



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0129236
(43) 공개일자 2010년12월08일

(51) Int. Cl.

H01L 21/205 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2010-0050619

(22) 출원일자 2010년05월28일

심사청구일자 2010년05월28일

(30) 우선권주장

JP-P-2009-128944 2009년05월28일 일본(JP)

JP-P-2010-115334 2010년05월19일 일본(JP)

(71) 출원인

가부시키가이샤 히다치 고쿠사이 덴키

일본국 도쿄도 치요다쿠 소토칸다 4초메 14반 1고
(우:101-8980)

(72) 발명자

사카이 마사노리

일본국 토야마켄 토야마시 야즈오마치 야스우치
2초메 1, 가부시키가이샤 히다치 고쿠사이덴키 내

사이토 타츠유키

일본국 토야마켄 토야마시 야즈오마치 야스우치
2초메 1, 가부시키가이샤 히다치 고쿠사이덴키 내

(74) 대리인

특허법인지명

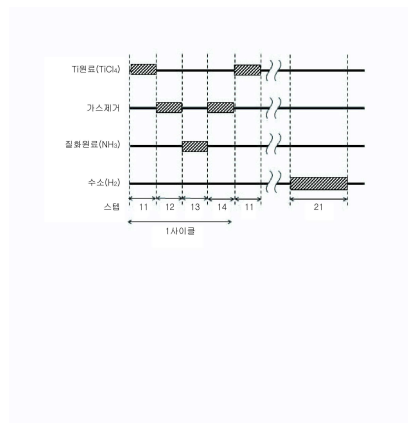
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 반도체 장치의 제조 방법 및 기판 처리 장치

(57) 요약

본 발명은 $TiCl_4$ 와, 상기 $TiCl_4$ 와 반응하는 NH_3 를 웨이퍼에 공급하고, $TiCl_4$ 의 일부에, 치환 반응을 일으키게 하지 않는 상태의 결합기를 소정의 농도로 남기도록 처리 조건을 제어하여 웨이퍼에 TiN 중간막을 형성하는 제1 공정과, H_2 를 이 웨이퍼에 공급하고, TiN 중간막에 포함되는 결합기를 치환하는 제2 공정을 포함하며, 상기 제1 공정과 상기 제2 공정을 차례로 수행함으로써, TiN막을 형성한다. 본 발명에 의하면, 금속 화합물막의 조성을 용이하게 제어하고, 용도에 맞는 고품질의 막을 형성하며, 나아가 하지와의 결합의 형성에 의해 콘택트 저항이 낮은 고성능인 막을 형성하는 것이 가능하다.

대표도 - 도4



특허청구의 범위

청구항 1

Cl함유 금속 화합물과, 상기 Cl함유 금속 화합물과 반응하는 반응성 가스를 기판에 공급하고, 상기 Cl함유 금속 화합물의 일부에, 치환 반응을 일으키게 하지 않는 상태의 결합기를 소정의 농도로 남기도록 처리 조건을 제어하여 상기 기판에 금속 중간막을 형성하는 제1 공정과,

H₂를 상기 기판에 공급하고, 상기 금속 중간막에 포함되는 결합기를 치환하는 제2 공정

을 포함하고,

상기 제1 공정과 상기 제2 공정을 차례로 수행함으로써, 금속막을 형성하는 반도체 장치의 제조 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 처리 조건은 상기 기판의 가열 온도, 상기 반응성 가스의 공급량, 상기 반응성 가스의 공급 시간 중 어느 하나인 반도체 장치의 제조 방법.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서, 상기 Cl함유 금속 화합물은 TiCl₄이며, 상기 반응성 가스는 NH₃이고, 상기 금속막은 TiN인 반도체 장치의 제조 방법.

청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제1 공정은, 상기 Cl함유 금속 화합물과 상기 반응성 가스를 교호로 상기 기판에 공급하여 상기 금속 중간막을 형성하는 반도체 장치의 제조 방법.

청구항 5

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제1 공정은, 상기 Cl함유 금속 화합물과 상기 반응성 가스를 동시에 상기 기판에 공급하여 상기 금속 중간막을 형성하는 반도체 장치의 제조 방법.

청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제1 공정과 상기 제2 공정은, 상기 기판의 가열 온도가 다른 반도체 장치의 제조 방법.

청구항 7

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제1 공정과 상기 제2 공정은, 동일한 처리실 내에서 실행되는 반도체 장치의 제조 방법.

청구항 8

제1항 내지 제6항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제1 공정과 상기 제2 공정은, 다른 처리실 내에서 실행되는 반도체 장치의 제조 방법.

청구항 9

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 H₂는 플라즈마, 전자 빔 및 필라멘트 전극 중 어느 하나를 이용하여 활성화시켜 이용되는 반도체 장치의 제조 방법.

청구항 10

기판을 수용하는 처리실과,

상기 기판을 가열하는 가열계와,

상기 처리실에 금속 화합물을 공급하는 제1 가스 공급계와,

상기 처리실에 상기 금속 화합물과 반응하는 반응성 가스를 공급하는 제2 가스 공급계와,

상기 처리실에 H_2 를 공급하는 제3 가스 공급계와,

상기 처리실 내의 분위기를 배기하는 배기계와,

상기 가열계, 상기 제1 가스 공급계, 상기 제2 가스 공급계, 상기 제3 가스 공급계 및 상기 배기계를 제어하는 제어부

를 포함하고,

상기 제어부는 상기 기판을 가열하면서, 상기 기판을 상기 금속 화합물 및 상기 반응성 가스에 노출하고, 상기 금속 화합물의 일부에 치환 반응을 일으키게 하지 않는 상태의 결합기를 소정의 농도로 남긴 금속 중간막을 형성한 후, 상기 기판을 H_2 에 노출하고, 상기 금속 중간막에 포함되는 상기 결합기를 치환함으로써, 금속막을 형성하도록 제어하는 기판 처리 장치.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 반도체 장치의 제조 방법 및 기판 처리 장치에 관한 것으로서, 특히, 기판(웨이퍼) 상에 금속막을 형성하는 공정을 구비하는 반도체 장치의 제조 방법 및 기판 상에 금속막을 형성하는 기판 처리 장치에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 기판 상에 소정의 막을 형성하는 방법의 하나로서, CVD(Chemical Vapor Deposition) 법이 있다. CVD법이란, 기상(氣相) 중 혹은 기판 표면에 있어서의 2 종 이상의 원료의 반응을 이용하여, 원료 분자에 포함되는 원소를 구성 요소로 하는 막을 기판 상에 성막하는 방법이다. 또한, CVD법 중의 하나로서, ALD(Atomic Layer Deposition)법이 있다. ALD법이란, 어떤 성막 조건(온도, 시간 등) 하에서, 성막에 이용하는 2 종 이상의 원료가 되는 원료를 1 종류씩 교호로 기판 상에 공급하고, 원자층 단위로 흡착시켜, 표면 반응을 이용하여 원자층 레벨로 제어되는 성막을 수행하는 방법이다. ALD법은 종래의 CVD법과 비교하여, 보다 낮은 기판 온도(처리 온도)에서 처리가 가능하다. 성막 사이클 회수(回數)에 의해 성막되는 막두께의 제어가 가능하다. 또한, 성막 사이클의 초기에 막이 성막되지 않는 소위 인큐베이션 타임(incubation time)을 일반적으로 갖기는 하지만, 일정 사이클을 경과한 후에는, 성막 사이클 회수와 성막량의 사이에 비례 관계(linearity)를 갖는다.

[0003] 또한, 기판 상에 형성되는 금속막으로서는, 예를 들면, 하기의 특허 문헌과 같이 TiN(질화 티탄)막을 들 수 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 국제 공개 W02007/020874호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 그러나, TiN막의 연속막은, CVD법 및 ALD법으로 성막하는 것이 가능한데, 성막 후의 막중에 원료의 구성 요소가 불순물로서 받아들여버리는 경우가 있다. 예를 들면, 티탄(Ti) 함유 원료로서 $TiCl_4$ (사염화티탄)를 이용했을 경우, 염소(Cl)가 막중에 잔류하고, 막저항의 증대 등의 부작용을 일으켜버리는 경우가 있다. 이 부작용은 ALD법의 적용이나 성막 온도의 고온화 등에 의해 경감하는 것이 가능한데, 염소 등 잔류물의 제어는 어려웠다.

[0006] 따라서, 본 발명의 주된 목적은, 상기 문제를 해결하고, 금속 화합물막의 조성을 용이하게 제어하며, 용도에 맞는 고품질의 막을 형성하고, 하지(下地)와의 결합의 형성에 의해 컨택트 저항이 낮은 고성능의 막을 형성하는 반도체 장치의 제조 방법 및 기판 처리 장치를 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0007] 상기 과제를 해결하기 위해서 본 발명의 일 형태에 의하면, C1함유 금속 화합물과, 상기 C1함유 금속 화합물과 반응하는 반응성 가스를 기판에 공급하고, 상기 C1함유 금속 화합물의 일부에, 치환 반응을 일으키게 하지 않는 상태의 결합기를 소정의 농도에서 남기도록 처리 조건을 제어하여 상기 기판에 금속 중간막을 형성하는 제1 공정과, H₂를 상기 기판에 공급하고, 상기 금속 중간막에 포함되는 결합기를 치환하는 제2 공정을 포함하며, 상기 제1 공정과 상기 제2 공정을 차례로 수행함으로써, 금속막을 형성하는 반도체 장치의 제조 방법이 제공된다.

[0008] 본 발명의 다른 형태에 의하면, 기판을 수용하는 처리실과, 상기 기판을 가열하는 가열계와, 상기 처리실에 금속 화합물을 공급하는 제1 가스 공급계와, 상기 처리실에 상기 금속 화합물과 반응하는 반응성 가스를 공급하는 제2 가스 공급계와, 상기 처리실에 H₂를 공급하는 제3 가스 공급계와, 상기 처리실 내의 분위기를 배기하는 배기계와, 상기 가열계, 상기 제1 가스 공급계, 상기 제2 가스 공급계, 상기 제3 가스 공급계 및 상기 배기계를 제어하는 제어부를 포함하고, 상기 제어부는, 상기 기판을 가열하면서, 상기 기판을 상기 금속 화합물 및 상기 반응성 가스에 노출하고, 상기 금속 화합물의 일부에 치환 반응을 일으키게 하지 않는 상태의 결합기를 소정의 농도에서 남긴 금속 중간막을 형성한 후, 상기 기판을 H₂에 노출하고, 상기 금속 중간막에 포함되는 상기 결합기를 치환함으로써, 금속막을 형성하도록 제어하는 기판 처리 장치가 제공된다.

발명의 효과

[0009] 본 발명에 의하면, 금속 화합물막의 조성을 용이하게 제어하고, 용도에 맞는 고품질의 막을 형성하고, 하지와의 결합의 형성에 의해 컨택트 저항이 낮은 고성능의 막을 더 형성하는 것이 가능하게 된다.

도면의 간단한 설명

[0010] 도 1은 본 발명의 일 실시예에서 바람직하게 이용되는 기판 처리 장치의 개략적인 구성을 나타내는 경사 투시도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에서 바람직하게 이용되는 처리로의 일례와 거기에 부수하는 부재의 개략 구성도이며, 특히 처리로 부분을 중단면에서 나타내는 도면이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에서 바람직하게 이용되는 도 2에 나타내는 처리로의 A-A선 단면도이다.

도 4는 본 발명의 제1 실시예에 따른 TiN막의 성막 시퀀스를 나타내는 도면이다.

도 5는 H₂ 어닐에 의해 C1가 TiN 중간막으로부터 이탈하는 기구를 모식적으로 나타내는 도면이다.

도 6은 웨이퍼의 처리 온도와, 잔류 C1 농도(%) 및 저항율($\mu\Omega\text{cm}$) 각각의 관계를 나타내는 측정 결과이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0011] 이하, 도면을 참조하면서 본 발명의 바람직한 실시예에 대해 설명한다.

[0012] 본 실시예에 따른 기판 처리 장치는, 반도체 장치[IC(Integrated Circuits)]의 제조에 사용되는 반도체 제조 장치의 일례로서, 구성되어 있는 것이다. 하기의 설명에서는, 기판 처리 장치의 일례로서, 기판에 대해 성막 처리 등을 수행하는 종형(縱型)의 장치를 사용했을 경우에 대해 설명한다. 그러나, 본 발명은 종형 장치의 사용을 전제로 한 것이 아니고, 예를 들면, 매엽(枚葉) 장치를 사용해도 좋다.

[0013] <장치 전체 구성>

[0014] 도 1에 나타내는 바와 같이, 기판 처리 장치(101)에서는, 기판의 일례가 되는 웨이퍼(200)를 수납한 카세트(110)가 사용되고 있고, 웨이퍼(200)는 실리콘 등의 재료로 구성되어 있다. 기판 처리 장치(101)는 광체(筐體, 111)를 구비하고 있고, 광체(111)의 내부에는 카세트 스테이지(114)가 설치되어 있다. 카세트(110)는 카세트 스테이지(114) 상에 공정 내 반송 장치(도시 생략)에 의해 반입되거나, 카세트 스테이지(114) 상으로부터 반출된다.

- [0015] 카세트 스테이지(114)는, 공정 내 반송 장치에 의해, 카세트(110) 내의 웨이퍼(200)가 수직 자세를 보지(保持)하며 카세트(110)의 웨이퍼 출입구가 상방향을 향하도록 재치(載置)된다. 카세트 스테이지(114)는, 카세트(110)를 광체(111)의 후방으로 우회전 종방향 90° 회전하고, 카세트(110) 내의 웨이퍼(200)가 수평 자세로 되며, 카세트(110)의 웨이퍼 출입구가 광체(111)의 후방을 향하도록 동작 가능하게 구성되어 있다.
- [0016] 광체(111) 내의 전후 방향의 실질적으로 중앙부에는 카세트 선반(105)이 설치되어 있고, 카세트 선반(105)은 복수 단(段) 복수 열(列)로 복수 개의 카세트(110)를 보관하도록 구성되어 있다. 카세트 선반(105)에는 웨이퍼 이체 기구(125)의 반송 대상이 되는 카세트(110)가 수납되는 이체 선반(123)이 설치되어 있다.
- [0017] 카세트 스테이지(114)의 상방에는 예비 카세트 선반(107)이 설치되고, 예비적으로 카세트(110)를 보관하도록 구성되어 있다.
- [0018] 카세트 스테이지(114)와 카세트 선반(105)과의 사이에는, 카세트 반송 장치(118)가 설치되어 있다. 카세트 반송 장치(118)는 카세트(110)를 보지한 상태로 승강 가능한 카세트 엘리베이터(118a)와, 반송 기구로서의 카세트 반송 기구(118b)로 구성되어 있다. 카세트 반송 장치(118)는 카세트 엘리베이터(118a)와 카세트 반송 기구(118b)의 연속 동작에 의해, 카세트 스테이지(114)와 카세트 선반(105)과 예비 카세트 선반(107)과의 사이에서, 카세트(110)를 반송하도록 구성되어 있다.
- [0019] 카세트 선반(105)의 후방에는, 웨이퍼 이체 기구(125)가 설치되어 있다. 웨이퍼 이체 기구(125)는, 웨이퍼(200)를 수평 방향으로 회전 내지 직동(直動) 가능한 웨이퍼 이체 장치(125a)와, 웨이퍼 이체 장치(125a)를 승강시키기 위한 웨이퍼 이체 장치 엘리베이터(125b)로 구성되어 있다. 웨이퍼 이체 장치(125a)에는 웨이퍼(200)를 픽업하기 위한 트위저(tweezers, 125c)가 설치되어 있다. 웨이퍼 이체 장치(125)는 웨이퍼 이체 장치(125a)와 웨이퍼 이체 장치 엘리베이터(125b)의 연속 동작에 의해, 트위저(125c)를 웨이퍼(200)의 재치부로서, 웨이퍼(200)를 보트(217)에 대해서 충전(charging)하거나, 보트(217)로부터 탈장(discharging)하도록 구성되어 있다.
- [0020] 광체(111)의 후부 상방에는, 웨이퍼(200)를 열처리하는 처리로(處理爐, 202)가 설치되어 있고, 처리로(202)의 하단부가 노구(爐口) 셔터(147)에 의해 개폐되도록 구성되어 있다.
- [0021] 처리로(202)의 하방에는 처리로(202)에 대해 보트(217)를 승강시키는 보트 엘리베이터(115)가 설치되어 있다. 보트 엘리베이터(115)의 승강대에는 암(128)이 연결되어 있고, 암(128)에는 씰 캡(seal cap, 219)이 수평으로 설치되어 있다. 씰 캡(219)은 보트(217)를 수직으로 지지함과 동시에, 처리로(202)의 하단부를 폐색(閉塞) 가능하도록 구성되어 있다.
- [0022] 보트(217)는 복수의 보지 부재를 구비하고 있고, 복수 매(예를 들면 50~150 매 정도)의 웨이퍼(200)를 그 중심을 가지런히 맞춰 수직 방향으로 정렬시킨 상태에서, 각각 수평으로 보지하도록 구성되어 있다.
- [0023] 카세트 선반(105)의 상방에는, 청정화된 분위기인 클린 에어를 공급하는 클린 유닛(134a)이 설치되어 있다. 클린 유닛(134a)은 공급 팬 및 방진(防塵) 필터로 구성되어 있고, 클린 에어를 광체(111)의 내부에 유통시키도록 구성되어 있다.
- [0024] 광체(111)의 좌측 단부에는, 클린 에어를 공급하는 클린 유닛(134b)이 설치되어 있다. 클린 유닛(134b)도 공급 팬 및 방진(防塵) 필터로 구성되어 있고, 클린 에어를 웨이퍼 이체 장치(125a)나 보트(217) 등의 근방을 유통시키도록 구성되어 있다. 상기 클린 에어는, 웨이퍼 이체 장치(125a)나 보트(217) 등의 근방을 유통한 후에, 광체(111)의 외부에 배기되도록 되어 있다.
- [0025] <처리 장치의 동작>
- [0026] 계속해서, 기관 처리 장치(101)의 주된 동작에 대해 설명한다.
- [0027] 공정 내 반송 장치(도시 생략)에 의해 카세트(110)가 카세트 스테이지(114) 상에 반입되면, 카세트(110)는 웨이퍼(200)가 카세트 스테이지(114) 위에서 수직 자세를 보지하고, 카세트(110)의 웨이퍼 출입구가 상방향을 향하도록 재치된다. 그 후, 카세트(110)는 카세트 스테이지(114)에 의해, 카세트(110) 내의 웨이퍼(200)가 수평 자세로 되고, 카세트(110)의 웨이퍼 출입구가 광체(111)의 후방을 향하도록, 광체(111)의 후방으로 우회전 종방향 90° 회전된다.
- [0028] 그 후, 카세트(110)는 카세트 선반(105) 내지 예비 카세트 선반(107)의 지정된 선반 위치에 카세트 반송 장치(118)에 의해 자동적으로 반송되어 수도(受渡)되고, 일시적으로 보관된 후, 카세트 선반(105) 내지 예비 카세트 선반(107)으로부터 카세트 반송 장치(118)에 의해 이체 선반(123)에 이체되거나, 혹은 직접 이체 선반(123)에

반송된다.

- [0029] 카세트(110)가 이제 선반(123)에 이제되면, 웨이퍼(200)는 카세트(110)로부터 웨이퍼 이제 장치(125a)의 트위저(125c)에 의해 웨이퍼 출입구를 통해서 픽업되고, 보트(217)에 장전(charging)된다. 보트(217)에 웨이퍼(200)를 수도한 웨이퍼 이제 장치(125a)는 카세트(110)로 되돌아오고, 후속의 웨이퍼(110)를 보트(217)에 장전한다.
- [0030] 미리 지정된 매수의 웨이퍼(200)가 보트(217)에 장전되면, 처리로(202)의 하단부를 닫고 있던 노구(爐口) 셔터(147)가 열리고, 처리로(202)의 하단부가 개방된다. 그 후, 웨이퍼(200)군을 보지한 보트(217)가 보트 엘리베이터(115)의 상승 동작에 의해 처리로(202) 내에 반입(로딩)되고, 처리로(202)의 하부가 썰 캡(219)에 의해 폐색된다.
- [0031] 로딩 후에는, 처리로(202)에서 웨이퍼(200)에 대해 임의의 처리가 실시된다. 그 처리 후에는, 상술한 순서와 반대로, 웨이퍼(200) 및 카세트(110)가 광채(111)의 외부에 반출된다.
- [0032] <처리로의 구성>
- [0033] 다음에 도 2 및 도 3을 이용하여 상술한 기관 처리 장치에 적용되는 처리로(202)에 대해 설명한다.
- [0034] 도 2 및 도 3에 나타내는 바와 같이, 처리로(202)에는 웨이퍼(200)를 가열하기 위한 가열 장치(가열계, 가열 수단)인 히터(207)가 설치되어 있다. 히터(207)는 상방이 폐색된 원통 형상의 단열(斷熱) 부재와 복수 개의 히터 소선을 구비하고 있고, 단열 부재에 대해 히터 소선이 설치된 유닛 구성을 포함하고 있다. 히터(207)의 내측에는, 웨이퍼(200)를 처리하기 위한 석영제의 반응관(203)이 설치되어 있다.
- [0035] 반응관(203)의 하방에는, 반응관(203)의 하단 개구를 기밀(氣密)하게 폐색 가능한 노구 덮개로서의 썰 캡(219)이 설치되어 있다. 썰 캡(219)은 반응관(203)의 하단에 수직 방향 하측으로부터 당접(當接)되도록 되어 있다. 썰 캡(219)은 예를 들면 스테인리스 등의 금속으로 이루어지고, 원반(圓盤) 형상으로 형성되어 있다. 썰 캡(219)의 상면에는 반응관(203)의 하단과 당접하는 썰 부재로서의 O링(220)이 설치되어 있다. 썰 캡(219)의 처리실(201)과 반대측에는 보트를 회전시키는 회전 기구(267)가 설치되어 있다. 회전 기구(267)의 회전축(255)은 썰 캡을 관통하여, 후술하는 보트(217)에 접속되어 있고, 보트(217)를 회전시킴으로써 웨이퍼(200)를 회전시키도록 구성되어 있다. 썰 캡(219)은 반응관(203)의 외부에 설치된 승강 기구로서의 보트 엘리베이터(115)에 의해 수직 방향으로 승강되도록 구성되어 있고, 이에 의해 보트(217)를 처리실(201) 내에 대하여 반입 반출할 수 있도록 되어 있다.
- [0036] 썰 캡(219)에는 보트(217)를 지지하는 보트 지지대(218)가 설치되어 있다. 도 1에 나타내는 바와 같이, 보트(217)는 보트 지지대(218)에 고정된 저판(底板, 210)과 그 상방에 배치된 천판(天板, 211)을 가지며, 저판(210)과 천판(211)과의 사이에 복수 개의 지주(支柱, 212)가 가설(架設)된 구성을 갖고 있다. 보트(217)에는 복수 개의 웨이퍼(200)가 보지되어 있다. 복수 개의 웨이퍼(200)는, 서로 일정한 간격을 두면서 수평 자세를 보지한 상태에서 보트(217)의 지주(212)에 지지되어 있다.
- [0037] 이상의 처리로(202)에서는, 배치(batch) 처리되는 복수 개의 웨이퍼(200)가 보트(217)에 대해 다단으로 적층된 상태에 있어서, 보트(217)가 보트 지지체(218)로 지지되면서 처리실(201)에 삽입되고, 히터(207)가 처리실(201)에 삽입된 웨이퍼(200)를 소정의 온도로 가열하도록 되어 있다.
- [0038] 도 2 및 도 3에 나타내는 바와 같이, 처리실(201)에는, 원료 가스를 공급하기 위한 2 개의 가스 공급관(310, 320)[제1 가스 공급관(310), 제2 가스 공급관(320)]이 접속되어 있다.
- [0039] 가스 공급관(310)에는 상류측부터 차례로 유량 제어 장치(유량 제어 수단)인 매스 플로우 컨트롤러(312), 기화 유닛(기화 수단)인 기화기(700) 및 개폐밸브인 밸브(314)가 설치되어 있다. 가스 공급관(310)의 선단부에는 노즐(410)[제1 노즐(410)]이 연결되어 있다. 노즐(410)은 처리실(201)을 구성하고 있는 반응관(203)의 내벽과 웨이퍼(200)와의 사이에 있어서의 원호 형상의 공간에서, 반응관(203)의 내벽을 따른 상하 방향[웨이퍼(200)의 적재 방향]으로 연장되어 있다. 노즐(410)의 측면에는 원료 가스를 공급하는 다수의 가스 공급공(410a)이 설치되어 있다. 가스 공급공(410a)은, 하부에서 상부에 걸쳐서 각각 동일 또는, 크기에 경사를 둔 개구 면적을 갖고, 아울러 동일한 개구 피치로 설치되어 있다.
- [0040] 그리고, 가스 공급관(310)에는 기화기(700)와 밸브(314) 사이에, 후술하는 배기관(231)에 접속된 벤트라인(610) 및 밸브(614)가 설치되어 있고, 원료 가스를 처리실(201)에 공급하지 않는 경우는, 밸브(614)를 개재하여 원료 가스를 벤트라인(610)에 공급한다. 주로, 가스 공급관(310), 매스 플로우 컨트롤러(312), 기화기(700), 밸브

(314), 노즐(410), 벤트 라인(610), 밸브(614)에 의해 제1 가스 공급계(제1 가스 공급 수단)가 구성된다.

[0041] 또한, 가스 공급관(310)에는 캐리어 가스를 공급하기 위한 캐리어 가스 공급관(510)이 접속되어 있다. 캐리어 가스 공급관(510)에는 매스 플로우 컨트롤러(512) 및 밸브(514)가 설치되어 있다. 주로, 캐리어 가스 공급관(510), 매스 플로우 컨트롤러(512), 밸브(514)에 의해 제1 캐리어 가스 공급계(불활성 가스 공급계, 불활성 가스 공급 수단)가 구성된다.

[0042] 가스 공급관(320)에는 상류측부터 차례로 유량 제어 장치(유량 제어 수단)인 매스 플로우 컨트롤러(322) 및 밸브(324)가 설치되어 있다. 가스 공급관(320)의 선단부에는 노즐(420)[제2 노즐(420)]이 연결되어 있다. 노즐(420)도, 노즐(410)과 마찬가지로, 처리실(201)을 구성하고 있는 반응관(203)의 내벽과 웨이퍼(200)와의 사이에 있어서의 원호 형상의 공간에서, 반응관(203)의 내벽을 따라 상하 방향[웨이퍼(200)의 적재 방향]으로 연장되어 있다. 노즐(420)의 측면에는, 원료 가스를 공급하는 다수의 가스 공급공(420a)이 설치되어 있다. 가스 공급공(420a)도, 가스 공급공(410a)과 마찬가지로, 하부에서 상부에 걸쳐서 각각 동일 또는, 크기에 경사를 둔 개구 면적을 갖고, 아울러 동일한 개구 피치로 설치되어 있다. 주로, 가스 공급관(320), 매스 플로우 컨트롤러(322), 밸브(324), 노즐(420)에 의해 제2 가스 공급계(제2 가스 공급 수단)가 구성된다.

[0043] 또한, 가스 공급관(320)에는 캐리어 가스를 공급하기 위한 캐리어 가스 공급관(520)이 연결되어 있다. 캐리어 가스 공급관(520)에는 매스 플로우 컨트롤러(522) 및 밸브(524)가 설치되어 있다. 주로, 캐리어 가스 공급관(520), 매스 플로우 컨트롤러(522), 밸브(524)에 의해 제2 캐리어 가스 공급계(불활성 가스 공급계, 불활성 가스 공급 수단)가 구성된다.

[0044] 그리고, 가스 공급관(320)에는, 가스 공급관(330)이 연결되어 있다. 가스 공급관(330)에는 매스 플로우 컨트롤러(332) 및 밸브(334)가 설치되어 있다. 주로, 가스 공급관(330), 매스 플로우 컨트롤러(332), 밸브(334), 노즐(420)에 의해 제3 가스 공급계(제3 가스 공급 수단)가 구성된다.

[0045] 예를 들면 가스 공급관(310)으로부터 공급되는 원료가 액체인 경우, 가스 공급관(310)으로부터는, 매스 플로우 컨트롤러(312), 기화기(700) 및 밸브(314)를 개재하여, 캐리어 가스 공급관(510)과 합류하고, 노즐(410)을 개재하여 처리실(201) 내에 반응 가스가 공급된다. 예를 들면 가스 공급관(310)으로부터 공급되는 원료가 기체인 경우에는, 매스 플로우 컨트롤러(312)를 기체용의 매스 플로우 컨트롤러로 교환하고, 기화기(700)는 불필요하게 된다. 또한, 가스 공급관(320)으로부터는 매스 플로우 컨트롤러(322), 밸브(324)를 개재하여, 캐리어 가스 공급관(520)과 합류하고, 노즐(420)을 개재하여 처리실(201)에 반응 가스가 공급된다.

[0046] 상기 구성에 따른 일례로서, 가스 공급관(310)에는 원료 가스의 일례로서 염소계의 Ti함유 원료(CI함유 금속 화합물)인 사염화티탄($TiCl_4$) 등이 도입된다. 가스 공급관(320)에는, 개질 원료의 일례로서 질화 원료인 암모니아(NH_3), 질소(N_2), 아산화질소(N_2O), 모노메틸히드라진(CH_6N_2) 등이 도입된다. 가스 공급관(330)에는, 수소 함유 가스의 일례로서 수소(H_2) 가스가 도입된다. 또한, 캐리어 가스 공급관(510 및 520)으로부터는, 예를 들면 질소(N_2) 가스가, 각각 매스 플로우 컨트롤러(512 및 522), 밸브(514 및 524), 가스 공급관(510 및 520), 노즐(410, 420)을 개재하여 처리실(201) 내에 공급된다.

[0047] 한편, 예를 들면 각 가스 공급관으로부터 상술한 가스를 각각 흘리는 경우, 제1 가스 공급계에 의해 원료 가스 공급계, 즉 CI함유 금속 화합물 공급계가 구성된다. 또한, 제2 가스 공급계에 의해 개질 가스(반응성 가스, N함유 가스) 공급계가 구성된다. 나아가, 제3 가스 공급계에 의해 H함유 가스(수소 가스) 공급계가 구성된다.

[0048] 반응관(203)에는, 처리실(201) 내의 분위기를 배기하는 배기관(231)이 설치되어 있다. 배기관(231)에는 처리실(201) 내의 압력을 검출하는 압력 검출기(압력 검출부)로서의 압력 센서(245) 및 압력 조정기(압력 조정부)로서의 APC(Auto Pressure Controller) 밸브(243)를 개재하여 진공 배기 장치로서의 진공 펌프(246)가 접속되어 있고, 처리실(201) 내의 압력이 소정의 압력(진공도)이 되도록 진공 배기할 수 있도록 구성되어 있다. 한편, APC 밸브(243)는 밸브를 개폐하여 처리실(201) 내의 진공 배기·진공 배기 정지를 할 수 있고, 아울러 개폐 개도를 조절하여 압력 조정 가능하게 되어 있는 개폐밸브이다. 주로, 배기관(231), APC 밸브(243), 진공 펌프(246), 압력 센서(245)에 의해 배기계가 구성된다.

[0049] 반응관(203) 내에는 온도 검출기로서의 온도 센서(263)가 설치되어 있고, 온도 센서(263)에 의해 검출된 온도 정보에 근거하여 히터(207)로의 통전 상태를 조정함으로써, 처리실(201) 내의 온도가 원하는 온도 분포가 되도록 구성되어 있다. 온도 센서(263)는, 노즐(410 및 420)과 마찬가지로 L자형으로 구성되어 있고, 반응관(203)의 내벽을 따라서 설치되어 있다.

- [0050] 반응관(203) 내의 중앙부에는 보트(217)가 설치되어 있다. 보트(217)는 보트 엘리베이터(115)에 의해 반응관(203)에 대해 승강(출입)할 수 있도록 되어 있다. 보트(217)를 지지하는 보트 지지대(218)의 하단부에는, 처리의 균일성을 향상하기 위해서 보트(217)를 회전시키는 보트 회전 기구(267)가 설치되어 있다. 보트 회전 기구(267)를 구동시킴으로써, 보트 지지대(218)에 지지된 보트(217)를 회전시킬 수 있도록 되어 있다.
- [0051] 이상의 매스 플로우 컨트롤러(312, 322, 332, 512, 522), 밸브(314, 324, 514, 524, 334, 614), 히터(207), 온도 센서(263), 압력 센서(245), APC 밸브(243), 진공 펌프(246), 보트 회전 기구(267), 보트 엘리베이터(115) 등의 각 부재는 컨트롤러(280)에 접속되어 있다. 컨트롤러(280)는 기관 처리 장치(101)의 전체의 동작을 제어하는 제어부(제어 수단)의 일례로서, 매스 플로우 컨트롤러(312, 322, 512, 522, 332)의 유량 조정, 밸브(314, 324, 514, 524, 334, 614)의 개폐 동작, APC 밸브(243)의 개폐 및 압력 센서(245)에 근거하는 압력 조정 동작, 온도 센서(263)에 근거하는 히터(207)의 온도 조정, 진공 펌프(246)의 기동·정지, 보트 회전 기구(267)의 회전 속도 조절, 보트 엘리베이터(115)의 승강 동작 등을 각각 제어하도록 되어 있다.
- [0052] <반도체 장치의 제조 방법>
- [0053] 다음에, 상술한 기관 처리 장치의 처리로(202)를 이용하여, 반도체 장치(디바이스)의 제조 공정의 일 공정으로서, 대규모 집적 회로(Large Scale Integration; LSI)를 제조할 때 등에, 기관 상에 절연막을 성막하는 방법의 예에 대해 설명한다. 한편, 이하의 설명에 있어서, 기관 처리 장치를 구성하는 각 부의 동작은 컨트롤러(280)에 의해 제어된다.
- [0054] [제1 실시예]
- [0055] 본 실시예에서는, ALD법을 이용하여, 금속 화합물막으로서 TiN막을 형성하는 방법에 대해 설명한다. Cl 함유 금속 화합물로서 Ti 함유 원료인 $TiCl_4$ 를 이용하고, $TiCl_4$ 를 치환하는 질화 가스($TiCl_4$ 와 반응하는 반응성 가스)로서 NH_3 를 이용하여 일부에 치환 반응을 일으키게 하지 않는 상태의 결합기를 남긴 상태로 TiN 중간막을 기관 상에 형성한 후, 수소를 이 결합기에 반응시킴으로써, TiN막($Ti-N-H$ 기를 갖는 $TiNH$ 막을 포함하는 경우도 있음)을 기관 상에 형성하는 예에 대해 설명한다. 한편, 이 예에서는, 제1 가스 공급계에 의해 Cl 함유 금속 화합물 공급계(제1 원소 함유 가스 공급계)가 구성되고, 제2 가스 공급계에 의해 질소 함유 가스 공급계(제2 원소 함유 가스 공급계)가 구성된다.
- [0056] ALD법이란, CVD법의 하나이며, 어떤 성막 조건(온도, 시간 등) 하에서, 성막에 이용하는 적어도 2 종류의 가스를 1 종류씩 교호로 기관 상에 공급하고, 1 원자 단위로 기관 상에 흡착시켜, 표면 반응을 이용하여 성막을 수행하는 방법이다. 이 때, 막두께의 제어는, 원료 가스를 공급하는 사이클 수로 수행한다(예를 들면, 성막 속도가 $1\text{\AA}/\text{사이클}$ 로 하면, 20\AA 의 막을 형성하는 경우, 20 사이클 수행함).
- [0057] 도 4에, 본 실시예에 따른 TiN막의 성막 시퀀스를 나타낸다. 성막 프로세스에서는, 컨트롤러(280)가 기관 처리 장치(101)를 하기와 같이 제어한다. 즉, 히터(207)를 제어하여 처리실(201) 내를 $300^{\circ}\text{C}\sim 550^{\circ}\text{C}$ 의 범위의 온도로서, 예를 들면 450°C 로 보지한다.
- [0058] 처리실(201) 내의 온도가 550°C 보다 높은 경우, 이 처리실(201) 내에 공급되는 원료가 열분해하고, 면내 균일성의 확보가 어렵게 된다. 처리실(201) 내의 온도가 300°C 보다 낮은 경우, 성형되는 막중에 잔류하는 불순물이 증가한다.
- [0059] 그 후, 복수 매의 웨이퍼(200)를 보트(217)에 장전하고, 보트 엘리베이터(115)에 의해 보트(217)를 처리실(201)에 반입한다. 그 후, 보트(217)를 보트 구동 기구(267)에 의해 회전시켜, 웨이퍼(200)를 회전시킨다. 그 후, 진공 펌프(246)를 작동시킴과 동시에 APC 밸브(243)를 개방하여 처리실(201) 내를 진공 배기하고, 웨이퍼(200)의 온도가 450°C 에 도달하여 온도 등이 안정되면, 처리실(201) 내의 온도를 450°C 로 보지한 상태에서 5 개의 스텝을 후술하는 바와 같이 실행한다.
- [0060] (스텝 11)
- [0061] 스텝 11에서는 $TiCl_4$ 를 흘린다. $TiCl_4$ 는 상온에서 액체이며, 처리실(201)에 공급하기 위해서는, 가열하여 기화시킨 후 공급하는 방법, 기화기(700)를 사용하여 캐리어 가스로 불리는 He(헬륨), Ne(네온), Ar(아르곤), N_2 (질소) 등의 불활성 가스를 $TiCl_4$ 용기 내에 통과시키고, 기화하고 있는 분량을 그 캐리어 가스와 함께 처리실(201)로 공급하는 방법 등이 있는데, 예로서 후자의 케이스에서 설명한다.

- [0062] 가스 공급관(310)에 $TiCl_4$ 를, 캐리어 가스 공급관(510)에 캐리어 가스(N_2)를 흘린다. 가스 공급관(310)의 밸브(314), 캐리어 가스 공급관(510)의 밸브(512) 및 배기관(231)의 APC 밸브(243)를 함께 개방한다. 캐리어 가스는, 캐리어 가스 공급관(510)으로부터 흘러 매스 플로우 컨트롤러(512)에 의해 유량 조정된다. $TiCl_4$ 는 가스 공급관(310)으로부터 흘러 매스 플로우 컨트롤러(312)에 의해 유량 조정되며, 기화기(700)에 의해 기화되고, 유량 조정된 캐리어 가스와 혼합되어, 노즐(410)의 가스 공급공(410a)으로부터 처리실(201) 내에 공급되면서 배기관(231)으로부터 배기된다. 이 때, APC 밸브(243)를 적정하게 조정하여 처리실(201) 내의 압력을 20~50Pa의 범위로서, 예를 들면 30Pa로 유지한다.
- [0063] 매스 플로우 컨트롤러(312)로 제어하는 $TiCl_4$ 의 공급량은 1.0~2.0g/min이다. $TiCl_4$ 의 공급량이 2.0g/min보다 많은 경우, 성막에 소비되는 공급량 이상의 과잉된 공급이 된다. $TiCl_4$ 의 공급량이 1.0g/min보다 적은 경우, 이 공급량이 상기 범위에 있을 때와 비교하여, 면내 균일성이 악화된다.
- [0064] $TiCl_4$ 에 웨이퍼(200)를 노출하는 시간은 3~10초간이다. 웨이퍼(200)를 $TiCl_4$ 에 노출하는 시간이 10초보다 긴 경우, 생산성이 저하하고, 양산(量産)이 어렵게 된다. 웨이퍼(200)를 $TiCl_4$ 에 노출하는 시간이 3초보다 짧은 경우, 이 노출하는 시간이 상기 범위에 있을 때와 비교하여, 면내 균일성이 악화된다.
- [0065] 이 때 히터(207)의 온도는, 웨이퍼(200)의 온도가 300℃~550℃의 범위로서, 예를 들면 450℃가 되도록 설정한다.
- [0066] 이 때, 처리실(201) 내에 흘리고 있는 가스는, $TiCl_4$ 와 N_2 , Ar 등의 불활성 가스뿐이며, NH_3 는 존재하지 않는다. 따라서, $TiCl_4$ 는 기상 반응을 일으키는 경우는 없고, 웨이퍼(200)의 표면이나 하지막(下地膜)과 표면 반응(화학 흡착)하여, 원료($TiCl_4$)의 흡착층 또는 Ti층(이하, Ti 함유층)을 형성한다. $TiCl_4$ 의 흡착층이란, 원료 분자의 연속적인 흡착층 외에, 불연속인 흡착층도 포함한다. Ti층이란, Ti에 의해 구성되는 연속적인 층 외에, 이들이 겹쳐져 생기는 Ti박막도 포함한다. 한편, Ti에 의해 구성되는 연속적인 층을 Ti박막이라고 하는 경우도 있다.
- [0067] 동시에, 가스 공급관(320)의 도중에 연결되어 있는 캐리어 가스 공급관(520)으로부터, 밸브(524)를 개방하여 불활성 가스를 흘리면, NH_3 측으로 $TiCl_4$ 가 돌아들어가는 것을 방지할 수 있다.
- [0068] (스텝 12)
- [0069] 가스 공급관(310)의 밸브(314)를 닫아 처리실로의 $TiCl_4$ 의 공급을 정지하고, 밸브(614)를 개방하여 벤트라인(610)으로 $TiCl_4$ 를 흘린다. 이에 의해 $TiCl_4$ 를 항상 안정되게 처리실로 공급할 수 있다. 이 때 가스 배기관(231)의 APC 밸브(243)는 개방한 상태로 하고, 진공 펌프(246)에 의해 처리실(201) 내를 20Pa 이하가 될 때까지 배기하여, 잔류 $TiCl_4$ 를 처리실(201) 내로부터 배제한다. 이 때 N_2 등의 불활성 가스를 처리실(201) 내로 공급하면, 잔류 $TiCl_4$ 를 배제하는 효과가 더욱 높아진다.
- [0070] (스텝 13)
- [0071] 스텝 13에서는 NH_3 를 흘린다. 가스 공급관(320)에 NH_3 를, 캐리어 가스 공급관(520)에 캐리어 가스(N_2)를 흘린다. 가스 공급관(320)의 밸브(324), 캐리어 가스 공급관(520)의 밸브(522) 및 배기관(231)의 APC 밸브(243)를 함께 개방한다. 캐리어 가스는, 캐리어 가스 공급관(520)으로부터 흘러 매스 플로우 컨트롤러(522)에 의해 유량 조정된다. NH_3 는 가스 공급관(320)으로부터 흘러 매스 플로우 컨트롤러(322)에 의해 유량 조정되고, 유량 조정된 캐리어 가스를 혼합하여, 노즐(420)의 가스 공급공(420a)으로부터 처리실(201) 내에 공급되면서 배기관(231)으로부터 배기된다. NH_3 를 흘릴 때에는, APC 밸브(243)를 적정하게 조절하여 처리실(201) 내 압력을 50~1000Pa의 범위로서, 예를 들면 60Pa로 유지한다.
- [0072] 매스 플로우 컨트롤러(324)로 제어하는 NH_3 의 공급 유량은 1~10slm이다. NH_3 의 공급량이 10slm보다 많은 경우, 성막에 소비되는 공급량 이상의 과잉된 공급이 된다. NH_3 의 공급량이 1slm보다 적은 경우, 이 공급량이 상기 범위에 있을 때와 비교하여 면내 균일성이 악화된다.
- [0073] NH_3 에 웨이퍼(200)를 노출하는 시간은 10~30초간이다. 웨이퍼(200)를 NH_3 에 노출하는 시간이 30초보다 긴 경우,

생산성이 저하하고 양산(量産)이 어려워진다. 웨이퍼(200)를 NH_3 에 노출하는 시간이 10초보다 짧은 경우, 이 노출하는 시간이 상기 범위에 있을 때와 비교하여 면내 균일성이 악화된다.

- [0074] 이 때의 히터(207)의 온도는, 300°C ~ 550°C 의 범위의 소정의 온도로서, 예를 들면 스텝 11과 동일한 450°C 가 되도록 설정한다.
- [0075] 동시에, 가스 공급관(310)의 도중에 연결되어 있는 캐리어 가스 공급관(510)으로부터, 개폐 밸브(514)를 개방하여 불활성 가스를 흘리면, TiCl_4 측으로 NH_3 가 돌아들어가는 것을 방지할 수 있다.
- [0076] NH_3 의 공급에 의해, 웨이퍼(200) 상에 화학 흡착한 Ti함유층과 NH_3 가 표면 반응(화학 흡착)하여, 웨이퍼(200) 상에 TiN 중간막이 성막된다. 이 때, 성막된 TiN막에는 치환 반응을 일으키지 않은 상태의 Ti와 Cl의 잔류기가 남아 있다.
- [0077] (스텝 14)
- [0078] 스텝 14에서는, 가스 공급관(320)의 밸브(324)를 닫아 NH_3 의 공급을 중지한다. 또한, 가스 배기관(231)의 APC 밸브(243)는 개방한 상태로 하고, 진공 펌프(246)에 의해, 처리실(201)을 20Pa 이하로 배기하고, 잔류 NH_3 를 처리실(201)로부터 배제한다. 또한, 이 때에는, N_2 등의 불활성 가스를, NH_3 공급 라인인 가스 공급관(320) 및 TiCl_4 공급 라인인 가스 공급관(310)으로부터 각각 처리실(201)에 공급하여 퍼지하면, 잔류 NH_3 를 배제하는 효과가 더욱 높아진다.
- [0079] 상기 스텝 11~14를 1 사이클로 하여, 적어도 1 회이상 수행함으로써 웨이퍼(200) 상에 ALD법을 이용하여 소정 막두께의 TiN 중간막을 성막한다. 이 경우, 각 사이클중에서, 상기과 같이, 스텝 11에 있어서의 Ti함유 원료 가스에 의해 구성되는 분위기와, 스텝 13에 있어서의 질화 가스에 의해 구성되는 분위기의 각각의 분위기가 처리실(201) 내에서 혼합하지 않도록 성막하는 것에 유의한다. 또한, ALD법에 의한 TiN 중간막의 막두께는, 사이클 수를 제어하여 0.02~5nm 정도로 조정하면 좋다. 이러한 ALD법에 의해 형성되는 TiN막은 표면이 스무스하며 치밀한 연속막이 된다.
- [0080] ALD법에 의한 TiN 중간막을 형성한 후, 바람직하게는 히터(207)를 제어하여 처리실(201) 내를 600°C ~ 700°C 의 범위의 온도의 소정의 온도로 보지한다. 온도는 고온일수록 반응하기 쉽기 때문에 바람직하며, 예를 들면 700°C 로 보지한다. 웨이퍼(200)의 온도가 700°C 에 도달하여 온도 등이 안정되면, 처리실(201) 내의 온도를 700°C 로 보지한 상태에서 다음의 스텝을 후술하는 바와 같이 실행한다.
- [0081] (스텝 21)
- [0082] 스텝 21에서는 H_2 를 흘린다. 가스 공급관(330)의 밸브(334) 및 배기관(231)의 APC 밸브(243)를 함께 개방한다. H_2 는 가스 공급관(330)으로부터 흘러 매스 플로우 컨트롤러(332)에 의해 유량 조정된다. H_2 는 노즐(420)의 가스 공급공(420a)으로부터 처리실(201) 내에 공급되면서 배기관(231)으로부터 배기된다. H_2 를 흘릴 때에는, APC 밸브(243)를 적정하게 조절하여 처리실(201) 내 압력을 50~1000Pa의 범위로서, 예를 들면 60Pa로 유지한다. 매스 플로우 컨트롤러(332)로 제어하는 H_2 의 공급 유량은 1~20slm이다. H_2 에 웨이퍼(200)를 노출하는 시간은 10~1800초간이다. 이 때의 히터(207)의 온도는, 600°C ~ 700°C 의 범위의 소정의 온도로서, 예를 들면 700°C 가 되도록 설정한다.
- [0083] 이와 같이, H_2 로 열처리(H_2 어닐)함으로써, TiN 중간막에 포함되는 미반응(未反應)의 Cl가 HCl이 되고, 막중으로부터 이탈하여 TiN막이 형성된다.
- [0084] Cl가 TiN 중간막으로부터 이탈하는 기구(예측되는 메커니즘)에 대해 설명한다.
- [0085] 도 5는 H_2 어닐에 의해 Cl가 TiN 중간막으로부터 이탈하는 기구를 모식적으로 나타내는 도면이다.
- [0086] 스텝 11~14의 처리 후, 웨이퍼(200) 상에 형성된 TiN 중간막은, 원료의 TiCl_4 에 기인하는 Cl를 포함한 상태에 있다[도 5의 (a)]. 이 TiN 중간막을 H_2 어닐(스텝 21)하면, 이 TiN 중간막에 포함되는 Cl와 H_2 가 반응하여, HCl이 되어 TiN 중간막으로부터 이탈한다[도 5의 (b)]. 이와 같이 하여, TiN 중간막으로부터 Cl가 제거되고, TiN막이 형성된다.

- [0087] 한편, 스텝 21의 처리 후에 형성된 TiN막에는, Ti-N-Ti결합만을 갖는 TiN막 성분뿐 아니라, H가 포함되고 Ti-N-H기를 갖는 TiNH막 성분도 포함되는 경우가 있다.
- [0088] TiNH막 성분이 포함되는 이유는, 이하와 같다. Ti-N-H기의 H에 $TiCl_4$ 가 충돌하여 반응하면 HCl가 되어 H가 빠지기 때문에 Ti-N-Ti결합이 되어 TiN막이 형성된다. 그러나, 이 반응이 일어나지 않으면 Ti-N-H기가 남아 TiNH막이 된다. 한편, 온도가 높을수록 반응이 더욱 촉진되기 때문에 TiN막이 되는 확률이 증가한다고 생각할 수 있다. 상기의 스텝 21을 수행함으로써, TiN막으로부터 Cl를 제거하는 것이 가능하게 된다.
- [0089] 또한, H_2 어닐을 수행함으로써, H_2 어닐을 수행하지 않는 경우와 비교하여, 형성되는 막의 저항(컨택트 저항)을 낮게 할 수 있고, 또한, 확산 방지[배리어(barrier)]성을 향상할 수 있다.
- [0090] 한편, 스텝 11~14를 수행하여 소정 막두께에 도달한 후에 스텝 21을 수행해도 좋고, 스텝 11~14를 1 사이클 수행할 때마다 스텝 21을 수행하여 소정 막두께까지 금속막을 형성해도 좋다. 또한, 스텝 11~14를 1 사이클 수행할 때마다 스텝 21을 수행하여 소정 막두께까지 금속막을 형성하는 경우(즉 금속 중간막의 막두께가 얇은 경우)는, 종형 장치에 있어서는 스텝 21의 온도를 변경하지 않고 스텝 11~14와 동일한 온도에서 처리하는 것이 바람직하다.
- [0091] 또한, 상기에서는 스텝 11~14의 히터(207)의 온도로서 웨이퍼(200)의 온도가 $450^{\circ}C$ 가 되도록 설정하는 예에 대해서 설명했는데, 웨이퍼(200)의 온도는 $300\sim 550^{\circ}C$ 의 사이의 소정의 온도이면 좋고, 웨이퍼(200)의 온도를 바꿈으로써, 잔류하는 Cl의 농도를 바꿀 수 있다. 잔류하는 Cl의 농도를 낮게 하는 경우에는 웨이퍼(200)의 온도를 보다 고온으로 하고, 잔류하는 Cl의 농도를 높게 하는 경우에는 웨이퍼(200)의 온도를 보다 저온으로 한다.
- [0092] 도 6은 웨이퍼(200)의 온도(처리 온도)와, 잔류 Cl 농도(%) 및 저항율($\mu\Omega cm$) 각각의 관계를 나타내는 측정 결과이다. 한편, 도 6의 설명에 있어서 「웨이퍼(200)의 온도」란, 스텝 11~14의 처리 시에 있어서의 웨이퍼(200)의 온도를 나타낸다. 또한, 잔류 Cl 농도는 H_2 어닐(스텝 21) 후, 웨이퍼(200) 상에 형성된 TiN막중에 잔류하는 Cl의 농도를 나타낸다. 저항율은 웨이퍼(200)/TiN막의 계면(界面)의 저항(컨택트 저항)에 대한 것이다.
- [0093] 잔류 Cl 농도는, 웨이퍼(200)의 온도를 $350^{\circ}C$ 로 설정하면 1%, 웨이퍼(200)의 온도를 $380^{\circ}C$ 로 설정하면 0.5%, 웨이퍼(200)의 온도를 $450^{\circ}C$ 로 설정하면 0.2%가 되었다.
- [0094] 저항율은, 웨이퍼(200)의 온도가 $300\sim 550^{\circ}C$ 의 범위에 있어서, 온도를 고온으로 할수록 낮아진다.
- [0095] 도 6에 나타내는 바와 같이, 저항율은 웨이퍼(200)의 온도를 $350^{\circ}C$ 로 설정하면 $460\mu\Omega cm$, 웨이퍼(200)의 온도를 $380^{\circ}C$ 로 설정하면 $240\mu\Omega cm$, 웨이퍼(200)의 온도를 $450^{\circ}C$ 로 설정하면 $150\mu\Omega cm$ 가 되었다.
- [0096] 또한, NH_3 의 공급량을 바꾸는 것에 의해서도 잔류하는 Cl의 농도를 바꾸는 것은 가능하다. 예를 들면, 잔류하는 Cl의 농도를 높게 하는 경우는 NH_3 의 가스 공급량을 보다 감소시킨다.
- [0097] 또한, NH_3 의 공급 시간을 바꾸는 것에 의해서도 잔류하는 Cl의 농도를 바꾸는 것은 가능하다. 예를 들면, 잔류하는 Cl의 농도를 높게 하는 경우는 NH_3 의 공급 시간을 보다 짧게 한다.
- [0098] [제2 실시예]
- [0099] 본 실시예에서는, CVD법을 이용하여, 금속 화합물막으로서 TiN막을 형성하는 방법에 대해 설명한다. Cl 함유 금속 화합물로서 티탄(Ti) 함유 원료인 $TiCl_4$ 를 이용하고, $TiCl_4$ 를 치환하는 질화 가스($TiCl_4$ 와 반응하는 반응성 가스)로서 NH_3 를 이용하여 일부에 치환 반응을 일으키게 하지 않는 상태의 결합기를 남긴 상태로 TiN 중간막을 기판 상에 형성한 후, 수소를 이 결합기에 반응시킴으로써, TiN막(Ti-N-H기를 갖는 TiNH막을 포함하는 경우도 있음)을 기판 상에 형성하는 예에 대해 설명한다. 한편, 제1 실시예와 다른 점은 제1 실시예는 ALD법으로 TiN 중간막을 형성하는 것에 반해, 본 실시예는 CVD법으로 TiN 중간막을 형성하는 점이다. 다른 부분만 설명한다. 본 실시예에서 바람직하게 이용하는 기판 처리 장치 등은 제1 실시예에 있어서와 동일하다.
- [0100] CVD법에 따른 TiN막의 퇴적은, 컨트롤러(280)가, 밸브, 매스 플로우 컨트롤러, 진공 펌프 등을 제어하여, 기상 반응(CVD 반응)이 일어나도록, 동시에 존재하는 타이밍이 생기도록 $TiCl_4$ 와 NH_3 를 처리실(201) 내에 공급한다. 이하, 구체적인 성막 시퀀스를 설명한다.
- [0101] 본 공정에서는, $TiCl_4$ 와 NH_3 를 동시에 흘린다. 가스 공급관(310)에 $TiCl_4$ 를, 캐리어 가스 공급관(510)에 캐리어

가스(N_2)를 흘린다. 가스 공급관(310)의 밸브(314), 캐리어 가스 공급관(510)의 밸브(512) 및 배기관(231)의 APC 밸브(243)를 함께 개방한다. 캐리어 가스는, 캐리어 가스 공급관(510)으로부터 흘러 매스 플로우 컨트롤러(512)에 의해 유량 조정된다. $TiCl_4$ 는 가스 공급관(310)으로부터 흘러 매스 플로우 컨트롤러(312)에 의해 유량 조정되며, 기화기(700)에 의해 기화되고, 유량 조정된 캐리어 가스를 혼합하여, 노즐(410)의 가스 공급공(410a)으로부터 처리실(201) 내에 공급된다.

[0102] 또한, 가스 공급관(320)에 NH_3 를, 캐리어 가스 공급관(520)에 캐리어 가스(N_2)를 흘린다. 가스 공급관(320)의 밸브(324), 캐리어 가스 공급관(520)의 밸브(522) 및 배기관(231)의 APC 밸브(243)를 함께 개방한다. 캐리어 가스는, 캐리어 가스 공급관(520)으로부터 흘러 매스 플로우 컨트롤러(522)에 의해 유량 조정된다. NH_3 는, 가스 공급관(320)으로부터 흘러 매스 플로우 컨트롤러(322)에 의해 유량 조정되고, 유량 조정된 캐리어 가스를 혼합하여, 노즐(420)의 가스 공급공(420a)으로부터 처리실(201) 내에 공급된다.

[0103] 그리고, 처리실(201) 내에 공급된 $TiCl_4$ 와 NH_3 는, 배기관(231)으로부터 배기된다. 이 때, APC 밸브(243)를 적정하게 조정하여 처리실(201) 내의 압력을 10~30Pa의 범위로서, 예를 들면 20Pa로 유지한다.

[0104] 매스 플로우 컨트롤러(312)로 제어하는 $TiCl_4$ 의 공급량은 0.1~1.0g/min이다. $TiCl_4$ 의 공급량이 1.0g/min보다 많은 경우, 과잉된 기상 반응이 발생하고, 이 공급량이 상기 범위에 있을 때와 비교하여, 면내 균일성이 악화되거나 파티클의 발생량이 증가한다. $TiCl_4$ 의 공급량이 0.1g/min보다 적은 경우, 이 공급량이 상기 범위에 있을 때와 비교하여, 면내 균일성이 악화된다.

[0105] 매스 플로우 컨트롤러(322)로 제어하는 NH_3 의 공급량은 0.1~0.5slm이다. NH_3 의 공급량이 0.5slm보다 많은 경우, 과잉된 기상 반응이 발생하고, 이 공급량이 상기 범위에 있을 때와 비교하여, 면내 균일성이 악화되거나 파티클의 발생량이 증가한다. NH_3 의 공급량이 0.1slm보다 적은 경우, 이 공급량이 상기 범위에 있을 때와 비교하여 면내 균일성이 악화된다.

[0106] $TiCl_4$ 및 NH_3 에 웨이퍼(200)를 노출하는 시간은 원하는 막두께에 도달할 때까지이다.

[0107] 이 때 히터(207) 온도는, 웨이퍼(200)의 온도가 300℃~550℃의 범위로서, 예를 들면 450℃가 되도록 설정한다. 웨이퍼(200)의 온도가 550℃보다 높은 경우, 웨이퍼(200)에 공급되는 원료가 열분해하고, 면내 균일성의 확보가 어려워진다. 한편, 웨이퍼(200)[처리실(201) 내]의 온도가 300℃보다 낮은 경우, 이 웨이퍼(200)에 성형되는 막중에 잔류하는 불순물이 증가한다.

[0108] 이 때, 처리실(201) 내에 흘리고 있는 가스는, $TiCl_4$ 와 NH_3 및 N_2 , Ar 등의 불활성 가스이며, $TiCl_4$ 와 NH_3 가 기상 반응(열 CVD 반응)을 일으켜, 웨이퍼(200)의 표면이나 하지막 상에 소정 막두께의 TiN 중간막이 퇴적(deposition)된다. 이 때, 성막된 TiN막에는 치환 반응을 일으키지 않는 상태의 Ti와 Cl의 잔류기가 남아 있다.

[0109] 미리 설정된 처리 시간이 경과하면, 가스 공급관(310)의 밸브(314) 및 가스 공급관(320)의 밸브(324)를 닫아 $TiCl_4$ 및 NH_3 의 공급을 정지한다. 이 때 가스 배기관(231)의 APC 밸브(243)는 개방한 상태로 하고, 진공 펌프(246)에 의해 처리실(201) 내를 20Pa 이하가 될 때까지 배기하고, 잔류 $TiCl_4$ 및 NH_3 를 처리실(201) 내로부터 배제한다. 또한 이 때, 가스 공급관(510)의 밸브(514) 및 가스 공급관(520)의 밸브(524)는 개방해 두고, 불활성 가스를 처리실(201) 내로 공급하면, 잔류 $TiCl_4$ 및 NH_3 를 배제하는 효과가 더욱 높아진다.

[0110] CVD법에 의한 TiN막의 막두께는, 공급 시간에 의해 조정한다. 공급 시간이 길면 길수록 막두께를 보다 두껍게 할 수 있고, 공급 시간이 짧으면 짧을수록 막두께를 더욱 얇게 할 수 있다.

[0111] CVD법에 의한 TiN 중간막을 형성한 후, 처리실(201) 내를 승온(昇溫)하고, H_2 를 처리실(201) 내로 공급한다. 처리 조건 등은 제1 실시예와 동일하다.

[0112] 이에 의해, TiN 중간막에 포함되는 미반응의 Cl가 HCl가 되고, 막중으로부터 이탈하여 TiN막이 형성된다. 이 때, 형성된 TiN막에는 Ti-N-Ti 결합만을 갖는 TiN막 성분뿐 아니라, H가 포함되고 Ti-N-H기를 갖는 TiNH막 성분도 포함되는 경우가 있다.

[0113] 또한, 웨이퍼(200)의 온도를 바꿈으로써, 잔류하는 Cl의 농도를 바꿀 수 있다. 잔류하는 Cl의 농도를 감소시키고 싶은 경우에는 웨이퍼(200)의 온도를 보다 고온으로 하고, 잔류하는 Cl의 농도를 증가시키고 싶은 경우에는

웨이퍼(200)의 온도를 보다 저온으로 하면 좋다.

- [0114] 또한, NH_3 의 공급량을 바꾸는 것에 의해서도 잔류하는 Cl의 농도를 바꾸는 것은 가능하다. 예를 들면, 잔류하는 Cl의 농도를 낮게 하는 경우에는 NH_3 의 가스 공급량을 보다 증가시키고, 잔류하는 Cl의 농도를 높게 하는 경우에는 NH_3 의 가스 공급량을 감소시키면 좋다.
- [0115] 또한, NH_3 의 공급 시간을 바꾸는 것에 의해서도 잔류하는 Cl의 농도를 바꾸는 것은 가능하다. 예를 들면, 잔류하는 Cl의 농도를 낮게 하는 경우는 NH_3 의 공급 시간을 보다 길게 하고, 잔류하는 Cl의 농도를 높게 하는 경우에는 NH_3 의 공급 시간을 보다 짧게 한다.
- [0116] 한편, CVD법에 의해 형성한 TiN막 등은, ALD법으로 형성되는 TiN막과 비교하여 고속으로 성장하기 때문에, 원하는 막두께를 얻기 위해서 필요한 시간을 단축할 수 있다.
- [0117] 한편, 제2 실시예에서는, CVD법을 이용하여 TiCl_4 및 NH_3 를 동시에 연속적으로 처리실(201)에 공급함으로써 TiN 중간막을 형성하는 방법에 대해서 설명했는데, 제2 실시예에 따른 TiN 중간막의 형성과 NH_3 에 의한 고온 처리를 단속적(斷續的)(펄스)으로 수행해도 좋다. 이에 의해, CVD법에 의해 형성된 막층의 막질이 개선되며, 예를 들면 저항율을 저감하는 것이 가능하게 된다.
- [0118] 또한, 하지 기관과의 계면(접합부)에서는, 일부에 치환 반응을 일으키게 하지 않는 상태의 결합기를 남긴 상태로 성막을 수행한 후, 상기 결합기에 대해서 H_2 를 반응시키면, 동시에 하지막의 구성 원소와의 결합기를 형성한다. 하지의 구성 원소에 있어서 수소와 반응하는 대상물은, Si, SiGe, Al합금, Cu, Cu합금 등을 들 수 있다. 예를 들면, 하지의 구성 원소에 Si가 포함되는 경우, 계면에서 Cl가 개재하는 Ti-Cl-Si 결합에서는, 저항율이 높다고 생각할 수 있다. 그 Cl를, H_2 를 이용하여 제거하면, 처리 후의 금속 화합물막은 $\text{Ti}_x\text{Si}_y\text{N}_z$ 막이 된다.
- [0119] 또한, 상기의 실시예에서는, H_2 는 NH_3 의 공급관에 합류하고, NH_3 의 노즐로부터 공급한다고 기재했는데, 이에 한정하지 않고, 독립하여 처리실 내에 H_2 의 노즐을 입설(立設)해도 좋다. H_2 는 기존의 노즐로부터 공급하도록 해도 좋고, H_2 전용의 노즐로부터 공급하도록 해도 좋다.
- [0120] 또한, 상기의 실시예에서는, 일부에 치환 반응을 일으키게 하지 않는 상태의 결합기를 남긴 상태로 성막을 수행하는 공정과, H_2 로 잔류하는 Cl를 제거하는 공정을 동일한 처리실 또는 기관 처리 장치로 수행하고 있는데, 다른 처리실 또는 기관 처리 장치로 수행해도 좋다.
- [0121] 또한, 본 발명에 있어서 H_2 를 공급할 때에는, H_2 를, 플라즈마, 전자 빔, 필라멘트(filament) 전극 등을 이용하여 활성화시켜, 처리실(201)에 공급해도 좋다. 이에 의해, H_2 를 공급할 때의 웨이퍼(200)의 온도를 저온화하는 것이 가능하게 된다. 또한, 하지와의 접촉 저항의 저감이 요구되는 Si와의 콘택트 등의 용도에 대한 적용도 가능하게 된다.
- [0122] 상기 실시예에서는, TiN막을 형성하는 예에 대해서 설명했는데, 이에 한정하지 않고, 염화하프늄(HfCl_4)이나 염화알루미늄(AlCl_3) 등의 Cl 함유 원료를 이용하는 Hf 함유막이나 Al 함유막의 성막에 대해서도 적용할 수 있다.
- [0123] 한편, 본 발명은 종형 장치의 사용을 전제로 한 것이 아니고, 예를 들면, 횡형 장치여도 좋다. 또한, 복수의 피처리 기관을 동시에 처리하는 배치(batch)식 장치의 사용을 전제로 한 것은 아니고, 매엽(枚葉) 장치여도 적용 가능하다. 또한, 종형 장치의 경우에는, 그 반응관 내부에 피처리 기관과 실질적으로 동일한 직경을 갖는 내부관이 존재하고 있고, 그 내부관의 내측에 위치하는 피처리 기관의 사이에 측방으로부터 가스를 도입 및 배기하는 구성으로 해도 좋다.
- [0124] [본 발명의 바람직한 형태]
- [0125] 이하, 본 발명의 바람직한 형태에 대해 부기한다.
- [0126] (부기 1)
- [0127] 본 발명의 일 형태에 의하면,
- [0128] Cl 함유 금속 화합물과, Cl 함유 금속 화합물을 반응하는 반응성 가스를 기관에 공급하고, Cl 함유 금속 화합물의

일부에 치환 반응을 일으키게 하지 않는 상태의 결합기를 소정의 농도로 남기도록 처리 조건을 제어하여 기판에 금속 중간막을 형성하는 제1 공정과,

[0129] H₂를 기판에 공급하고, 금속 중간막에 포함되는 결합기를 치환하는 제2 공정을 포함하며, 제1 공정과 제2 공정을 차례로 수행함으로써, 금속막을 형성하는 것을 특징으로 하는 반도체 장치의 제조 방법이 제공된다.

[0130] (부기 2)

[0131] 바람직하게는, 처리 조건은 기판의 가열 온도, 반응성 가스의 공급량, 반응성 가스의 공급 시간 중 어떤 것이다.

[0132] (부기 3)

[0133] 바람직하게는, Cl 함유 금속 화합물은 TiCl₄이고, 반응성 가스는 NH₃이며, 금속막은 TiN막이다.

[0134] (부기 4)

[0135] 바람직하게는, TiN막은 Ti-N-H기를 포함한다.

[0136] (부기 5)

[0137] 바람직하게는, 금속 중간막은, Cl 함유 금속 화합물과 반응성 가스를 교호로 기판에 공급하여 형성한다.

[0138] (부기 6)

[0139] 바람직하게는, 금속 중간막은, Cl 함유 금속 화합물과 반응성 가스를 동시에 기판에 공급하여 형성한다.

[0140] (부기 7)

[0141] 바람직하게는, 기판의 하지막이 Si, SiGe, Al 합금, Cu, Cu 합금 중 어떤 것이다.

[0142] (부기 8)

[0143] 바람직하게는, 기판의 하지막이 Si이며, 기판과 금속막과의 계면에 Ti_xSi_yN_z막이 형성된다.

[0144] (부기 9)

[0145] 바람직하게는, 제1 공정과 제2 공정은 기판의 온도를 바꾸어 수행한다.

[0146] (부기 10)

[0147] 바람직하게는, 제1 공정과 제2 공정은 동일한 처리실 내에서 수행한다.

[0148] (부기 11)

[0149] 바람직하게는, 제1 공정과 제2 공정은 다른 처리실 내에서 수행한다.

[0150] (부기 12)

[0151] 바람직하게는, H₂는 플라즈마, 전자 빔 및 필라멘트 전극 중 어떤 것을 이용하여 활성화시켜 이용한다.

[0152] (부기 13)

[0153] 본 발명의 다른 형태에 의하면,

[0154] 기판을 수용하는 처리실과,

[0155] 기판을 가열하는 가열 수단과,

[0156] 기판에 Cl 함유 금속 화합물을 공급하는 제1 가스 공급 수단과,

[0157] 기판에 Cl 함유 금속 화합물과 반응하는 반응성 가스를 공급하는 제2 가스 공급 수단과,

[0158] 기판에 H₂를 공급하는 제3 가스 공급 수단과,

[0159] 처리실 내의 분위기를 배기하는 배기 수단과,

[0160] 가열 수단, 제1 가스 공급 수단, 제2 가스 공급 수단, 제3 가스 공급 수단 및 배기 수단을 제어하는 제어부를

포함하고,

- [0161] 제어부는 가열 수단, 제1 가스 공급 수단, 제2 가스 공급 수단, 제3 가스 공급 수단 및 배기 수단을 제어하여,
- [0162] 기관을 가열하면서, C1함유 금속 화합물 및 반응성 가스를 기관에 공급하고, C1함유 금속 화합물의 일부에 치환 반응을 일으키게 하지 않는 상태의 결합기를 소정의 농도로 남기도록 처리 조건을 제어하여 기관에 금속 중간막을 형성한 후,
- [0163] H₂를 기관에 공급하고, 금속 중간막에 포함되는 결합기를 치환함으로써, 금속막을 형성하는 것을 특징으로 하는 기관 처리 장치가 제공된다.
- [0164] (부기 14)
- [0165] 바람직하게는, 처리 조건이란 기관의 가열 온도, 반응성 가스의 공급량, 반응성 가스의 공급 시간 중 어떤 것이다.
- [0166] (부기 15)
- [0167] 본 발명의 일 형태에 의하면, 상기의 반도체 장치의 제조 방법으로 형성된 반도체 장치가 제공된다.
- [0168] (부기 16)
- [0169] 본 발명의 일 형태에 의하면, 상기의 기관 처리 장치로 형성된 반도체 장치가 제공된다.
- [0170] (부기 17)
- [0171] 본 발명의 다른 형태에 의하면,
- [0172] 무기 금속 화합물 또는 유기 금속 화합물 중 어느 하나와, 금속 화합물에 대해서 반응성을 갖는 제1 가스를 반응시킴으로써, 피처리 기관 상에 순금속(純金屬) 혹은 금속 화합물막을 형성하는 성막 방법으로서, 일부에 치환 반응을 일으키지 않는 상태의 결합기를 남긴 상태로 성막을 수행한 후, 결합기에 대해서 제2 가스를 반응시킴으로써, 금속막 화합물의 조성을 제어하는 것을 특징으로 하는 성막 방법 및 성막 장치가 제공된다.
- [0173] (부기 18)
- [0174] 바람직하게는, 상기의 성막은 ALD법 또는 CVD법으로 수행한다.
- [0175] (부기 19)
- [0176] 바람직하게는, 금속 화합물이 TiCl₄, 제1 가스가 NH₃, 제2 가스가 H₂이다.
- [0177] (부기 20)
- [0178] 바람직하게는, 처리 후의 금속 화합물막이 TixNy, TixNyHz이다.
- [0179] (부기 21)
- [0180] 본 발명의 다른 형태에 의하면,
- [0181] 무기 금속 화합물 또는 유기 금속 화합물 중 어느 하나와, 금속 화합물에 대해서 반응성을 갖는 제1 가스를 반응시킴으로써, 피처리 기관 상에 순금속 혹은 금속 화합물막을 형성하는 성막 방법으로서, 일부에 치환 반응을 일으키지 않는 상태의 결합기를 남긴 상태로 성막을 수행한 후, 결합기에 대해서 제2 가스를 반응시킴과 동시에 하지막의 구성 원소와의 결합기를 형성하는 것을 특징으로 하는 성막 방법 및 성막 장치가 제공된다.
- [0182] (부기 22)
- [0183] 바람직하게는, 상기의 성막은 ALD법 또는 CVD법으로 수행한다.
- [0184] (부기 23)
- [0185] 바람직하게는, 금속 화합물이 TiCl₄, 제1 가스가 NH₃, 제2 가스가 H₂, 하지 중 반응시키는 대상물이 Si, SiGe, Al합금, Cu, Cu합금 중 어떤 것이다.
- [0186] (부기 24)

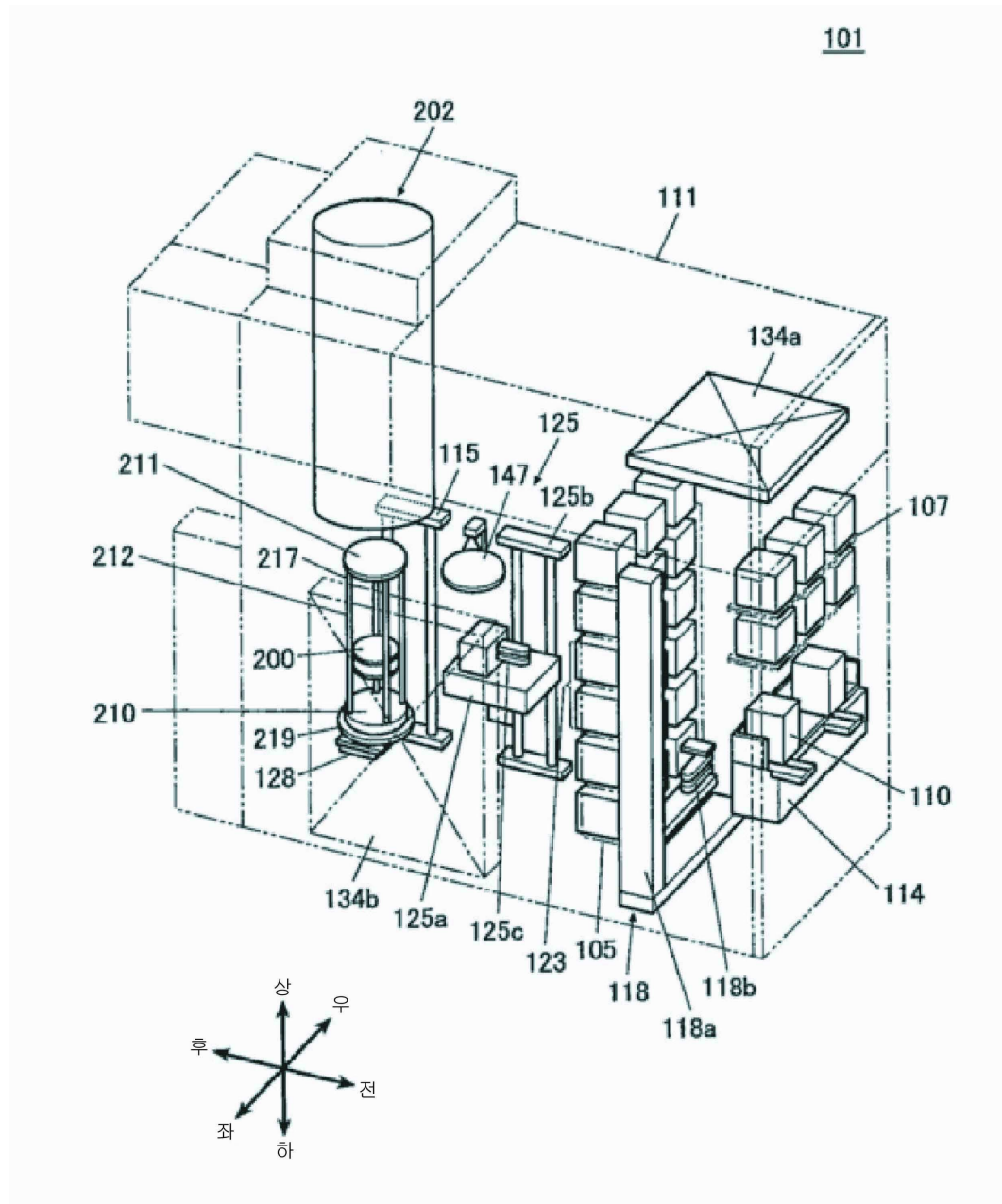
- [0187] 바람직하게는, 처리 후의 금속 화합물막이 TixNySiz이다.
- [0188] (부기 25)
- [0189] 바람직하게는, 제1 반응과 제2 반응을 다른 온도 영역에서 실시한다.
- [0190] (부기 26)
- [0191] 바람직하게는, 제1 반응과 제2 반응을 다른 처리실 또는 처리 장치에서 실시한다.
- [0192] (부기 27)
- [0193] 본 발명의 다른 형태에 의하면, 적어도 2 종류의 환원성 재료를 독자적으로 제어하고, 동시 혹은 다른 타이밍과 유량으로 임의로 반응실 내에 도입할 수 있는 것을 특징으로 하는 CVD 성막 장치 및 ALD 성막 장치가 제공된다.
- [0194] (부기 28)
- [0195] 바람직하게는, 동시에 복수 개의 기관을 처리할 수 있다.
- [0196] (부기 29)
- [0197] 바람직하게는, 제2 반응에 있어서, 플라즈마, 전자 빔, 필라멘트 전극 중 어떤 것을 이용하여 가스를 활성화한다.

부호의 설명

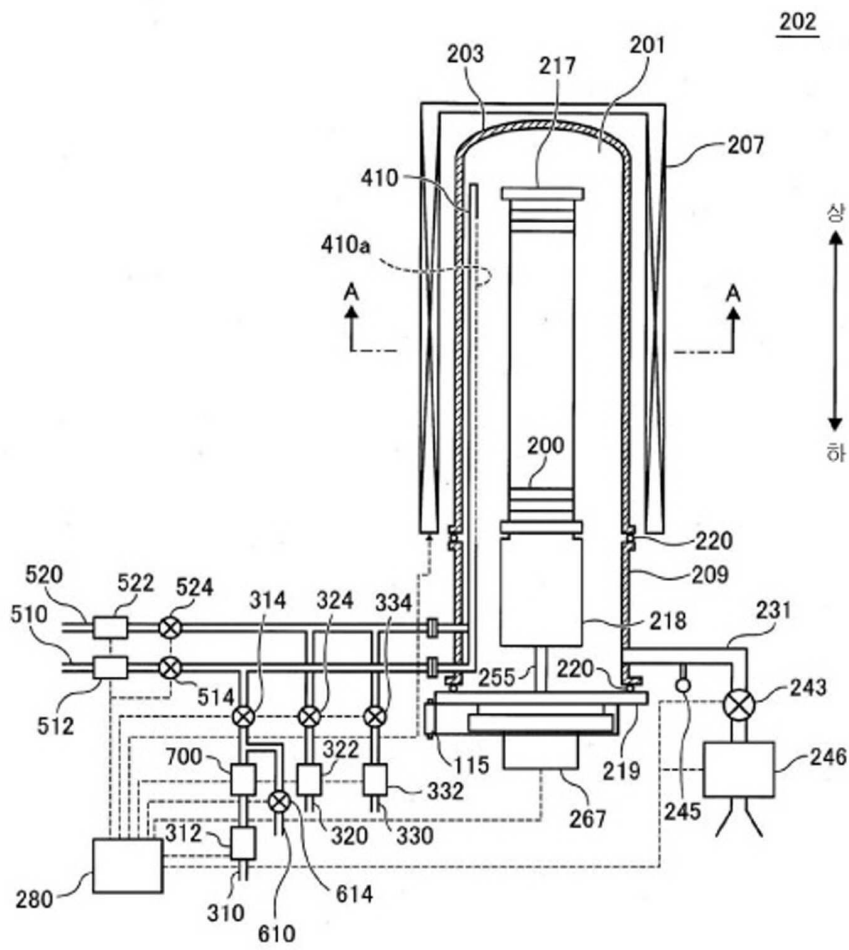
- | | | |
|--------|-----------------------------|------------------------|
| [0198] | 101 : 기관 처리 장치 | 200 : 웨이퍼 |
| | 201 : 처리실 | 202 : 처리로 |
| | 203 : 반응관 | 207 : 히터 |
| | 217 : 보트 | 218 : 보트 지지대 |
| | 231 : 배기관 | 243 : APC 밸브 |
| | 246 : 진공 펌프 | 267 : 보트 회전 기구 |
| | 280 : 컨트롤러 | 310, 320, 330 : 가스 공급관 |
| | 312, 322, 332 : 매스 플로우 컨트롤러 | 314, 324, 334 : 밸브 |
| | 410, 420 : 노즐 | 410a, 420a : 가스 공급공 |

도면

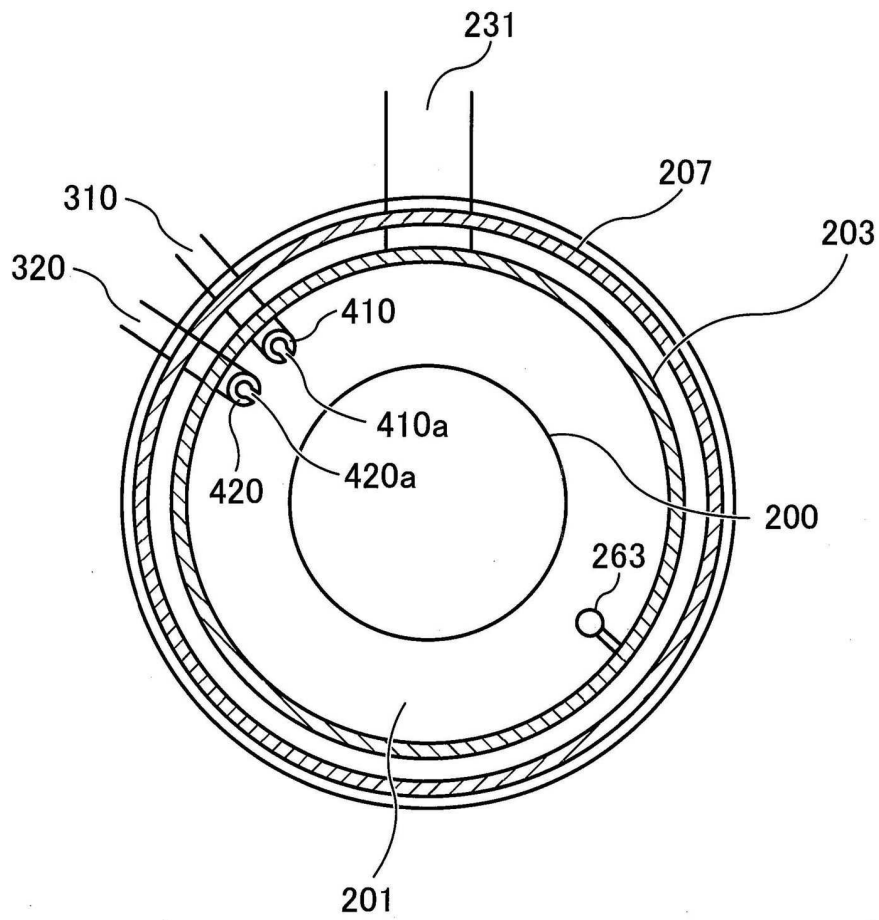
도면1



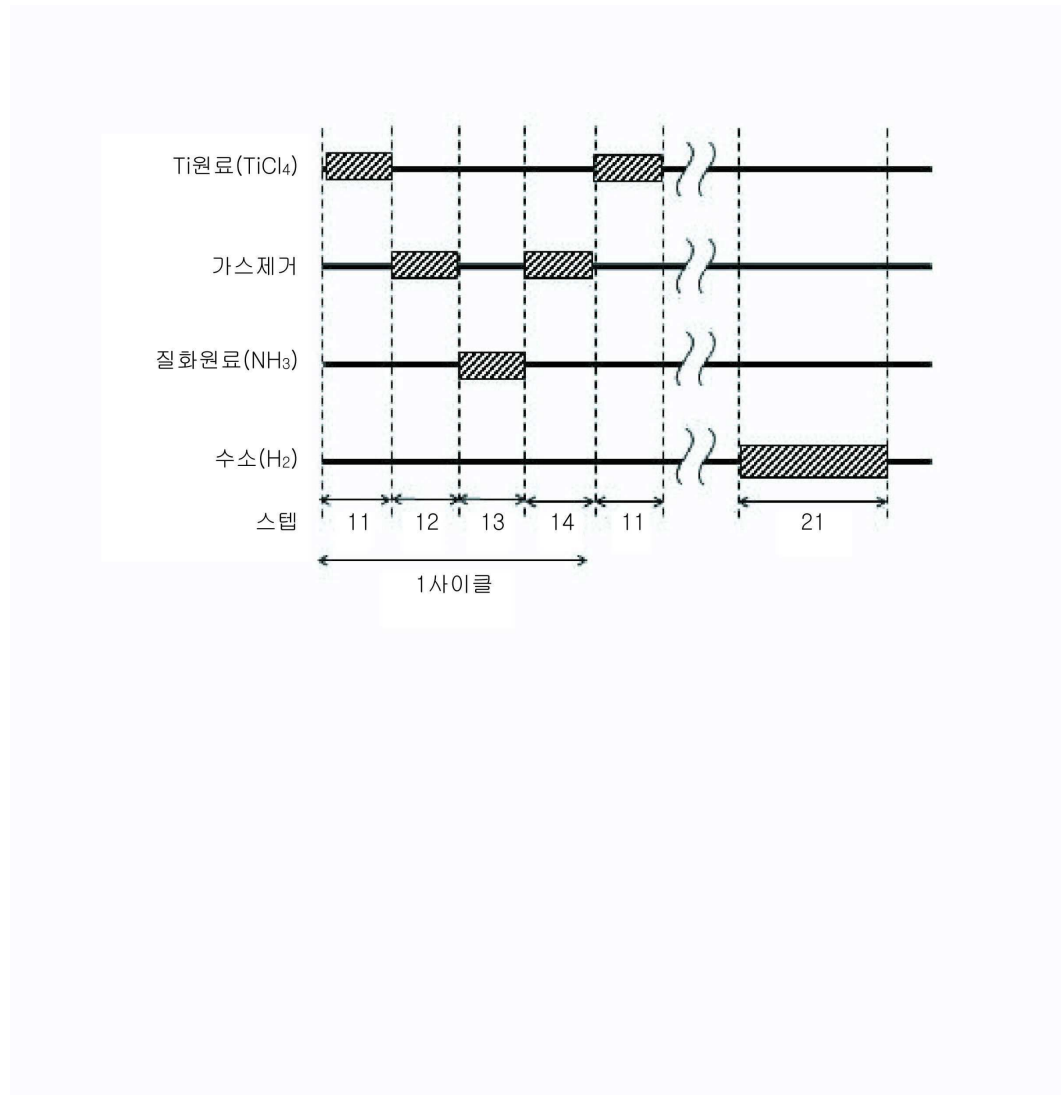
도면2



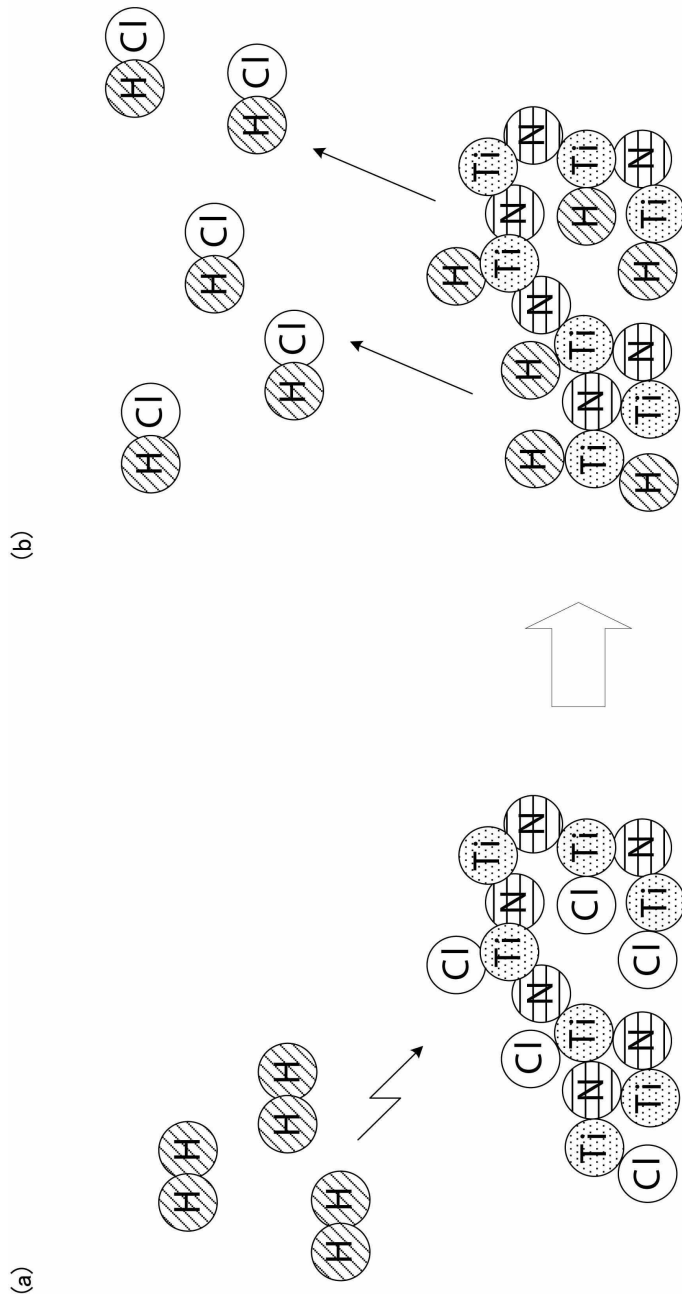
도면3



도면4



도면5



도면6

