하는 종단면도.
- 도 2는 제1 실시 형태에 있어서의 성막 장치의 내부의 개략 구성의 일례를 도시하는 사시도.
- 도 3은 제1 실시 형태에 있어서의 성막 장치의 횡단 평면도.
- 도 4a, 도 4b는 상기 성막 장치에 있어서의 처리 영역 및 분리 영역의 일례를 나타내는 종단면도.
- 도 5a, 도 5b는 상기 성막 장치에 있어서의 처리 영역 및 분리 영역의 일례를 보다 상세하게 도시하는 종단면도.
- 도 6은 상기 성막 장치의 일부를 도시하는 종단면도.
- 도 7a 내지 도 7d는 상기 성막 장치에 있어서 TiN막을 성막할 때의 작용의 일례를 도시하는 모식도.
- 도 8은 상기 성막 장치의 진공 용기 내의 가스류의 일례를 도시하는 개략도.
- 도 9a 내지 도 9d는 종래의 ALD법을 사용하여 TiN막을 성막한 경우의 작용의 일례를 도시하는 모식도.
- 도 10은 본 발명의 제2 실시 형태에 있어서의 성막 장치의 일례를 도시하는 평면도.

도 11은 제2 실시 형태에 있어서의 성막 장치를 도시하는 일부 분해 사시도.

도 12는 제2 실시 형태에 있어서의 성막 장치를 도시하는 일부를 확대한 단면도.

도 13a 내지 도 13d는 제2 실시 형태에 있어서의 성막 장치에 있어서의 작용의 일례를 도시하는 모식도.

도 14a 내지 도 14c는 본 발명의 실시예에 있어서 얻어진 실험 결과를 나타내는 특성도.

도 15는 본 발명의 실시예에 있어서 얻어진 실험 결과를 나타내는 특성도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0020] [제1 실시 형태]
- [0021] 본 발명의 제1 실시 형태에 있어서의 성막 장치의 일례는, 도 1(도 3의 I-I'선을 따른 단면도) 내지 도 3에 도시하는 바와 같이, 평면 형상이 대략 원형인 편평한 진공 용기(또는, 챔버)(1)와, 이 진공 용기(1) 내에 설치되고, 당해 진공 용기(1)의 중심에 회전 중심을 갖는 회전 테이블(2)을 구비하고 있다. 진공 용기(1)는, 천장판(11)을 용기 본체(12)로부터 착탈할 수 있도록 구성되어 있다. 이 천장판(11)은, 진공 용기(1) 내가 감압됨으로써, 용기 본체(12)의 상면의 주연부에 링 형상으로 설치된 밀봉 부재, 예를 들어 O링(13)을 통해 용기 본체(12)측으로 끌어 당겨져 기밀 상태를 유지하고 있지만, 용기 본체(12)로부터 분리할 때에는 도시하지 않은 구동 기구에 의해 상방으로 들어올려진다.
- [0022] 회전 테이블(2)은, 중심부에서 원통 형상의 코어부(21)에 고정되고, 이 코어부(21)는 연직 방향으로 신장되는 회전축(22)의 상단부에 고정되어 있다. 회전축(22)은, 진공 용기(1)의 저면부(14)를 관통하여, 그 하단부가 당해 회전축(22)을 연직축 주위로, 이 예에서는 시계 방향으로 회전시키는 회전 기구를 형성하는 구동부(23)에 장착되어 있다. 그리고 후술하는 바와 같이, 회전 테이블(2)은 이 구동부(23)에 의해 박막의 성막 중에 있어서 예를 들어 100rpm 내지 240rpm으로 연직 방향축 주위로 회전할 수 있도록 구성되어 있다. 회전축(22) 및 구동부(23)는, 상면이 개방된 통 형상의 케이스체(20) 내에 수납되어 있다. 이 케이스체(20)는, 그 상면에 설치된 플랜지 부분이 진공 용기(1)의 저면부(14)의 하면에 기밀하게 장착되어 있어, 케이스체(20)의 내부 분위기와 외부 분위기의 기밀 상태가 유지되어 있다.
- [0023] 회전 테이블(2)의 표면부에는, 도 2 및 도 3에 도시하는 바와 같이 회전 방향(주위 방향)(R)을 따라 복수매, 예를 들어 5매의 기관을 형성하는 반도체 웨이퍼(이하 「웨이퍼」라 함)(W)를 적재하기 위한 원 형상의 오목부(24)가 형성되어 있다. 또한, 도 3에는 편의상 1개의 오목부(24)에만 웨이퍼(W)를 그리고 있다. 여기서 도 4a 및 도 4b는, 회전 테이블(2)을 동심원을 따라 절단하고, 또한 가로로 전개하여 도시하는 전개도이며, 오목부(24)는 도 4a에 도시하는 바와 같이 그 직경이 웨이퍼(W)의 직경보다도 약간, 예를 들어 4mm 크고, 또한 그 깊이는 웨이퍼(W)의 두께와 동등한 크기로 설정되어 있다. 도 4b는, 도 4a에 있어서의 가스의 흐름을 화살표로 나타낸다. 따라서, 웨이퍼(W)를 오목부(24)에 떨어뜨려 놓으면, 웨이퍼(W)의 표면과 회전 테이블(2)의 표면[즉, 웨이퍼(W)가 적재되지 않는 영역]이 일치되게 된다. 오목부(24)의 저면에는, 웨이퍼(W)의 이면을 지지하여 당해 웨이퍼(W)를 승강시키기 위한, 예를 들어 3개의 승강 핀이 관통하는 관통 구멍(모두 도시하지 않음)이 형성되어 있다.
- [0024] 이 오목부(24)는 웨이퍼(W)를 위치 결정하여 회전 테이블(2)의 회전에 수반되는 원심력에 의해 튀어 나오지 않도록 하기 위한 것으로, 본 실시 형태에 있어서의 기관 적재 영역에 상당하는 부위이다.
- [0025] 도 2 및 도 3에 도시하는 바와 같이, 진공 용기(1)에는, 회전 테이블(2)에 있어서의 오목부(24)의 통과 영역과 각각 대향하는 상부 위치에, 제1 반응 가스 노즐(31) 및 제2 반응 가스 노즐(32)과 2개의 분리 가스 노즐(41, 42)이 진공 용기(1)의 주위 방향[즉, 회전 테이블(2)의 회전 방향(R)]으로 서로 간격을 두고 중심부로부터 방사상으로 신장되어 있다. 이 예에서는, 후술하는 반응구(15)로부터 보아 시계 방향으로, 제2 반응 가스 노즐(32), 분리 가스 노즐(41), 제1 반응 가스 노즐(31) 및 분리 가스 노즐(42)이 이 순서로 배열되어 있다. 이들 반응 가스 노즐(31, 32) 및 분리 가스 노즐(41, 42)은, 예를 들어 진공 용기(1)의 측 주위벽에 장착되어 있고, 그 기단부인 가스 도입 포트(31a, 32a, 41a, 42a)는 당해 측벽을 관통하고 있다.
- [0026] 이들 가스 노즐(31, 32, 41, 42)은, 진공 용기(1)의 주위벽부로부터 진공 용기(1) 내에 도입되어 있다.
- [0027] 제1 반응 가스 노즐(31) 및 제2 반응 가스 노즐(32)은, 각각 도시하지 않은 유량 조정 밸브 등을 통해, 각각 제1 반응 가스(처리 가스)인 Ti(티탄)를 포함하는 반응 가스, 예를 들어 TiCl₄(염화티탄) 가스 및 제2 반응 가스

인 N(질소)을 포함하는 반응 가스, 예를 들어 NH₃(암모니아) 가스의 공급원(모두 도시하지 않음)에 접속되어 있다. 또한, 분리 가스 노즐(41, 42)은, 모두 유량 조정 밸브 등을 통해 분리 가스(불활성 가스)인 N₂(질소) 가스가 저류된 가스 공급원(도시하지 않음)에 접속되어 있다.

[0028] 반응 가스 노즐(31, 32)에는, 예를 들어 도 4a에 있어서 하방측에 반응 가스를 토출하기 위한 처리 가스 공급구를 형성하는, 예를 들어 구경이 0.3mm인 토출 구멍(33)이 바로 아래를 향해 노즐의 길이 방향으로, 예를 들어 2.5mm의 간격을 두고 배열되어 있다. 또한, 분리 가스 노즐(41, 42)에는, 하방측에 분리 가스를 토출하기 위한, 예를 들어 구경이 0.5mm인 토출 구멍(40)이 바로 아래를 향해 길이 방향으로, 예를 들어 10mm 정도의 간격을 두고 천공되어 있다. 반응 가스 노즐(31, 32)은, 각각 제1 반응 가스 공급 수단(또는, 제1 반응 가스 공급 장치) 및 제2 반응 가스 공급 수단(또는, 제2 반응 가스 공급 장치)을 형성하고, 분리 가스 노즐(41, 42)은 분리 가스 공급 수단(또는, 분리 가스 공급 장치)을 형성한다. 또한, 반응 가스 노즐(31, 32)의 하방 영역은, 각각 TiCl₄ 가스를 웨이퍼(W)에 흡착시키기 위한 제1 처리 영역(91) 및 NH₃ 가스를 웨이퍼(W)에 흡착시키기 위한 제2 처리 영역(92)을 형성한다.

[0029] 상술한 도 1 내지 도 3, 도 4a 및 도 4b에서는 도시를 생략하고 있지만, 반응 가스 노즐(31, 32)은, 도 5a에 도시하는 바와 같이, 처리 영역(91, 92)에 있어서의 천장면(45)으로부터 이격되어 웨이퍼(W)의 근방에 각각 설치되어 있고, 노즐(31, 32)의 길이 방향을 따라 이들 노즐(31, 32)을 상방측으로부터 덮는 동시에, 하방측이 개방되는 노즐 커버(120)를 구비하고 있다. 회전 테이블(2)의 회전 방향(R)에 있어서의 노즐 커버(120)의 양 측면부는, 하단부가 수평 방향으로 신장되어 플랜지 형상의 정류 부재(121)를 형성하고 있다. 이 정류 부재(121)는, 처리 영역(91, 92) 내로의 분리 가스의 유입 및 노즐(31, 32)의 상방측으로의 반응 가스의 날아올라감을 억제하기 위해 설치되어 있고, 회전 테이블(2)의 중심측으로부터 외주측을 향함에 따라, 회전 방향(R)을 따른 폭 치수가 커지는 형상을 갖는다. 그로 인해, 도 5b에 가스의 흐름을 화살표로 나타내는 바와 같이, 이들 노즐(31, 32)의 상류측으로부터 각 처리 영역(91, 92)을 향해 흘러 오는 분리 가스는, 노즐 커버(120)의 상방 영역을 통해 배기구(61, 62)로 각각 배기되어 가, 각 처리 영역(91, 92)에 있어서의 반응 가스의 농도를 높게 유지할 수 있다. 또한, 도 5a 및 도 5b는 모두 회전 테이블(2)의 주위 방향을 따라 장치를 중단하여 전개한 도면이며, 성막 장치에서는 처리 영역(91, 92) 및 분리 영역 D보다도 외측 영역에 배기구(61, 62)가 설치되어 있지만, 각 가스의 흐름을 나타내기 위해 편의상 처리 영역(91, 92) 및 분리 영역 D와 배기구(61, 62)를 동일 평면에 도시하고 있다. 또한, 이 정류 부재(121)는, 도 5a 및 도 5b에 도시하는 바와 같이 회전 테이블(2)의 회전 방향(R) 상 양 측면에 형성해도 좋고, 상류측 및 하류측 중 한쪽에만 설치해도 좋다.

[0030] 분리 가스 노즐(41, 42)은, 제1 처리 영역(91)과 제2 처리 영역(92)을 분리하는 분리 영역 D를 형성하기 위한 것이고, 이 분리 영역 D에 있어서의 진공 용기(1)의 천장판(11)에는 도 2, 도 3, 도 4a 및 도 4b에 도시하는 바와 같이, 회전 테이블(2)의 회전 중심을 중심으로 하고, 또한 진공 용기(1)의 내주벽의 근방을 따라 그려지는 원을 주위 방향으로 분할하여 이루어지는, 평면 형상이 부채형이고 하방으로 돌출된 볼록 형상부(4)가 설치되어 있다. 분리 가스 노즐(41, 42)은, 이 볼록 형상부(4)에 있어서의 상기 원의 주위 방향 중앙에서 당해 원의 반경 방향으로 신장되도록 형성된 홈부(43) 내에 수납되어 있다. 즉, 분리 가스 노즐[41(42)]의 중심측으로부터 볼록 형상부(4)인 부채형의 양 테두리[즉, 회전 테이블(2)의 회전 방향(R)의 상류측의 테두리 및 하류측의 테두리]까지의 거리는 동일한 길이로 설정되어 있다.

[0031] 또한, 홈부(43)는 본 실시 형태에서는 볼록 형상부(4)를 이등분하도록 형성되어 있지만, 예를 들어 홈부(43)로부터 보아 볼록 형상부(4)에 있어서의 회전 테이블(2)의 회전 방향(R)의 상류측이 상기 회전 방향(R)의 하류측보다도 넓어지도록 홈부(43)를 형성해도 좋다.

[0032] 따라서, 분리 가스 노즐(41, 42)에 있어서의 상기 회전 방향(R)의 양측에는, 상기 볼록 형상부(4)의 하면인 예를 들어 평탄한 낮은 천장면(44)(제1 천장면)이 존재하고, 이 천장면(44)의 상기 회전 방향(R)의 양측에는, 당해 천장면(44)보다도 높은 천장면(45)(제2 천장면)이 존재하게 된다. 이 볼록 형상부(4)의 역할은, 회전 테이블(2)과의 사이에 제1 반응 가스 및 제2 반응 가스의 침입을 저지하여 이들 반응 가스의 혼합을 저지하기 위한 협애한 공간인 분리 공간을 형성하는 데 있다.

[0033] 즉, 분리 공간은, 분리 가스 노즐(41)을 예로 들면, 회전 테이블(2)의 회전 방향(R)의 상류측으로부터 NH₃ 가스가 침입하는 것을 저지하고, 또한 회전 방향(R)의 하류측으로부터 TiCl₄ 가스가 침입하는 것을 저지한다.

[0034] 이 예에서는, 직경 300mm의 웨이퍼(W)를 피처리 기관으로 하고 있고, 이 경우 볼록 형상부(4)는 회전 테이블(2)의 회전 중심으로부터 140mm 외주측으로 이격된 부위[즉, 후술하는 돌출부(5)와의 경계 부위]에 있어서,

주위 방향의 길이[즉, 회전 테이블(2)과 동심원의 원호의 길이]가 예를 들어 146mm이고, 웨이퍼(W)가 적재되는 기관 적재 영역[오목부(24)]의 가장 외측 부위에 있어서는, 주위 방향의 길이가 예를 들어 502mm이다. 또한, 도 4a에 도시하는 바와 같이, 당해 외측 부위에 있어서 분리 가스 노즐[41(42)]의 양측으로부터 각각 좌우에 위치하는 볼록 형상부(4)의 주위 방향의 길이 L은, 예를 들어 246mm이다.

[0035] 또한, 도 4a에 도시하는 바와 같이 볼록 형상부(4)의 하면, 즉 천장면(44)에 있어서의 회전 테이블(2)의 표면까지의 높이 h는, 예를 들어 0.5mm 내지 4mm로 설정되어 있다. 그로 인해, 분리 영역 D의 분리 기능을 확보하기 위해서는, 회전 테이블(2)의 회전수의 사용 범위 등에 따라서, 볼록 형상부(4)의 크기나 볼록 형상부(4)의 하면 [제1 천장면(44)]과 회전 테이블(2)의 표면의 높이 h를, 예를 들어 실험 등에 기초하여 설정하게 된다. 또한, 분리 가스로서는, 질소(N₂) 가스에 한정되지 않고 아르곤(Ar) 가스 등의 불활성 가스 등을 사용할 수 있다.

[0036] 천장판(11)의 하면에는, 회전 테이블(2)에 있어서의 코어부(21)보다도 외주측의 부위와 대향하도록, 또한 당해 코어부(21)의 외주를 따라 돌출부(5)가 설치되어 있다. 이 돌출부(5)는 볼록 형상부(4)에 있어서의 회전 테이블(2)의 회전 중심축의 부위와 연속해서 형성되어 있고, 그 하면이 볼록 형상부(4)의 하면[천장면(44)]과 동일한 높이로 형성되어 있다. 도 2 및 도 3은, 상기 천장면(45)보다도 낮고, 또한 분리 가스 노즐(41, 42)보다도 높은 위치에서 천장판(11)을 수평하게 절단하여 도시하고 있다. 또한, 돌출부(5)와 볼록 형상부(4)는, 반드시 일체인 것에 한정되는 것은 아니며, 별개의 부재라도 좋다.

[0037] 진공 용기(1)의 천장판(11)의 하면, 즉 회전 테이블(2)의 기관 적재 영역[오목부(24)]으로부터 본 천장면은, 상술한 바와 같이 제1 천장면(44)과 이 천장면(44)보다도 높은 제2 천장면(45)이 주위 방향으로 존재하지만, 도 1에서는 높은 천장면(45)이 설치되어 있는 영역에 대한 종단면을 도시하고 있고, 도 6에서는 낮은 천장면(44)이 설치되어 있는 영역에 대한 종단면을 도시하고 있다. 부채형의 볼록 형상부(4)의 주연부[즉, 진공 용기(1)의 외측 테두리측의 부위]는, 도 2 및 도 6에 도시되어 있는 바와 같이, 회전 테이블(2)의 외측 단부면에 대향하도록 L자형으로 굴곡되어 굴곡부(46)를 형성하고 있다. 부채형의 볼록 형상부(4)는 천장판(11)측에 설치되어 있어, 용기 본체(12)로부터 제거할 수 있도록 되어 있으므로, 상기 굴곡부(46)의 외주면과 용기 본체(12) 사이에는 약간 간극이 있다. 이 굴곡부(46)도 볼록 형상부(4)와 마찬가지로 양측으로부터 반응 가스가 침입하는 것을 방지하여, 양 반응 가스의 혼합을 방지할 목적으로 설치되어 있고, 굴곡부(46)의 내주면과 회전 테이블(2)의 외측 단부면의 간극 및 굴곡부(46)의 외주면과 용기 본체(12)의 간극은, 회전 테이블(2)의 표면에 대한 천장면(44)의 높이 h와 동일한 치수로 설정되어 있다. 이 예에 있어서는, 회전 테이블(2)의 표면측 영역으로부터는, 굴곡부(46)의 내주면이 진공 용기(1)의 내주벽을 구성하고 있다고 볼 수 있다.

[0038] 용기 본체(12)의 내주벽은, 분리 영역 D에 있어서는 도 6에 도시하는 바와 같이 상기 굴곡부(46)의 외주면과 접근하여 수직면으로 형성되어 있지만, 분리 영역 D 이외의 부위에 있어서는, 도 1에 도시하는 바와 같이 예를 들어 회전 테이블(2)의 외측 단부면과 대향하는 부위로부터 저면부(14)에 걸쳐 종단면 형상이 직사각형으로 절결되어 외측으로 우묵하게 들어간 구조로 되어 있다. 이 우묵하게 들어간 부위에 있어서의 상술한 제1 처리 영역(91) 및 제2 처리 영역(92)에 연통되는 영역을, 각각 제1 배기 영역 E1 및 제2 배기 영역 E2이라 하는 것으로 한다. 이들 제1 배기 영역 E1 및 제2 배기 영역 E2의 저부에는, 도 3에 도시하는 바와 같이, 각각 제1 배기구(61) 및 제2 배기구(62)가 형성되어 있다. 도 1에 도시하는 바와 같이, 이들 배기구(61, 62)는 각각 배기구(63)를 통해 진공 배기 수단(또는, 진공 배기 장치)을 형성하는, 예를 들어 진공 펌프(64)에 접속되어 있다. 또한, 도 1 중, 부호 65는 압력 조정 수단(또는, 압력 조정 장치)이며, 각각의 배기구(63)마다 설치되어 있다.

[0039] 상술한 바와 같이, 배기구(61, 62)는 분리 영역 D의 분리 작용이 작용하도록 평면에서 보았을 때에 상기 분리 영역 D의 상기 회전 방향(R)의 양측에 설치되어 있다. 상세하게 말하면, 회전 테이블(2)의 회전 중심으로부터 보아 제1 처리 영역(91)과 이 제1 처리 영역(91)에 대해 예를 들어 회전 방향(R)의 하류측에 인접하는 분리 영역 D 사이에 제1 배기구(61)가 형성되고, 회전 테이블(2)의 회전 중심으로부터 보아 제2 처리 영역(92)과 이 제2 처리 영역(92)에 대해 예를 들어 회전 방향(R)의 하류측에 인접하는 분리 영역 D 사이에 제2 배기구(62)가 형성되어 있다. 이들 배기구(61, 62)는, 각각 각 반응 가스(TiCl₄ 가스 및 NH₃ 가스)의 배기를 전용으로(개별적으로) 행하도록 배치되어 있다. 이 예에서는 한쪽 배기구(61)는, 제1 반응 가스 노즐(31)과 이 반응 가스 노즐(31)에 대해 상기 회전 방향(R)의 하류측에 인접하는 분리 영역 D의 제1 반응 가스 노즐(31)측의 테두리의 연장선 사이에 설치되고, 또한 다른 쪽 배기구(61)는, 제2 반응 가스 노즐(32)과 이 반응 가스 노즐(32)에 대해 상기 회전 방향(R)의 하류측에 인접하는 분리 영역 D의 제2 반응 가스 노즐(32)측의 테두리의 연장선 사이에 설치되어 있다. 즉, 제1 배기구(61)는, 도 3 중에 1점 쇄선으로 나타낸 회전 테이블(2)의 중심과 제1 처리 영역(91)을 지나는 직선 L1과, 회전 테이블(2)의 중심과 상기 제1 처리 영역(91)의 하류측에 인접하는 분리 영역 D

의 상류측의 테두리를 지나는 직선 L2 사이에 설치되고, 제2 배기구(62)는 이 도 3에 2점 쇄선으로 나타낸 회전 테이블(2)의 중심과 제2 처리 영역(92)을 지나는 직선 L3과, 회전 테이블(2)의 중심과 상기 제2 처리 영역(92)의 하류측에 인접하는 분리 영역 D의 상류측의 테두리를 지나는 직선 L4 사이에 위치하고 있다.

[0040] 이 예에서는, 배기구(61, 62)를 회전 테이블(2)보다도 낮은 위치에 설치함으로써 진공 용기(1)의 내주벽과 회전 테이블(2)의 주연 사이의 간극으로부터 배기하도록 하고 있지만, 진공 용기(1)의 저면부(14)에 설치하는 것에 한정되지 않고, 진공 용기(1)의 측벽에 배기구(61, 62)를 설치해도 좋다.

[0041] 상기 회전 테이블(2)과 진공 용기(1)의 저면부(14) 사이의 공간에는, 도 1에 도시하는 바와 같이 가열 수단(또는, 가열 장치)을 형성하는 히터 유닛(7)이 설치되어 있고, 회전 테이블(2)을 통해 회전 테이블(2) 상의 웨이퍼(W)를 프로세스 레시피에 의해 정해진 온도로 가열하도록 구성되어 있다. 상기 회전 테이블(2)의 주연 부근의 하방측에는, 회전 테이블(2)의 상방 공간으로부터 배기 영역 E에 이르기까지의 분위기와 히터 유닛(7)이 배치되어 있는 분위기를 구획하기 위해, 히터 유닛(7)을 전체 둘레에 걸쳐 둘러싸도록 커버 부재(71)가 설치되어 있다. 이 커버 부재(71)는 상부 테두리가 외측으로 굴곡되어 플랜지 형상으로 형성되고, 그 굴곡면과 회전 테이블(2)의 하면 사이의 간극을 작게 하여, 커버 부재(71) 내에 외측으로부터 가스가 침입하는 것을 억제하고 있다.

[0042] 히터 유닛(7)이 배치되어 있는 공간보다도 회전 중심 부근의 부위에 있어서의 저면부(14)는, 회전 테이블(2)의 하면의 중심부 부근에서, 코어부(21)에 접근하여 그 사이는 좁은 공간으로 되어 있다. 또한, 당해 저면부(14)를 관통하는 회전축(22)의 관통 구멍에 대해서도, 그 내주면과 회전축(22)의 간극이 회전 테이블(2)의 하면의 중심부 부근에서 좁아져 있다. 이들 좁은 공간은, 상기 케이스체(20) 내에 연통되어 있다. 그리고 상기 케이스체(20)에는, 퍼지 가스로서 사용되는 N₂ 가스를 상기 좁은 공간 내에 공급하여 퍼지하기 위한 퍼지 가스 공급관(72)이 설치되어 있다. 또한, 진공 용기(1)의 저면부(14)에는, 히터 유닛(7)의 하방측 위치에서 주위 방향의 복수 부위에, 히터 유닛(7)의 배치 공간을 퍼지하기 위한 퍼지 가스 공급관(73)이 설치되어 있다.

[0043] 이와 같이, 퍼지 가스 공급관(72, 73)을 설치함으로써, 케이스체(20) 내로부터 히터 유닛(7)의 배치 공간에 이르기까지의 공간이 N₂ 가스로 퍼지되고, 이 퍼지 가스가 회전 테이블(2)과 커버 부재(71) 사이의 간극으로부터 배기 영역 E를 통해 배기구(61, 62)에 배기된다. 이에 의해, 상술한 제1 처리 영역(91)과 제2 처리 영역(92) 중 한쪽으로부터 회전 테이블(2)의 하방을 통해 다른 쪽으로 TiCl₄ 가스 혹은 NH₃ 가스의 유입이 방지되므로, 이 퍼지 가스는 분리 가스의 역할도 할 수 있다.

[0044] 또한, 진공 용기(1)의 천장판(11)의 중심부에는 분리 가스 공급관(51)이 접속되어 있어, 천장판(11)과 코어부(21) 사이의 공간(52)에 분리 가스로서 사용되는 N₂ 가스를 공급하도록 구성되어 있다. 이 공간(52)에 공급된 분리 가스는, 상기 돌출부(5)와 회전 테이블(2)의 좁은 간극(50)을 통해 회전 테이블(2)의 기관 적재 영역측의 표면을 따라 주연을 향해 토출된다. 이 돌출부(5)로 둘러싸이는 공간에는, 분리 가스가 채워지므로, 제1 처리 영역(91)과 제2 처리 영역(92) 사이에서 회전 테이블(2)의 중심부를 통해 반응 가스(TiCl₄ 가스 및 NH₃ 가스)가 혼합되는 것을 방지할 수 있다.

[0045] 또한, 진공 용기(1)의 측벽에는, 도 2 및 도 3에 도시하는 바와 같이, 외부의 반송 아암(10)과 회전 테이블(2) 사이에서 웨이퍼(W)의 전달을 행하기 위한 반송구(15)가 형성되어 있다. 이 반송구(15)는, 도시하지 않은 게이트 밸브에 의해 개폐 가능하다. 또한, 회전 테이블(2)에 있어서의 기관 적재 영역을 형성하는 오목부(24)는, 이 반송구(15)에 면하는 위치에서 반송 아암(10)과의 사이에서 웨이퍼(W)의 전달이 행해지므로, 회전 테이블(2)의 하방측에 있어서 당해 전달 위치에 대응하는 부위에, 오목부(24)를 관통하여 웨이퍼(W)를 이면으로부터 들어 올리기 위한 전달용 승강 핀(16)의 승강 기구(도시하지 않음)가 설치된다.

[0046] 또한, 이 성막 장치는 상술한 도 1에 도시하는 바와 같이, 장치 전체의 동작의 컨트롤을 행하기 위한 컴퓨터로 형성 가능한 제어부(100)를 구비하고 있다. 제어부(100)는 CPU 등의 프로세서(100A)와, 메모리 등의 기억부(100B)를 갖는다. 기억부(100B)는, CPU가 실행하는 처리 프로그램 및 레시피 등의 각종 데이터를 저장하고, CPU가 처리 프로그램의 연산을 실행할 때에 사용하는 워크 메모리를 형성해도 좋다. 워크 메모리는, 기억부(100B)와는 별개의 메모리 등으로 형성해도 좋다. 이 기억부(100B)에는 웨이퍼(W)에 대해 행하는 처리의 종별마다, 웨이퍼(W)의 가열 온도, 각 반응 가스의 유량, 진공 용기(1) 내의 처리 압력 및 회전 테이블(2)의 회전수 등의 레시피(처리 조건, 처리 파라미터 등)가 기억되어 있다. 웨이퍼(W)에 대해 반응 가스를 공급하여 박막의 성막 처리를 행할 때에는, 회전 테이블(2)의 회전수는, 박막을 빠르게 성막하는 동시에, 후술하는 실시예에 나타내는 바와 같이 박막의 표면 모폴로지를 양호하게 하기(즉, 표면의 먼 상태를 평활하게 하기) 위해, 기억부

(100B)에 기억된 레시피에 기초하여 예를 들어 100rpm 내지 240rpm으로 설정된다. 상기 처리 프로그램은, 하드 디스크, 콤팩트 디스크, 광자기 디스크, 메모리 카드, 가요성 디스크, 반도체 기억 장치 등의 유형의(tangible) 컴퓨터 판독 가능한 기억 매체(85)로부터 제어부(100) 내의 기억부(100B)에 인스톨되어도 좋다. 물론, 제어부(100) 내의 기억부(100B) 자체가 처리 프로그램이 저장된 컴퓨터 판독 가능한 기억 매체를 형성해도 좋다.

[0047] 제어부(100)에는, 작업자가 데이터나 지시를 입력하기 위한 조작 패널 등의 입력 장치(도시하지 않음), 작업자에의 메시지, 조작 메뉴나 성막 장치의 상태 등의 상태를 표시하는 표시 장치(도시하지 않음) 등이 접속 가능하다. 입력 장치 및 표시 장치는, 터치 패널과 같은 사용자 인터페이스부에 일체적으로 설치되어 있어도 좋다.

[0048] 필요에 따라서, 사용자 인터페이스부로부터의 지시 등에 의해 임의의 레시피 및 처리 프로그램을 기억부(100B)로부터 불러내어 처리 프로그램을 CPU에 실행시킴으로써, 제어부(100)의 제어하에서, 성막 장치에 원하는 기능을 실행시켜 원하는 처리를 행하게 한다. 즉, 처리 프로그램은, 컴퓨터에 성막 장치의 성막 처리에 관한 기능을 실현시키거나, 컴퓨터에 성막 장치의 성막 처리에 관한 수순을 실행시키거나, 컴퓨터를 성막 장치의 성막 처리를 실행하는 수단으로서 기능시키도록 성막 장치를 제어하는 것이다. 또한, 적어도 프로그램은, 유형의(tangible) 컴퓨터 판독 가능한 기억 매체에 저장된 상태인 것을 제어부(100)에 인스톨하여 이용하거나, 혹은 제어부(100)의 외부의 장치(도시하지 않음)로부터, 예를 들어 전용 회선을 통해 수시 전송시켜 온라인으로 이용하는 것도 가능하다.

[0049] 다음에, 상술한 제1 실시 형태에 있어서의 성막 장치의 동작에 대해, 도 7 및 도 8을 참조하여 설명한다. 우선, 도시하지 않은 게이트 밸브를 개방하여, 외부로부터 반송 아암(10)에 의해 반송구(15)를 통해 웨이퍼(W)를 회전 테이블(2)의 오목부(24) 내로 전달한다. 이 전달은, 오목부(24)가 반송구(15)에 면하는 위치에 정지하였을 때에, 오목부(24)의 저면의 관통 구멍을 통해 진공 용기(1)의 저부측으로부터 승강 핀(16)이 승강함으로써 행해진다. 이러한 웨이퍼(W)의 전달을 회전 테이블(2)을 간헐적으로 회전시켜 행하고, 회전 테이블(2)의 예를 들어 5개의 오목부(24) 내에 각각 웨이퍼(W)를 적재한다. 계속해서, 게이트 밸브를 폐쇄하여 압력 조정 수단(65)의 개방도를 완전 개방으로 하여 진공 용기(1) 내를 진공 상태로 하여, 회전 테이블(2)을 예를 들어 100rpm으로 시계 방향으로 회전시키는 동시에, 히터 유닛(7)에 의해 웨이퍼(W)[즉, 회전 테이블(2)]를 TiN(티탄나이트라이드, 질화티탄)이 결정화되는 온도, 예를 들어 250℃ 이상의 온도로, 이 예에서는 400℃로 가열한다.

[0050] 계속해서, 진공 용기(1) 내의 압력치가 소정의 값, 예를 들어 1066.4Pa(8Torr)로 되도록 압력 조정 수단(65)의 개방도를 조정한다. 또한, 제1 반응 가스 노즐(31)로부터 예를 들어 100sccm으로 TiCl₄ 가스를 공급하는 동시에, 제2 반응 가스 노즐(32)로부터 예를 들어 5000sccm으로 NH₃ 가스를 공급한다. 또한, 분리 가스 노즐(41, 42)로부터 모두 10000sccm으로 N₂ 가스를 공급하는 동시에, 분리 가스 공급관(51) 및 퍼지 가스 공급관(72, 73)으로부터도 소정의 유량으로 N₂ 가스를 진공 용기(1) 내에 공급한다.

[0051] 그리고 회전 테이블(2)의 회전에 의해, 웨이퍼(W)가 제1 처리 영역(91)을 통과하면, 도 7a에 도시하는 바와 같이, 당해 웨이퍼(W)의 표면에는 TiCl₄ 가스가 흡착된다. 이때, 회전 테이블(2)을 상술한 바와 같이 고속으로 회전시키는 동시에 반응 가스의 유량이나 처리 압력을 상술한 바와 같이 설정하고 있으므로, 웨이퍼(W) 상의 TiCl₄의 흡착막(151)의 막 두께 t1은, TiCl₄ 가스의 흡착량이 포화될 때까지, 예를 들어 웨이퍼(W)를 TiCl₄ 가스의 분위기 중에 정지하였을 때의 포화 막 두께 t0보다도 얇아진다. 이와 같이 TiCl₄ 가스의 흡착막 두께 t1을 포화 막 두께 t0보다도 얇게 형성하는 데 있어서, 상술한 바와 같이 회전 테이블(2)의 회전 중심으로부터 외주측을 향해 회전 테이블(2)과 수평하게 제1 반응 가스 노즐(31)을 웨이퍼(W)에 근접시켜 설치하는 동시에, 토출구멍(33)을 당해 가스 노즐(31)의 길이 방향에 걸쳐 등간격으로 형성하고 있고, 또한 각 처리 영역(91, 92) 사이에 분리 영역 D를 각각 설치하여 진공 용기(1) 내에 있어서의 가스류의 안정화를 도모하고 있으므로, TiCl₄ 가스가 웨이퍼(W) 상에 균일하게 공급되어, 흡착막(151)의 막 두께가 웨이퍼(W)의 면내에 걸쳐 균일해진다.

[0052] 계속해서, 이 웨이퍼(W)가 제2 처리 영역(92)을 통과하면, 도 7b에 도시하는 바와 같이, 웨이퍼(W)의 표면의 흡착막(151)이 질화되어 TiN막(152)의 분자층이 1층 혹은 복수층 생성된다. 이 TiN막(152)은, 결정화에 수반되는 원자나 분자의 마이그레이션(이동)에 의해, 그레인 사이즈가 커지려고 한다(즉, 입성장하려고 함). 이 입성장이 진행됨에 따라, TiN막(152)의 표면 모폴로지가 악화되어(즉, 표면 상태가 거칠어져) 가게 된다. 그러나 상술한 바와 같이 회전 테이블(2)을 고속으로 회전시키고 있으므로, 표면에 TiN막(152)이 형성된 웨이퍼(W)는, 그 후 제1 처리 영역(91)을 즉시 통과하여, 계속해서 제2 처리 영역(92)에 신속하게 도달한다. 즉, 웨이퍼(W)의 표면으로의 TiCl₄ 가스의 흡착과, 이 TiCl₄ 가스의 질화 처리를 포함하는 처리의 사이클간의 시간[즉, TiN막

(152)의 결정화가 진행되는 시간]이 극히 짧게 설정되어 있다고 할 수 있다. 그로 인해, 도 7c 및 도 7d에 도시하는 바와 같이, 하층층의 TiN막(152)의 결정화가 진행되기 전에 상층층에 TiN막(153)이 적층됨으로써, 하층층의 TiN막(152)에 있어서의 원자나 분자의 이동이 상층층의 반응 생성물인 TiN막(153)에 의해 저해되어, 말하자면 하층층의 TiN막(152)의 표면 상태(구체적으로는, 입성장)가 상층층의 TiN막(153)에 의해 규제되어 있게 된다. 또한, 흡착막(151)의 막 두께 t1이 상술한 바와 같이 얇게 형성되어 있으므로, TiN막(152)에 있어서 TiN 입자의 결정화가 일어났다고 해도, 성장 후의 그레인 사이즈(즉, 표면 모폴로지의 악화의 정도)가 작게 억제된다. 따라서, 이 하층층의 TiN막(152)은, 후술하는 실시예에서 설명하는 바와 같이, CVD(Chemical Vapor Deposition)법이나 사이클간의 시간이 긴 종래의 ALD(Atomic Layer Deposition)법 등에 의해 성막한 경우와 비교하여, 그레인 사이즈가 극히 작고, 또한 표면 상태가 평활해진다.

[0053] 또한, 상층층의 TiN막(153)은, 계속해서 신속하게 웨이퍼(W)가 처리 영역(91, 92)을 통과하므로, 마찬가지로 또한 상층층에 형성되는 TiN막에 의해 원자나 분자의 이동이 규제되게 된다. 이와 같이 하여 웨이퍼(W)가 제1 처리 영역(91)과 제2 처리 영역(92)을 이 순서로 교대로 복수회 통과함으로써, 상술한 그레인 사이즈가 극히 작고 표면이 평활한 반응 생성물이 순차 적층되어 TiN막의 박막이 형성된다. 이 박막은, 상술한 바와 같이 회전 테이블(2)을 고속으로 회전시키고 있으므로, 예를 들어 종래의 ALD법보다도 빠르게 성막된다. 이때의 성막 속도는, 각 반응 가스의 공급량이나 진공 용기(1) 내의 처리 압력 등에 따라서 변화되지만, 일례를 들면 예를 들어 5.47nm/min 정도로 된다.

[0054] 이때, 분리 영역 D에 있어서 N₂ 가스를 공급하고, 또한 중심부 영역 C에 있어서도 분리 가스인 N₂ 가스를 공급하고 있으므로, 상술한 바와 같이 회전 테이블(2)을 고속으로 회전시키고 있는 경우라도, 도 8에 가스의 흐름을 화살표로 나타내는 바와 같이, TiCl₄ 가스와 NH₃ 가스가 혼합되지 않도록 각 가스가 배기되게 된다. 또한, 분리 영역 D에 있어서는, 굴곡부(46)와 회전 테이블(2)의 외측 단부면 사이의 간극이 상술한 바와 같이 좁아져 있으므로, TiCl₄ 가스와 NH₃ 가스는 회전 테이블(2)의 외측을 통해서도 혼합되지 않는다. 따라서, 제1 처리 영역(91)의 분위기와 제2 처리 영역(92)의 분위기가 완전히 분리되어, TiCl₄ 가스는 배기구(61)로, 또한 NH₃ 가스는 배기구(62)로 각각 배기된다. 이 결과, TiCl₄ 가스 및 NH₃ 가스가 분위기 중에 있어서도 웨이퍼(W) 상에 있어서도 혼합되는 일이 없다. 또한, 회전 테이블(2)의 하방측을 N₂ 가스에 의해 퍼지하고 있으므로, 배기 영역 E에 유입된 가스가 회전 테이블(2)의 하방측을 빠져나가, 예를 들어 TiCl₄ 가스가 NH₃ 가스의 공급 영역으로 흘러 들어가는 일도 없다. 이와 같이 하여 성막 처리가 종료되면, 가스의 공급을 정지하여 진공 용기(1) 내를 진공 배기하고, 그 후 회전 테이블(2)의 회전을 정지하여 각 웨이퍼(W)를 웨이퍼(W)의 반입시와 반대의 동작에 의해 순차 반송 아암(10)에 의해 진공 용기(1) 밖으로 반출한다.

[0055] 여기서, 처리 파라미터의 일례에 대해 기재해 두면, 진공 용기(1)의 중심부의 분리 가스 공급관(51)으로부터의 N₂ 가스의 유량은 예를 들어 5000sccm이다. 또한, 1매의 웨이퍼(W)에 대한 반응 가스 공급의 사이클수, 즉, 웨이퍼(W)가 처리 영역(91, 92) 각각을 통과하는 횟수는 목표 막 두께에 따라서 바뀌지만 다수회이며, 예를 들어 600회이다.

[0056] 상술한 실시 형태에 따르면, 진공 용기(1) 내의 회전 테이블(2) 상에 웨이퍼(W)를 적재하여, 이 웨이퍼(W)에 대해 반응 가스를 공급하여 진공 분위기하에 있어서 티타나이트라이드막의 성막을 행하는 데 있어서, 박막의 성막 처리를 행할 때에, 회전 테이블(2)과 각 가스 노즐(31, 32, 41, 42)을 100rpm 이상으로 상대적으로 진공 용기(1)의 주위 방향으로 회전시키도록 하고 있다. 그로 인해, 반응 가스의 공급 사이클(또는, 반응 생성물의 성막 사이클)을 고속으로 행할 수 있으므로, 박막을 빠르게 형성할 수 있어, 처리량을 높일 수 있다. 또한, 반응 가스의 공급 사이클간의 시간이 극히 짧으므로, 기판의 표면에 생성된 반응 생성물의 결정화에 의한 입자 직경의 조대화가 진행되기 전에 다음 반응 생성물의 층을 상층층에 적층하여, 말하자면 상층층의 반응 생성물에 의해 하층층의 반응 생성물에 있어서의 원자나 분자의 마이그레이션(이동)을 규제할 수 있으므로, 결과적으로 표면 형상을 악화시키는 마이그레이션을 억제할 수 있다. 따라서, 종래의 CVD법이나 사이클간의 시간이 긴 ALD법에 의해 성막한 박막보다도, 표면 형상이 평활한 박막을 얻을 수 있다.

[0057] 그로 인해, 이 TiN막을 차세대 캐패시터 전극, 예를 들어 ZrO(산화지르코늄), TiO(산화티탄), TaO(산화탄탈) 등의 배리어막으로서 사용한 경우에는, 당해 전극에 있어서의 전하의 집중을 억제하여, 양호한 전기적 특성을 얻을 수 있다. 또한, 반도체 장치의 다층 구조에 있어서, 상층층의 배선층과 하층층의 배선층 사이의 층간 절연막에 이들 배선층끼리를 접속하는 알루미늄 등의 금속층을 매립하기 위한 콘택트 홀 등의 오목부에, 층간 절연막에의 금속층의 확산을 방지하기 위한 배리어막으로서 이 TiN막을 사용할 때에는, 이 콘택트 홀의 어스펙트비

가 50 정도까지 큰 경우라도, 마찬가지로 표면이 평활하고 피복성이 높은 박막을 빠르게 얻을 수 있다.

- [0058] 또한, 웨이퍼(W) 상에 흡착시키는 흡착막(151)의 막 두께 t1에 대해, 포화 막 두께 t0보다도 얇게 하고 있으므로, TiN 입자의 결정화가 일어났다고 해도 성장하는 그레이의 사이즈를 극히 작게 억제할 수 있다. 즉, 본 실시 형태에서는, 회전 테이블(2)을 고속으로 회전시킴으로써, 흡착막(151)의 막 두께 t1을 얇게(그레이 사이즈를 작게) 제어하고 있다고 할 수 있다.
- [0059] 한편, 회전 테이블(2)의 회전수를 저속, 예를 들어 30rpm 이하로 설정하여 TiN막(152)의 성막 처리를 행한 경우에는, 도 9a에 도시하는 바와 같이, 예를 들어 흡착막(151)의 막 두께 t2가 거의 포화 막 두께 t0과 동등해져 박막의 표면 모폴로지가 악화되게 된다. 즉, 도 9b에 도시하는 바와 같이, 이 흡착막(151)이 형성된 웨이퍼(W)에 대해 NH₃ 가스를 공급하여 TiN막(152)이 생성되면, TiCl₄의 흡착막(151)의 형성과 이 흡착막(151)의 질화로 이루어지는 처리 사이클간의 시간이 길게 취해지게 되므로, 도 9c에 도시하는 바와 같이, TiN막(152)의 상층에 다음 TiN막(153)이 형성될 때까지의 동안에, 당해 TiN막(152) 중에 있어서 TiN 입자의 결정화가 진행됨으로써 원자나 분자의 마이그레이션(이동)이 일어나, 표면 모폴로지가 악화되어 버린다. 이때, 흡착막(151)의 막 두께 t2가 상술한 막 두께 t1보다도 두껍게 되어 있으므로, 결정화에 의해 성장하는 입자의 사이즈(표면 상태의 악화)도 이 막 두께 t2에 따라서 커지는 경우가 있다.
- [0060] 그로 인해, 이 표면 상태가 거친 TiN막(152)의 표면에 TiCl₄ 가스가 공급되면, 도 9d에 도시하는 바와 같이, 상층층의 흡착막(151)은 하층층의 TiN막(152)의 표면을 따라 형성되므로, 당해 흡착막(151)의 표면에 대해서도 TiN막(152)과 마찬가지로 거친 상태로 된다. 그 후, 이 상층층의 흡착막(151)에 NH₃ 가스가 공급되면, 마찬가지로 상층층의 TiN막(153)에 대해서도 결정화가 진행되므로, 표면이 한층 더 거칠게 되어 버린다. 이와 같이 하여 순차 적층하는 TiN막의 각각에 대해 결정화가 진행됨으로써, 얻어지는 박막의 표면은 극히 요철이 큰 상태로 되어 버린다. 따라서, 회전 테이블(2)의 회전수를 이와 같이 저속으로 설정하여 성막 처리를 행한 경우에는, 표면 모폴로지를 제어하는 것은 극히 곤란하다. 또한, 회전 테이블(2)의 회전수를 느리게 설정하면, 성막 속도에 대해서도 느려져 버린다.
- [0061] 이상의 점에서, 본 실시 형태에서는, 회전 테이블(2)의 회전수를 고속으로 설정하여 TiN막의 성막을 행함으로써, 표면 모폴로지가 양호한 TiN막을 빠르게 성막할 수 있는 것을 알 수 있다. 여기서, 본 실시 형태에 있어서의 성막 장치에서는, 회전 테이블(2) 상의 웨이퍼(W)에 대향시켜 각 반응 가스 노즐(31, 32)을 설치하고 있으므로, 예를 들어 반응 가스의 유량을 많게 함으로써, 혹은 처리 압력을 높게 설정함으로써, 웨이퍼(W) 상에 흡착되는 반응 가스의 흡착량이 포화되도록 해도 좋다. 이 경우에 있어서도, 회전 테이블(2)을 고속으로 회전시키고 있으므로, TiN막(152)의 결정화가 진행되기 전에 계속되는 상층층의 TiN막(153)을 성막할 수 있어, 양호한 표면 모폴로지의 박막을 얻을 수 있다. 또한, 각 반응 사이클에 있어서의 막 두께를 벌 수 있으므로, 처리량을 더욱 높일 수 있다. 이와 같이, 반응 가스의 공급량을 증가시키거나 처리 압력을 높인 경우라도, 각 반응 가스는 마찬가지로 개별적으로 배기된다.
- [0062] 상술한 제1 반응 가스로서는, 상술한 예 외에, Ti를 포함하는 가스, 예를 들어 TDMAT(테트라키스디메틸아미노티탄) 가스 등을 사용해도 좋고, 제2 반응 가스로서는 NH₃ 가스를 라디칼화시켜 사용해도 좋다. 또한, 회전 테이블(2)의 회전수로서는, 지나치게 높으면 예를 들어 박막의 피복성이 낮아지므로, 예를 들어 240rpm 이하라도 좋다. 즉, 후술하는 실시예에 있어서 TiN막을 성막하는 실험을 행하였을 때에는, 회전 테이블(2)의 회전수가 240rpm에서도 양호한 피복성으로 되어 있었으므로, 적어도 240rpm 이하이면 양호한 피복성이 얻어진다고 할 수 있다.
- [0063] [제2 실시 형태]
- [0064] 상기 제1 실시 형태에서는, TiCl₄ 가스의 흡착막(151)의 형성과, 이 흡착막(151)의 질화에 의한 TiN막(152)의 형성을 포함하는 성막 사이클을 복수회 반복하여 박막을 성막하도록 하였지만, 예를 들어 TiN막(152)에 불순물이 포함되어 있는 경우 등에는, 성막 사이클의 사이에 TiN막(152)에 대해 플라즈마 처리를 행하도록 해도 좋다. 이와 같이 플라즈마 처리를 행하는 경우의 성막 장치의 일례에 대해, 제2 실시 형태로서 도 10 내지 도 12를 참조하여 이하에 설명한다. 도 10 내지 도 12 중, 도 1 내지 도 6과 동일 부분에는 동일한 부호를 붙이고, 그 설명은 생략한다.
- [0065] 이 예에서는, 도 10에 도시하는 바와 같이, 예를 들어 반응구(15)보다도 회전 테이블(2)의 회전 방향(R)의 상류측에 상술한 제2 반응 가스 노즐(32)이 설치되어 있다. 또한, 제2 반응 가스 노즐(32)과 당해 제2 반응 가스

노즐(32)에 있어서의 회전 테이블(2)의 회전 방향(R)의 하류측의 분리 영역 D 사이에는, 웨이퍼(W)에 대해 플라즈마 처리를 행하기 위한 활성화 가스 인젝터(220)가 설치되어 있다. 이 활성화 가스 인젝터(220)는, 회전 테이블(2)의 외주측으로부터 회전 중심측을 향해 당해 회전 테이블(2)에 대해 수평하게 신장되는 가스 도입 노즐(34) 및 한 쌍의 시스관(도시하지 않음)과, 이들 가스 도입 노즐(34) 및 한 쌍의 시스관이 배치되는 영역을 길이 방향에 걸쳐 상방측으로부터 덮도록 설치되고, 상술한 노즐 커버(120)와 마찬가지로 구성된 예를 들어 석영으로 이루어지는 커버체(221)를 구비하고 있다. 도 11 중 부호 222는, 상술한 정류 부재(121)와 동일한 치수로 설정된 기류 규제면(222)이고, 도 12 중 부호 223은, 진공 용기(1)의 천장판(11)으로부터 커버체(221)를 현수하기 위해 당해 커버체(221)의 길이 방향을 따라 설치된 지지체이다. 또한, 도 10 중 부호 37은, 시스관의 기단부[즉, 진공 용기(1)의 내벽측]에 접속된 보호판이다.

[0066] 진공 용기(1)의 외부에는, 도 10에 도시하는 고주파 전원(180)이 설치되어 있고, 정합기(181)를 통해 시스관 내에 매설된 도시하지 않은 전극에 대해 예를 들어 13.56MHz, 예를 들어 1500W 이하의 고주파 전력을 공급할 수 있도록 구성되어 있다. 가스 도입 노즐(34)은, 측방측에 길이 방향을 따라 복수 개소에 형성된 가스 구멍(341)을 통해, 플라즈마 발생용 처리 가스, 예를 들어 NH₃ 가스 및 H₂ 가스 중 적어도 한쪽이 진공 용기(1)의 외부로부터 시스관을 향해 수평하게 토출되도록 구성되어 있다.

[0067] 이 제2 실시 형태에 있어서 성막 처리를 행하는 경우에는, 각 가스 노즐(31, 32, 41, 42)로부터 각 가스를 진공 용기(1) 내에 공급하는 동시에, 가스 도입 노즐(34)로부터 플라즈마 생성용 처리 가스, 예를 들어 NH₃ 가스를 소정의 유량, 예를 들어 5000sccm으로 진공 용기(1)에 공급한다. 또한, 도시하지 않은 고주파 전원으로부터 상기 전극에 대해 소정의 값의 전력, 예를 들어 400W의 고주파를 공급한다.

[0068] 활성화 가스 인젝터(220)에서는, 가스 도입 노즐(34)로부터 상기 시스관을 향해 토출된 NH₃ 가스는, 이들 시스관 사이에 공급되는 고주파에 의해 활성화되어 이온 등의 활성종이 되고, 이 활성종(플라즈마)이 하방을 향해 토출된다. 도 13a 및 도 13b에 도시하는 바와 같이, 표면에 흡착막(151)이 형성되고, 계속해서 이 흡착막(151)이 질화되어 TiN막(152)의 성막된 웨이퍼(W)는, 활성화 가스 인젝터(220)의 하방 영역에 도달하면, 도 13c에 도시하는 바와 같이 플라즈마에 노출되어, 예를 들어 표면의 TiN막(152)에 Cl(염소) 등의 불순물이 포함되어 있는 경우에는, 이 불순물이 막 중으로부터 배출되어 간다. 그리고 상술한 제1 실시 형태와 마찬가지로, 도 13d에 도시하는 바와 같이, 그 후 당해 TiN막(152)의 상층측에 다음의 TiN막(153)이 빠르게 적층되어, 하층측의 TiN막(152)에 있어서의 원자나 분자의 이동이 규제된다. 이와 같이 하여 흡착막(151)의 생성과, 이 흡착막(151)의 질화에 의한 TiN막(152)의 생성과, 플라즈마에 의한 불순물의 저장(또는, 제거)을 이 순서로 복수회 반복함으로써, 불순물이 매우 적고, 또한 표면이 평활한 박막이 빠르게 성막된다.

[0069] 이 제2 실시 형태에 따르면, 상술한 제1 실시 형태의 효과에 더하여, 이하의 효과가 있다. 즉, 웨이퍼(W)에 대해 플라즈마 처리를 행함으로써 박막 중의 불순물의 양을 저감할 수 있으므로, 전기적 특성을 향상시킬 수 있다. 또한, 진공 용기(1)의 내부에 있어서 성막 사이클을 행할 때마다 개질 처리를 행하고 있으므로, 말하자면 회전 테이블(2)의 주위 방향에 있어서 웨이퍼(W)가 각 처리 영역(91, 92)을 통과하는 경로의 도중에 있어서 성막 처리에 간섭하지 않도록 개질 처리를 행하고 있으므로, 예를 들어 박막의 성막이 완료된 후에 개질 처리를 행하는 것보다도 단시간에 개질 처리를 행할 수 있다.

[0070] 또한, 상술한 예에 있어서는, 가스 공급계[즉, 노즐(31, 32, 41, 42)]에 대해 회전 테이블(2)을 회전시키도록 하였지만, 회전 테이블(2)에 대해 가스 공급계를 주위 방향으로 회전시키는 구성으로 해도 좋다.

[0071] 계속해서, 상기 실시 형태에 있어서의 성막 장치 및 성막 방법의 효과를 확인하기 위해 행한 실험에 대해 설명한다.

[0072] (제1 실험예)

[0073] 우선, 회전 테이블(2)의 회전수를 이하에 나타내는 바와 같이 다양하게 바꾸어 TiN막의 성막을 행하고, 얻어진 TiN막의 표면을 SEM(전자 현미경)을 사용하여 관찰하였다. 또한, 그 밖의 성막 조건, 예를 들어 반응 가스의 공급량이나 처리 압력 등에 대해서는, 각 실험예에 있어서 동일 조건으로 하였으므로 설명을 생략한다. 또한, 웨이퍼(W)의 가열 온도로서는 250℃ 이상, 예를 들어 400℃로 하였다.

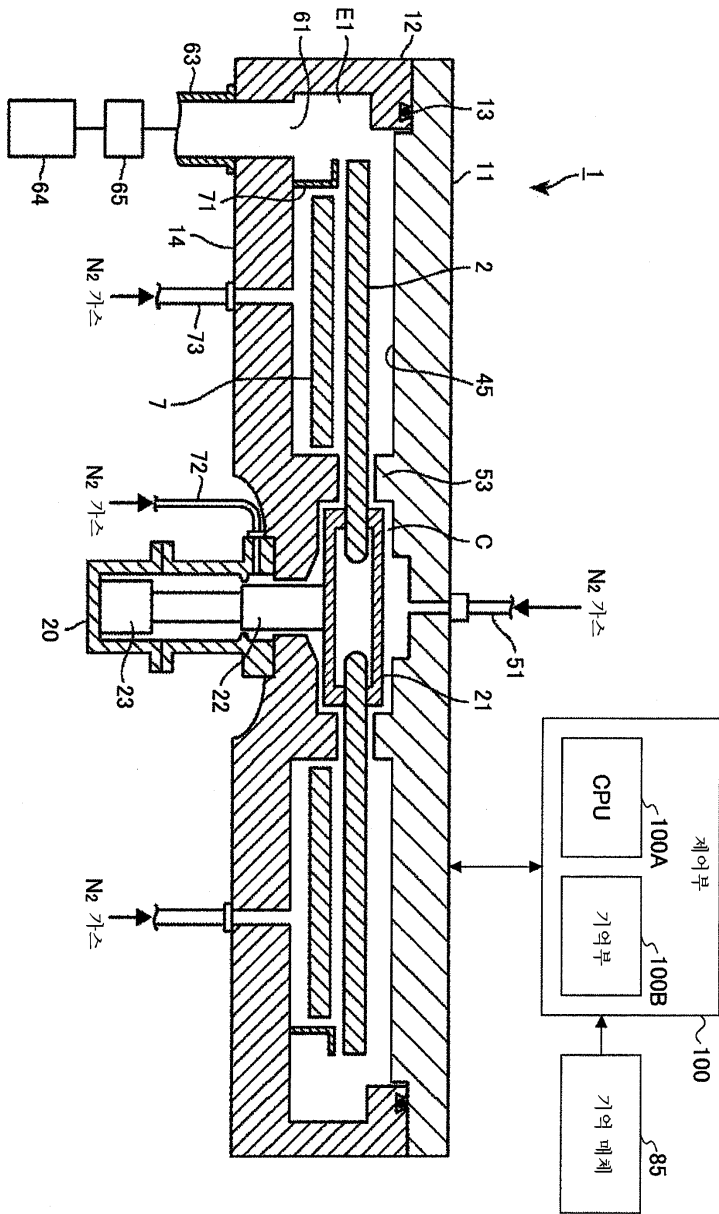
[0074] [회전 테이블(2)의 회전수 : rpm]

[0075] 제1 비교예 : 30

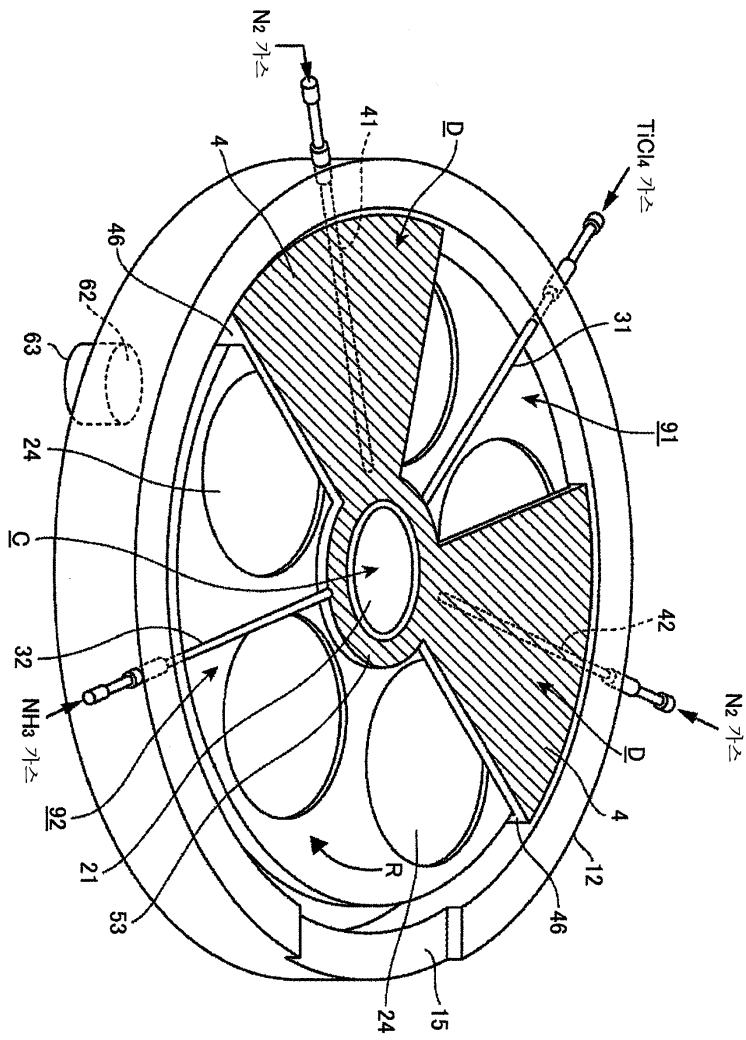
- [0076] 제1 실시예 : 100 또는 240
- [0077] (실험 결과)
- [0078] 도 14a 내지 도 14c에 얻어진 실험 결과의 SEM 사진으로 나타내는 바와 같이, 제1 비교예에서는 도 14a에 도시하는 바와 같이 표면 상태가 거칠어, 종래의 CVD법이나 SFD법을 사용하여 성막한 면 상태에 가까워지는 것이 확인되었다. 상술한 바와 같이, TiN은 250℃ 이상에서 결정화되므로, 이 실험에 있어서의 가열 온도에 있어서 특히 TiN 입자의 결정화를 방해하지 않는 경우에는, 이와 같이 TiN 입자의 결정화에 기인하는 요철이 막 표면에 나타난다고 생각된다.
- [0079] 한편, 제1 실시예에 나타내는 바와 같이, 회전 테이블(2)의 회전수를 높게 하여 100rpm으로 한 경우에는, 도 14b에 도시하는 바와 같이 TiN막의 표면 모폴로지가 향상되고, 또한 240rpm으로 한 경우에는, 도 14c에 도시하는 바와 같이 극히 표면이 평활해지는 것이 확인되었다. 따라서, 회전 테이블(2)을 고속으로 회전시킴으로써, 상술과 같이 성막 사이클간의 시간이 짧아져, 상층층의 TiN막에 의해 하층층의 TiN막의 결정화를 억제할 수 있는 것이 확인되었다.
- [0080] (제2 실험예)
- [0081] 계속해서, 제1 실험예와 동일 조건으로 성막한 각 샘플에 대해, AFM(원자간력 현미경)을 사용하여 TiN막의 표면 거칠기를 측정하였다. 또한, 측정 길이로서는 10nm로 하였다.
- [0082] 그 결과, 도 15에 도시하는 바와 같이, 회전 테이블(2)의 회전수가 30rpm인 경우에는 표면 거칠기가 2nm 정도로 되고, 100rpm 이상에서는 0.5nm 정도의 작은 값으로 되는 것이 확인되었다.
- [0083] 상기 실시 형태의 각 예에서는, 진공 용기 내에서 Ti를 포함하는 제1 반응 가스와 N을 포함하는 제2 반응 가스에 의해 기판의 표면에 티탄나이트라이드막을 형성하는 데 있어서, 기판을 적재하기 위한 테이블과, 상기 2종류의 반응 가스를 테이블 상의 기판에 각각 공급하기 위한 제1 반응 가스 공급 수단 및 제2 반응 가스 공급 수단을 진공 용기의 주위 방향으로 상대적으로 100rpm 이상으로 회전시켜 양 반응 가스를 교대로 공급하고 있다. 그로 인해, 상기 양 반응 가스의 공급 사이클을 고속으로 행할 수 있어, 티탄나이트라이드막을 빠르게 성막할 수 있다. 또한, 양 반응 가스의 공급 사이클간의 시간을 극히 짧게 할 수 있으므로, 기판의 표면에 생성된 반응 생성물의 결정화에 의한 입자 직경의 조대화가 진행되기 전에 다음의 반응 생성물의 층을 상층층에 적층하여, 말하자면 상층층의 반응 생성물에 의해 하층층의 반응 생성물에 있어서의 원자나 분자의 마이그레이션(이동)을 규제할 수 있다. 이 결과, 표면 모폴로지가 양호한(표면 형상이 평활한) 티탄나이트라이드막을 얻을 수 있다.
- [0084] 이상, 본 발명의 바람직한 실시 형태에 대해 서술하였지만, 본 발명은 이러한 특정한 실시 형태에 한정되는 것은 아니며, 특허청구범위 내에 기재된 본 발명의 요지의 범위 내에 있어서, 다양한 변형·변경이 가능하다.

도면

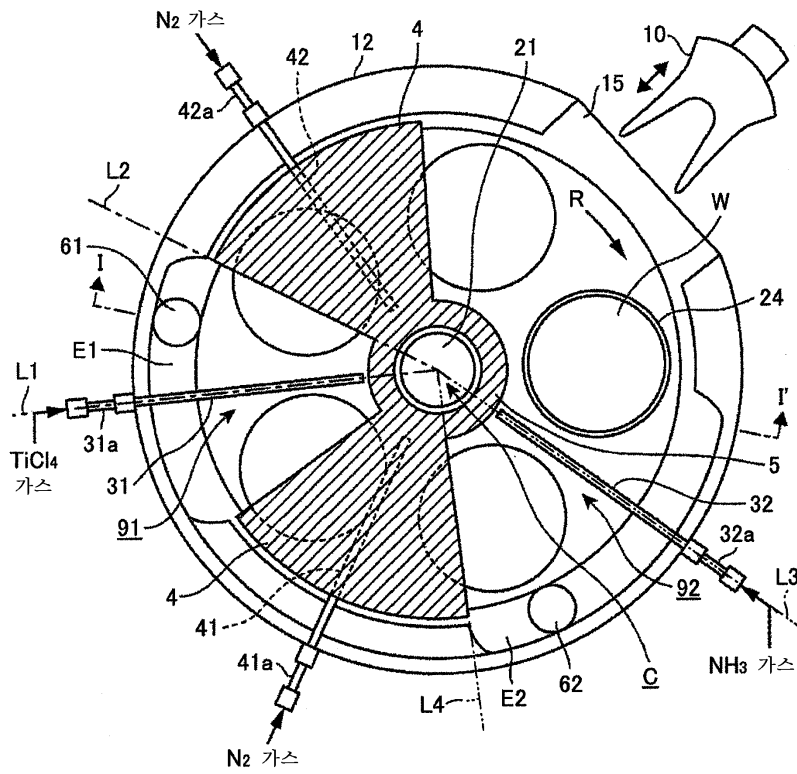
도면1



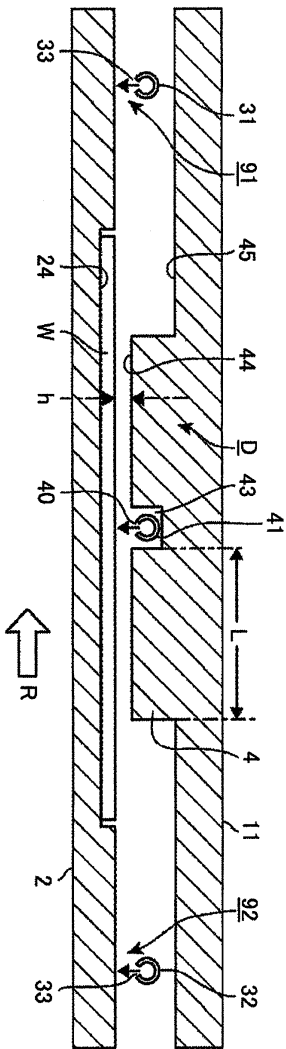
도면2



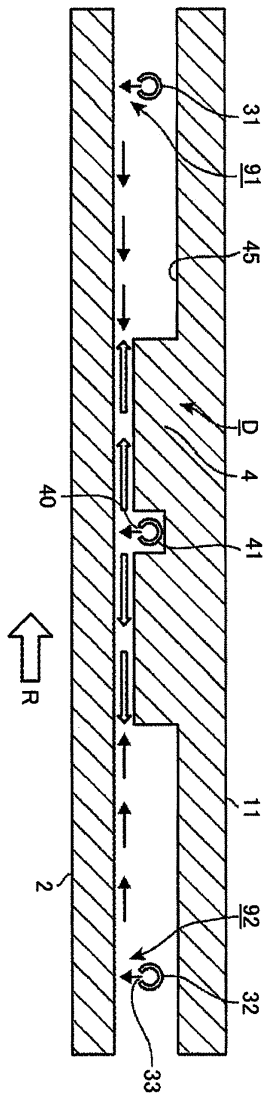
도면3



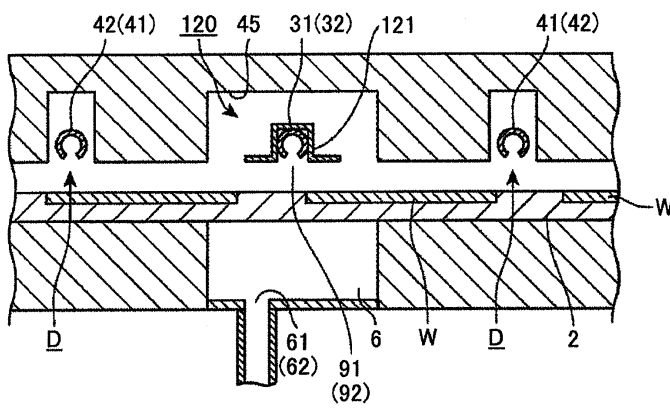
도면4a



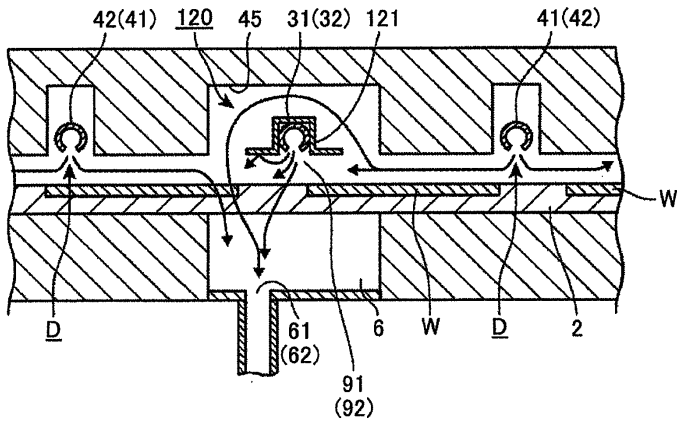
도면4b



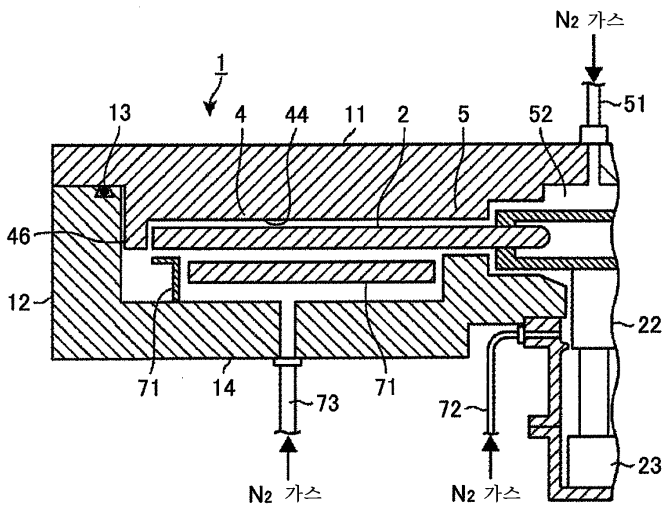
도면5a



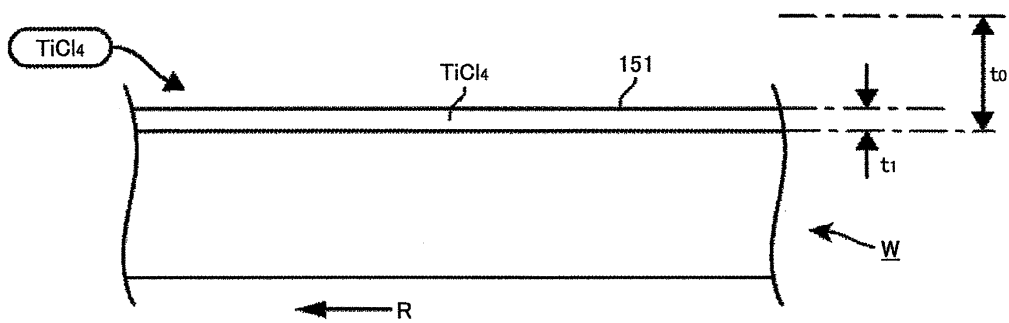
도면5b



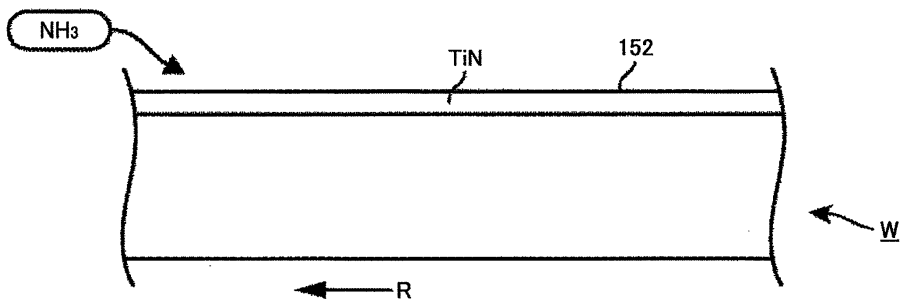
도면6



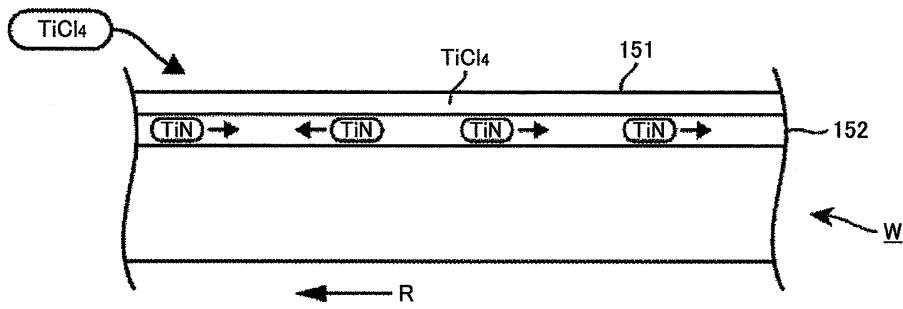
도면7a



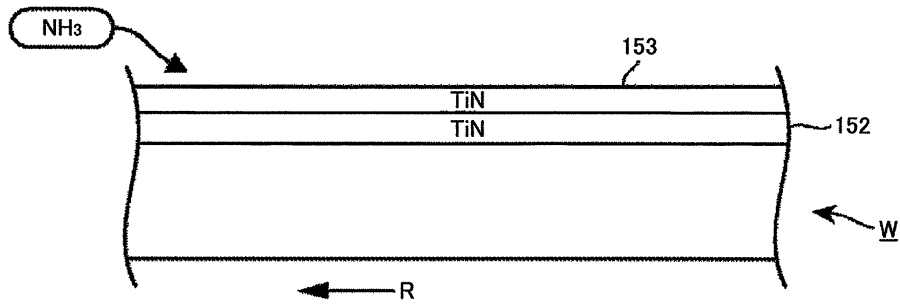
도면7b



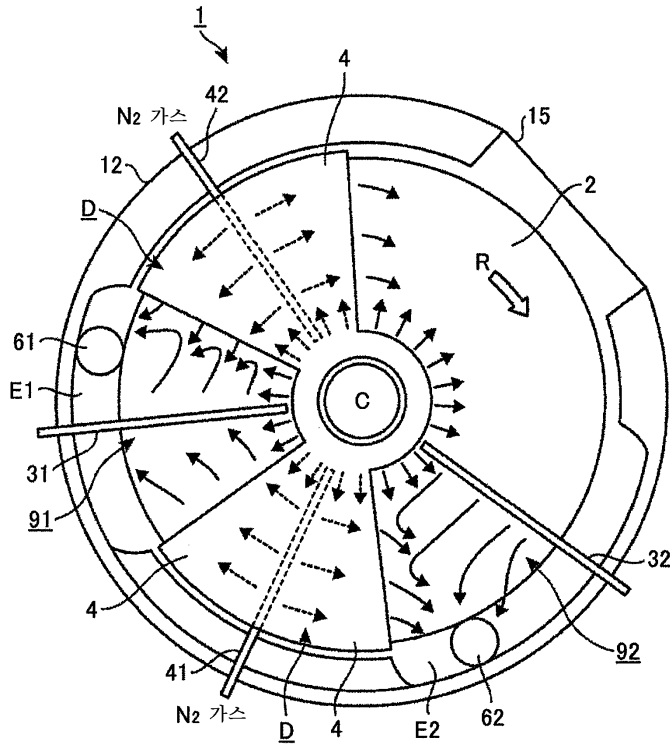
도면7c



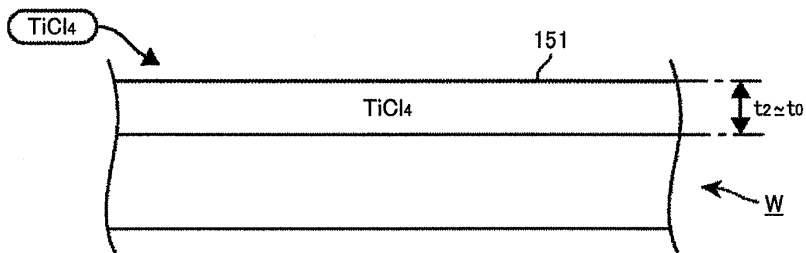
도면7d



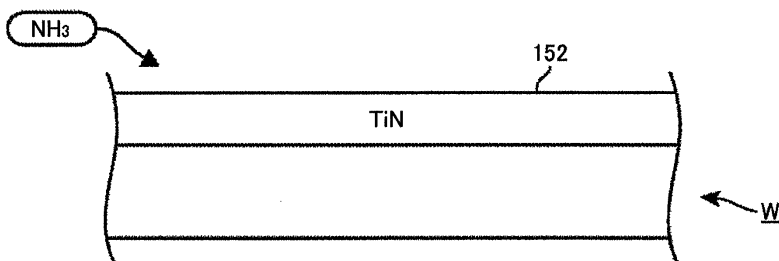
도면8



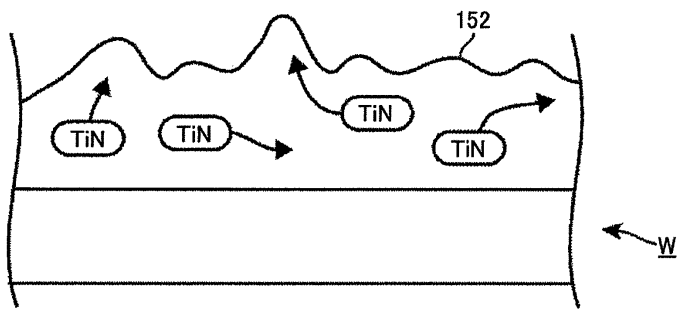
도면9a



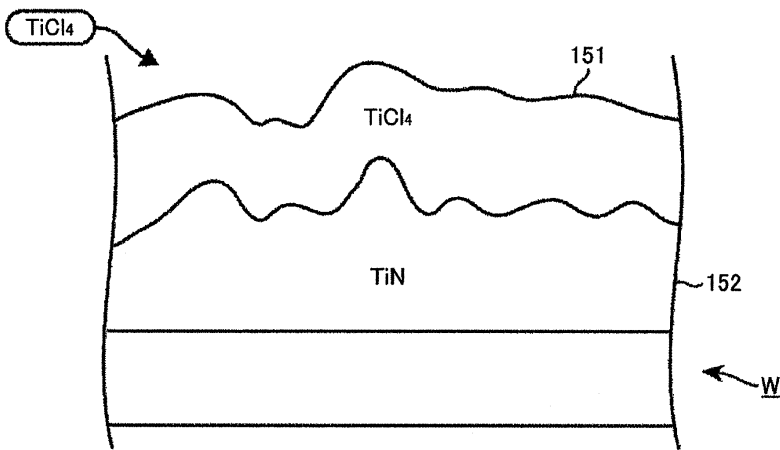
도면9b



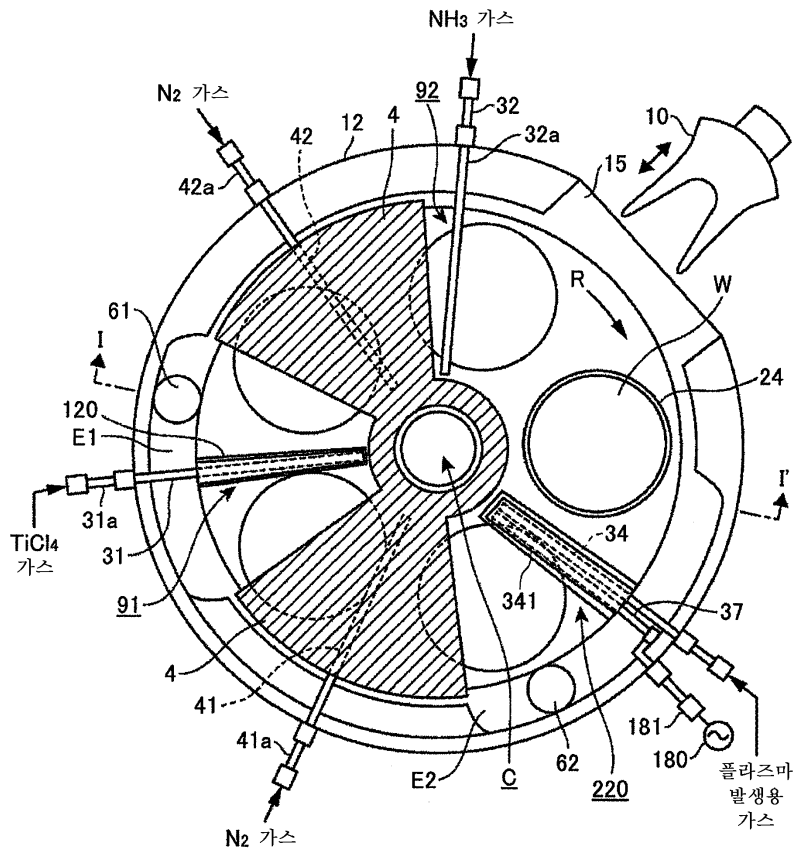
도면9c



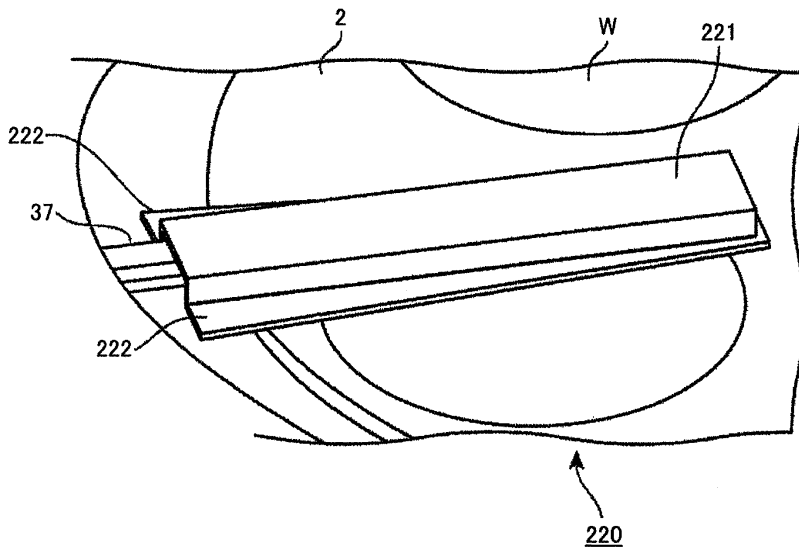
도면9d



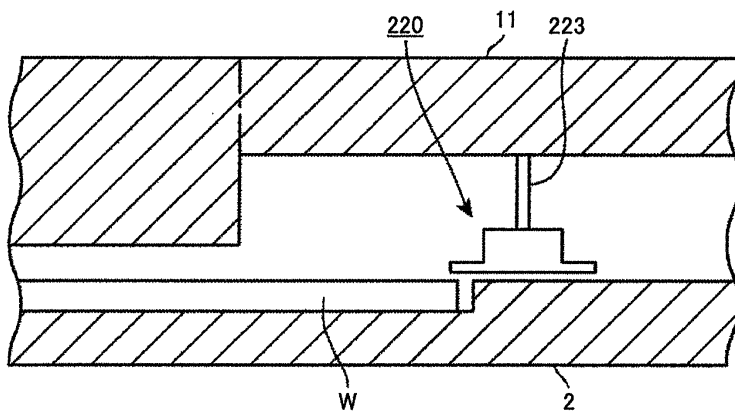
도면10



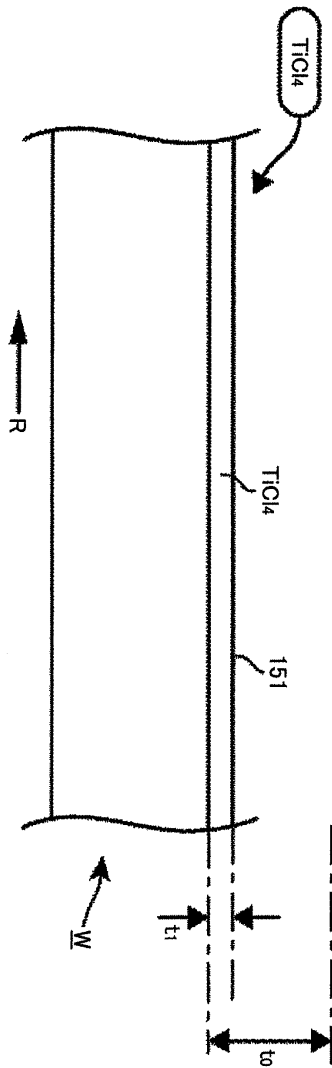
도면11



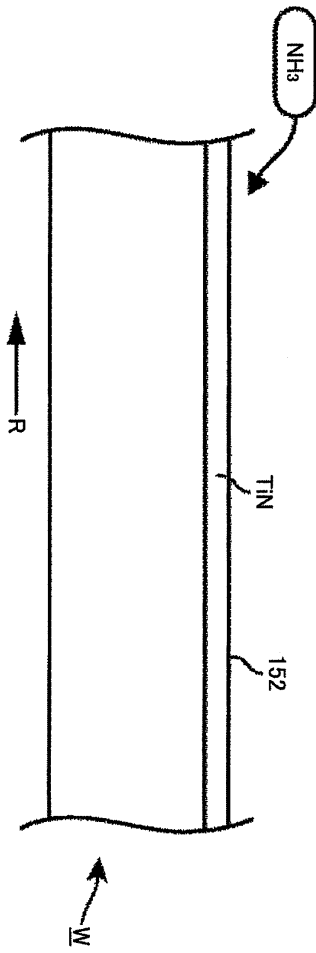
도면12



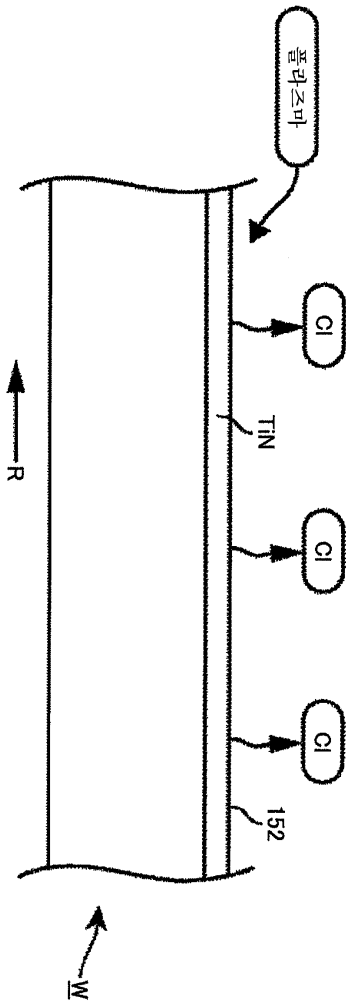
도면13a



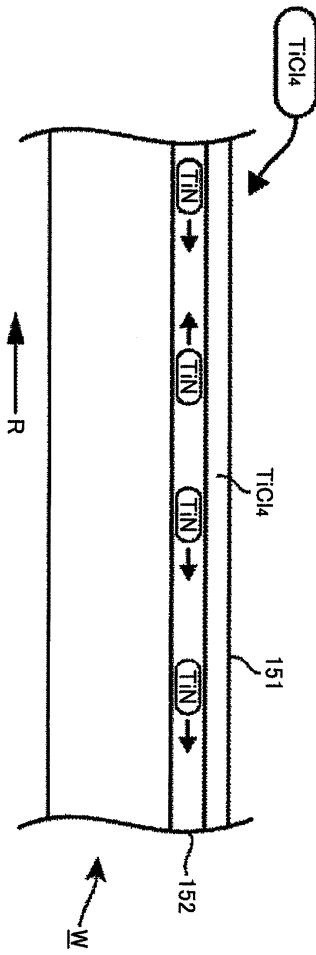
도면13b



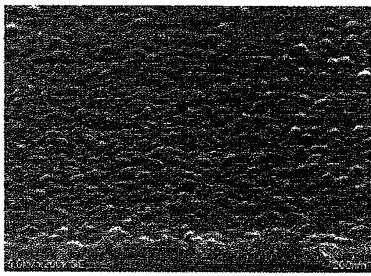
도면13c



도면13d

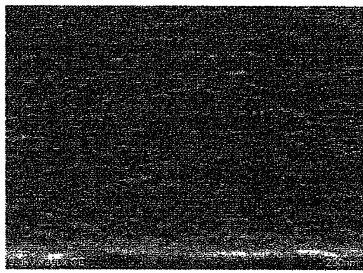


도면14a



30rpm

도면14b



100rpm

도면14c



240rpm

도면15

