



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년02월08일
(11) 등록번호 10-2213487
(24) 등록일자 2021년02월02일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/02 (2006.01) C23C 24/04 (2006.01)
H01L 21/3065 (2006.01) H01L 21/31 (2006.01)
H01L 21/763 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
H01L 21/02595 (2013.01)
C23C 24/04 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2019-7035509(분할)
- (22) 출원일자(국제) 2015년12월25일
심사청구일자 2019년11월29일
- (85) 번역문제출일자 2019년11월29일
- (65) 공개번호 10-2019-0135576
- (43) 공개일자 2019년12월06일
- (62) 원출원 특허 10-2018-7016450
원출원일자(국제) 2015년12월25일
심사청구일자 2018년06월11일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2015/086337
- (87) 국제공개번호 WO 2017/109975
국제공개일자 2017년06월29일
- (30) 우선권주장
JP-P-2015-251873 2015년12월24일 일본(JP)
- (56) 선행기술조사문헌
KR1020140147143 A*
(뒷면에 계속)

- (73) 특허권자
토토 가부시기가이샤
일본 후쿠오카켄 기타큐슈시 고쿠라키타쿠 나카시
마 2초메1반 1고
- (72) 발명자
이와사와 준이치
일본 후쿠오카켄 기타큐슈시 고쿠라키타쿠 나카시
마 2초메 1반 1고 토토 가부시기가이샤 나이
- (74) 대리인
하영욱

전체 청구항 수 : 총 8 항

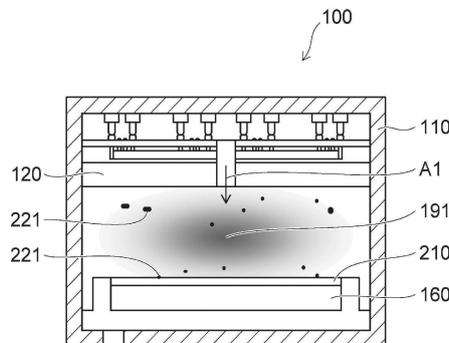
심사관 : 박부식

(54) 발명의 명칭 **내플라즈마성 부재**

(57) 요약

기재와, 상기 기재의 표면에 형성되어 이트리아 다결정체를 포함하고 내플라즈마성을 갖는 층상 구조물을 구비하고, 상기 층상 구조물을 구성하는 이트리아 다결정체에 포함되는 결정자끼리는 이상을 통해서 접합되어 있지 않고, 상기 층상 구조물을 구성하는 이트리아 다결정체는 입방정만을 포함하는 결정 구조 또는 입방정과 단사정이 혼재한 결정 구조를 갖고, 상기 층상 구조물을 구성하는 이트리아 다결정체 중에 있어서의 입방정에 대한 단사정의 비율의 평균값은 0%보다 크고 60% 이하인 것을 특징으로 하는 내플라즈마성 부재.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

H01L 21/02609 (2013.01)

H01L 21/3065 (2013.01)

H01L 21/31 (2021.01)

H01L 21/763 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

KR1020140108307 A*

JP2007131943 A*

JP2006089338 A

KR101094725 B1*

WO2013176168 A1

WO2013099890 A1

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

기재와,

상기 기재의 표면에 형성되어 이트리아 다결정체를 포함하고 내플라즈마성을 갖는 층상 구조물을 구비하고,

상기 층상 구조물을 구성하는 이트리아 다결정체에 포함되는 결정자끼리는 이상을 통해서 접합되어 있지 않고,

상기 층상 구조물을 구성하는 이트리아 다결정체는 입방정만을 포함하는 결정 구조 또는 입방정과 단사정이 혼재한 결정 구조를 갖고,

상기 층상 구조물을 구성하는 이트리아 다결정체 중에 있어서의 입방정에 대한 단사정의 비율의 평균값은 0%보다 크고 60% 이하인 것을 특징으로 하는 내플라즈마성 부재.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 층상 구조물을 구성하는 이트리아 다결정체에 있어서의 상기 입방정에 대한 단사정의 비율의 분포의 표준편차는 0% 이상 15% 이하인 것을 특징으로 하는 내플라즈마성 부재.

청구항 3

기재와,

상기 기재의 표면에 형성되어 이트리아 다결정체를 포함하고 내플라즈마성을 갖는 층상 구조물을 구비하고,

상기 층상 구조물을 구성하는 이트리아 다결정체에 포함되는 결정자끼리는 이상을 통해서 접합되어 있지 않고,

상기 층상 구조물을 구성하는 이트리아 다결정체는 입방정만을 포함하는 결정 구조 또는 입방정과 단사정이 혼재한 결정 구조를 갖고,

상기 층상 구조물을 구성하는 이트리아 다결정체 중에 있어서의 입방정에 대한 단사정의 비율의 평균값은 25% 이하인 것을 특징으로 하는 내플라즈마성 부재.

청구항 4

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 층상 구조물을 구성하는 이트리아 다결정체의 평균 결정자 사이즈는 12나노미터 이상 40나노미터 이하인 것을 특징으로 하는 내플라즈마성 부재.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 층상 구조물을 구성하는 이트리아 다결정체의 결정자 사이즈 분포의 표준편차는 0.1나노미터 이상 1.1나노미터 이하인 것을 특징으로 하는 내플라즈마성 부재.

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

제 1 항 내지 제 3 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 층상 구조물을 구성하는 이트리아 다결정체 중에 있어서의 이트륨(Y)의 원자수 농도에 대한 산소(O)의 원자수 농도의 비(O/Y)는 1.3 이상 1.8 이하인 것을 특징으로 하는 내플라즈마성 부재.

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

제 4 항에 있어서,

상기 층상 구조물을 구성하는 이트리아 다결정체 중에 있어서의 이트륨(Y)의 원자수 농도에 대한 산소(O)의 원자수 농도의 비(O/Y)는 1.3 이상 1.8 이하인 것을 특징으로 하는 내플라즈마성 부재.

청구항 14

제 5 항에 있어서,

상기 층상 구조물을 구성하는 이트리아 다결정체 중에 있어서의 이트륨(Y)의 원자수 농도에 대한 산소(O)의 원자수 농도의 비(O/Y)는 1.3 이상 1.8 이하인 것을 특징으로 하는 내플라즈마성 부재.

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명의 형태는 일반적으로 내플라즈마성 부재에 관한 것이고, 구체적으로는 챔버 내에서 드라이 에칭, 애싱, 스퍼터링 및 CVD 등의 처리를 행하는 반도체 제조 장치에 사용되는 내플라즈마성 부재에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 반도체의 제조 프로세스에 있어서는 제조되는 디바이스의 불량률의 저감에 의한 수율의 향상과, 수율의 안정성이 요구되고 있다.

[0003] 이에 대하여, 챔버의 천장부가 석영 유리에 의해 구성되고, 천장부의 내면에 형성된 미소 요철부의 평균 표면 조도가 0.2~5 μ m인 전자 디바이스의 제조 장치가 있다(특허문헌 1). 또한, 포어나 입계층이 존재하지 않고, 내플라즈마성 부재로부터의 탈립의 발생을 억제·저감시키는 내플라즈마성 부재가 있다(특허문헌 2).

[0004] 반도체의 제조 프로세스 중에서는 제조되는 디바이스의 불량률의 저감에 의한 수율의 향상 때문에, 챔버의 내벽에 내플라즈마성이 우수한 이트리아막을 코팅하여 파티클의 발생을 저감시키고 있다. 또한, 작금에는 반도체 디바이스의 미세 패터닝이 진행되고, 나노 레벨에서의 파티클의 안정적인 컨트롤이 요구되고 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0005] (특허문헌 0001) 일본 특허 제 3251215호 공보
(특허문헌 0002) 일본 특허 제 3864958호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0006] 파티클을 저감시킬 수 있고, 챔버 조건을 안정적으로 유지할 수 있는 내플라즈마성 부재를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0007] 본 발명의 일 양태에 의하면, 기재와, 상기 기재의 표면에 형성되어 이트리아 다결정체를 포함하고 내플라즈마성을 갖는 층상 구조물을 구비하고, 상기 층상 구조물을 구성하는 이트리아 다결정체에 포함되는 결정자끼리는 이상(異相)을 통해서 접합되어 있지 않고, 상기 층상 구조물을 구성하는 이트리아 다결정체는 입방정만을 포함하는 결정 구조 또는 입방정과 단사정이 혼재한 결정 구조를 갖고, 상기 층상 구조물을 구성하는 이트리아 다결정체 중에 있어서의 입방정에 대한 단사정의 비율의 평균값은 0%보다 크고 60% 이하인 것을 특징으로 하는 내플라즈마성 부재가 제공된다.

도면의 간단한 설명

- [0008] 도 1은 본 발명의 실시형태에 따른 내플라즈마성 부재를 구비한 반도체 제조 장치를 나타내는 모식적인 단면도이다.
도 2는 내플라즈마성 부재의 표면에 형성된 층상 구조물의 표면을 나타내는 사진도이다.
도 3은 내플라즈마성 부재의 표면에 형성된 층상 구조물의 구조와 내약품성의 관계를 나타낸 표이다.
도 4는 내플라즈마성 부재의 표면에 형성된 층상 구조물의 표면을 나타내는 사진도이다.
도 5는 3차원 표면 정상 파라미터를 설명하는 모식도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0009] 제 1 발명은 기재와, 상기 기재의 표면에 형성되어 이트리아 다결정체를 포함하고 내플라즈마성을 갖는 층상 구조물을 구비하고, 상기 층상 구조물을 구성하는 이트리아 다결정체에 포함되는 결정자끼리는 이상을 통해서 접합되어 있지 않고, 상기 층상 구조물을 구성하는 이트리아 다결정체는 입방정만을 포함하는 결정 구조 또는 입방정과 단사정이 혼재한 결정 구조를 갖고, 상기 층상 구조물을 구성하는 이트리아 다결정체 중에 있어서의 입방정에 대한 단사정의 비율의 평균값은 0%보다 크고 60% 이하인 것을 특징으로 하는 내플라즈마성 부재이다.
- [0010] 이 내플라즈마성 부재에 의하면, 층상 구조물은 이트리아 소성체나 이트리아 용사막 등과 비교하면 치밀한 구조를 갖는다. 이에 따라, 내플라즈마성 부재의 내플라즈마성은 소성체나 용사막 등의 내플라즈마성보다 높다. 또한, 내플라즈마성 부재가 파티클의 발생원이 될 확률은 소성체나 용사막 등이 파티클의 발생원이 될 확률보다 낮다. 이에 따라, 내플라즈마성 부재의 내플라즈마성을 유지함과 아울러, 파티클을 저감시킬 수 있다. 또한, 층상 구조물 중에 있어서, 입방정에 대한 단사정의 비율의 평균값을 60% 이하로 함으로써, 메인터넌스시의 화학세정 후에 있어서 층상 구조물의 내약품성을 유지할 수 있다. 챔버 내에 탑재되는 내플라즈마성 부재의 내약품성을 유지함으로써 침식에 의해 표면 상태가 변화되지 않기 때문에, 챔버 내에 발생시키는 플라즈마의 상태를 안정화시킬 수 있다. 이에 따라, 반도체의 제조 프로세스 중에 발생하는 파티클을 저감시킬 수 있고, 챔버 조건을 안정적으로 유지할 수 있다.
- [0011] 제 2 발명은 제 1 발명에 있어서, 상기 층상 구조물을 구성하는 이트리아 다결정체에 있어서의 입방정에 대한 단사정의 상기 비율 분포의 표준편차는 0% 이상 15% 이하인 것을 특징으로 하는 내플라즈마성 부재이다.

- [0012] 이 내플라즈마성 부재에 의하면, 층상 구조물을 구성하는 이트리아 다결정체는 불균일이 적고 치밀한 결정 구조를 갖는다. 이에 따라, 메인터넌스시의 화학 세정에 있어서의 층상 구조물의 내약품성을 더욱 향상시킬 수 있다.
- [0013] 제 3 발명은 기재와, 상기 기재의 표면에 형성되어 이트리아 다결정체를 포함하고 내플라즈마성을 갖는 층상 구조물을 구비하고, 상기 층상 구조물을 구성하는 이트리아 다결정체에 포함되는 결정자끼리는 이상을 통해서 접합되어 있지 않고, 상기 층상 구조물을 구성하는 이트리아 다결정체는 입방정만을 포함하는 결정 구조 또는 입방정과 단사정이 혼재한 결정 구조를 갖고, 상기 층상 구조물을 구성하는 이트리아 다결정체 중에 있어서의 입방정에 대한 단사정의 비율의 평균값은 25% 이하인 것을 특징으로 하는 내플라즈마성 부재이다.
- [0014] 이 내플라즈마성 부재에 의하면, 층상 구조물은 이트리아 소성체나 이트리아 용사막 등과 비교하면 치밀한 구조를 갖는다. 이에 따라, 내플라즈마성 부재의 내플라즈마성은 소성체나 용사막 등의 내플라즈마성보다 높다. 또한, 내플라즈마성 부재가 파티클의 발생원이 될 확률은 소성체나 용사막 등이 파티클의 발생원이 될 확률보다 낮다. 이에 따라, 내플라즈마성 부재의 내플라즈마성을 유지함과 아울러, 파티클을 저감시킬 수 있다. 또한, 층상 구조물 중에 있어서, 입방정에 대한 단사정의 비율의 평균값을 25% 이하로 함으로써, 메인터넌스시의 화학 세정 후에 있어서 층상 구조물의 내약품성을 유지할 수 있다. 챔버 내에 탑재되는 내플라즈마성 부재의 내약품성을 유지함으로써 침식에 의해 표면 상태가 변화되지 않기 때문에, 챔버 내에 발생시키는 플라즈마의 상태를 안정화시킬 수 있다. 이에 따라, 반도체의 제조 프로세스 중에 발생하는 파티클을 저감시킬 수 있고, 챔버 컨디션을 안정적으로 유지할 수 있다.
- [0015] 제 4 발명은 제 1~제 3 중 어느 하나의 발명에 있어서, 상기 층상 구조물을 구성하는 이트리아 다결정체의 평균 결정자 사이즈는 12나노미터 이상 40나노미터 이하인 것을 특징으로 하는 내플라즈마성 부재이다.
- [0016] 이 내플라즈마성 부재에 의하면, 이트리아 다결정체의 평균 결정자 사이즈는 매우 작다. 이러한 치밀한 이트리아 다결정체에 의해 층상 구조물이 구성됨으로써, 반도체의 제조 프로세스 중에 챔버 내에서 발생하는 파티클을 보다 저감시킬 수 있다.
- [0017] 제 5 발명은 제 4 발명에 있어서, 상기 층상 구조물을 구성하는 이트리아 다결정체의 결정자 사이즈 분포의 표준편차는 0.1나노미터 이상 1.1나노미터 이하인 것을 특징으로 하는 내플라즈마성 부재이다.
- [0018] 이 내플라즈마성 부재에 의하면, 이트리아 다결정체의 평균 결정자 사이즈, 및 그 이트리아 다결정체에 있어서의 결정자 사이즈 분포의 표준편차는 각각 매우 작다. 이러한 치밀한 이트리아 다결정체에 의해 층상 구조물이 구성됨으로써, 반도체의 제조 프로세스 중에 챔버 내에서 발생하는 파티클을 보다 저감시킬 수 있다.
- [0019] 제 6 발명은 제 1~제 5 중 어느 하나의 발명에 있어서, 상기 층상 구조물을 구성하는 이트리아 다결정체의 평균 격자 변형은 0.2% 이상 0.5% 이하인 것을 특징으로 하는 내플라즈마성 부재이다.
- [0020] 이 내플라즈마성 부재에 의하면, 이트리아 다결정체의 평균 격자 변형은 매우 작다. 이에 따라, 층상 구조물을 구성하는 이트리아 다결정체의 결정자 사이즈를 미세한 크기로 유지하면서, 메인터넌스시의 화학 세정 후에 있어서 층상 구조물의 내약품성을 유지할 수 있다. 이에 따라, 반도체의 제조 프로세스 중에 발생하는 파티클을 저감시킬 수 있고, 챔버 컨디션을 안정적으로 유지할 수 있다.
- [0021] 제 7 발명은 제 6 발명에 있어서, 상기 층상 구조물을 구성하는 이트리아 다결정체의 격자 변형 분포의 표준편차는 0.003% 이상 0.04% 이하인 것을 특징으로 하는 내플라즈마성 부재이다.
- [0022] 이 내플라즈마성 부재에 의하면, 이트리아 다결정체의 평균 격자 변형, 및 그 이트리아 다결정체의 격자 변형 분포의 표준편차는 각각 매우 작다. 이에 따라, 층상 구조물을 구성하는 이트리아 다결정체의 결정자 사이즈를 미세한 크기로 유지하면서, 메인터넌스시의 화학 세정 후에 있어서 층상 구조물의 내약품성을 유지할 수 있다. 이에 따라, 반도체의 제조 프로세스 중에 발생하는 파티클을 저감시킬 수 있고, 챔버 컨디션을 안정적으로 유지할 수 있다.
- [0023] 제 8 발명은 제 1~제 7 중 어느 하나의 발명에 있어서, 상기 층상 구조물을 구성하는 이트리아 다결정체 중에 있어서의 이트륨(Y)의 원자수 농도에 대한 산소(O)의 원자수 농도의 비(O/Y)는 1.3 이상 1.8 이하인 것을 특징으로 하는 내플라즈마성 부재이다.
- [0024] 이 내플라즈마성 부재에 의하면, 이트리아 입자 사이의 결합이 보다 강고해지기 때문에, 파티클을 저감시킬 수 있다. 또한, 보다 치밀한 구조이기 때문에, 메인터넌스시의 화학 세정 후에 있어서 층상 구조물 내부에의 약품의 침투를 억제할 수 있기 때문에, 층상 구조물의 내약품성을 유지할 수 있다. 이에 따라, 반도체의 제조 프로

세스 중에 발생하는 파티클을 저감시킬 수 있고, 챔버 컨디션을 안정적으로 유지할 수 있다.

- [0025] 이하, 본 발명의 실시형태에 대해서 도면을 참조하면서 설명한다. 또한, 각 도면 중, 동일한 구성 요소에는 동일한 부호를 첨부하여 상세한 설명은 적당히 생략한다.
- [0026] 도 1은 본 발명의 실시형태에 이러한 내플라즈마성 부재를 구비한 반도체 제조 장치를 나타내는 모식적인 단면도이다.
- [0027] 도 1에 나타난 반도체 제조 장치(100)는 챔버(110)와, 내플라즈마성 부재(120)와, 정전 척(160)을 구비한다. 내플라즈마성 부재(120)는, 예를 들면 천장판 등이라고 하고, 챔버(110)의 내부에 있어서의 상부에 설치되어 있다. 정전 척(160)은 챔버(110)의 내부에 있어서의 하부에 설치되어 있다. 즉, 내플라즈마성 부재(120)는 챔버(110)의 내부에 있어서 정전 척(160) 상에 설치되어 있다. 웨이퍼(210) 등의 피흡착물은 정전 척(160) 상에 적재된다.
- [0028] 내플라즈마성 부재(120)는, 예를 들면 알루미늄(Al_2O_3)를 포함하는 기체의 표면에, 산화이트륨(Y_2O_3) 다결정체를 포함하는 층상 구조물(123)이 형성된 구조를 갖는다. 이트리아 다결정체의 층상 구조물(123)은 「에어로졸 디포지션법」에 의해 형성되어 있다. 또한, 기체의 재료는 알루미늄 등의 세라믹스에 한정되지 않고, 석영, 알루미트, 금속 또는 유리 등이어도 좋다.
- [0029] 「에어로졸 디포지션법」은 취성 재료를 포함하는 미립자를 가스 중에 분시킨 「에어로졸」을 노즐로부터 기체를 향하여 분사하여 금속이나 유리, 세라믹스나 플라스틱 등의 기체에 미립자를 충돌시키고, 이 충돌의 충격에 의해 취성 재료 미립자에 변형이나 파쇄를 일으키게 해서 이것들을 접합시키고, 기체 상에 미립자의 구성 재료로 이루어지는 층상 구조물(막상 구조물이라고 함)(123)을 다이렉트로 형성시키는 방법이다. 이 방법에 의하면, 특히 가열 수단이나 냉각 수단 등을 필요로 하지 않고, 상온에서 층상 구조물(123)의 형성이 가능하고, 소성체와 동등 이상의 기계적 강도를 갖는 층상 구조물(123)을 얻을 수 있다. 또한, 미립자를 충돌시키는 조건이나 미립자의 형상, 조성 등을 제어함으로써, 층상 구조물(123)의 밀도나 기계 강도, 전기 특성 등을 다양하게 변화시키는 것이 가능하다.
- [0030] 또한, 본원 명세서에 있어서 「다결정」이란 결정 입자가 접합·집적하여 이루어지는 구조체를 말한다. 결정 입자는 실질적으로 하나로 결정을 구성한다. 결정 입자의 지름은, 통상 5나노미터(nm) 이상이다. 단, 미립자가 파쇄되지 않고 구조물 중에 도입되는 경우에는 결정 입자는 다결정이다.
- [0031] 또한, 본원 명세서에 있어서 「미립자」란 일차 입자가 치밀질 입자인 경우에는 입도 분포 측정이나 주사형 전자현미경 등에 의해 분류되는 평균 입경이 5마이크로미터(μm) 이하의 것을 말한다. 일차 입자가 충격에 의해 파쇄되기 쉬운 다공질 입자인 경우에는 평균 입경이 $50\mu m$ 이하의 것을 말한다.
- [0032] 또한, 본원 명세서에 있어서 「에어로졸」이란 헬륨, 질소, 아르곤, 산소, 건조 공기, 이것들을 포함하는 혼합가스 등의 가스 중에 상술의 미립자를 분산시킨 고체기체 혼합상체를 가리키고, 일부 「응집체」를 포함할 경우도 있지만, 실질적으로는 미립자가 단독으로 분산되어 있는 상태를 말한다. 에어로졸의 가스 압력과 온도는 임의이지만, 가스 중의 미립자의 농도는 가스압을 1기압, 온도를 섭씨 $20^{\circ}C$ 로 환산했을 경우에 토출구로부터 분사되는 시점에 있어서 0.0003mL/L~5mL/L의 범위 내인 것이 층상 구조물(123)의 형성에 있어서 바람직하다.
- [0033] 에어로졸 디포지션의 프로세스는, 통상은 상온에서 실시되고, 미립자 재료의 용점보다 충분히 낮은 온도, 즉 섭씨 수 $100^{\circ}C$ 이하에서 층상 구조물(123)의 형성이 가능하다는 것이 하나의 특징이 있다.
- [0034] 또한, 본원 명세서에 있어서 「상온」이란 세라믹스의 소결 온도에 대하여 현저하게 낮은 온도에서, 실질적으로는 0~ $100^{\circ}C$ 의 실온 환경을 말한다.
- [0035] 층상 구조물(123)의 원료가 되는 분체를 구성하는 미립자는 세라믹스나 반도체 등의 취성 재료를 주체로 하여 동일 재질의 미립자를 단독으로 또는 입경이 다른 미립자를 혼합시켜 사용할 수 있는 것 외에, 이종의 취성 재료 미립자를 혼합시키거나 복합시켜 사용하는 것이 가능하다. 또한, 금속 재료나 유기물 재료 등의 미립자를 취성 재료 미립자에 혼합시키거나, 취성 재료 미립자의 표면에 코팅시켜 사용하는 것도 가능하다. 이것들의 경우에도, 층상 구조물(123)의 형성의 주가 되는 것은 취성 재료이다.
- [0036] 또한, 본원 명세서에 있어서 「분체」란 상술한 미립자가 자연 응집한 상태를 말한다.
- [0037] 이 방법에 의해 형성되는 복합 구조물에 있어서, 결정성의 취성 재료 미립자를 원료로서 사용하는 경우, 복합 구조물의 층상 구조물(123)의 부분은 그 결정 입자 사이즈가 원료 미립자의 그것과 비교하여 작은

다결정체이고, 그 결정은 실질적으로 결정 배향성이 없는 경우가 많다. 또한, 취성 재료 결정끼리의 계면에는 유리층으로 이루어지는 입계층이 실질적으로 존재하지 않는다. 또한 많은 경우, 복합 구조물의 층상 구조물(123) 부분은 기재의 표면에 파고들어가는 「앵커층」을 형성한다. 이 앵커층이 형성되어 있는 층상 구조물(123)은 기재에 대하여 매우 높은 강도로 견고하게 부착되어 형성된다.

[0038] 에어로졸 디포지션법에서 있어서, 비례해 온 취성 재료 미립자가 기재 상에서 파쇄·변형을 일으키고 있는 것은 원료로서 사용하는 취성 재료 미립자와, 형성된 취성 재료 구조물의 결정자(결정 입자) 사이즈를 X선 회절법 등으로 측정함으로써 확인할 수 있다. 즉, 에어로졸 디포지션법으로 형성된 층상 구조물(123)의 결정자 사이즈는 원료 미립자의 결정자 사이즈보다 작다. 미립자가 파쇄나 변형을 함으로써 형성되는 「어긋난면」이나 「파면」에는 원래의 미립자 내부에 존재하는 다른 원자와 결합하고 있던 원자가 노출된 상태가 된 「신생면」이 형성된다. 표면 에너지가 높게 활성화된 이 신생면이 인접한 취성 재료 미립자의 표면이나 같이 인접한 취성 재료의 신생면 또는 기재의 표면과 접합함으로써, 층상 구조물(123)이 형성되는 것이라고 생각된다.

[0039] 예를 들면, 고온에서 형성된 이트리아 소성체나 이트리아 용사막의 결정자끼리 사이에는 이상이 생긴다. 한편, 에어로졸 디포지션법에 의한 층상 구조물(123)은 상술한 바와 같이, 신생면의 접합에 의해 형성된다. 이에 따라, 에어로졸 디포지션법에 의해 형성된 이트리아 다결정체에 포함되는 결정자끼리는 이상을 통해서 접합되어 있지 않다. 여기에서, 「이상」이란 이트리아 다결정체를 구성하는 이트륨 및 산소 이외의 원소로 이루어지는 상이고, 이트리아 다결정체의 결정자의 표면에 형성되어 있는 상을 말한다. 이트리아 다결정체의 결정자가 이상을 통해서 접합되어 있지 않은 것은, 예를 들면 층상 구조물(123)의 단면을 투과형 전자현미경(Transmission Electron Microscope: TEM)을 이용하여 관찰함으로써 확인할 수 있다.

[0040] 반도체 제조 장치(100)에서는 고주파 전력이 공급되고, 도 1에 나타난 화살표(A1)와 같이, 예를 들면 할로젠계 가스 등의 원료 가스가 챔버(110)의 내부에 도입된다. 그러자, 챔버(110)의 내부에 유입된 원료 가스는 정전 척(160)과 내플라즈마성 부재(120) 사이의 영역(191)에 있어서 플라즈마화한다.

[0041] 내플라즈마성 부재(120)는 고밀도 플라즈마를 발생시키기 위한 중요한 부재 중 하나이다. 여기에서, 챔버(110)의 내부에 있어서 발생한 파티클(221)이 웨이퍼(210)에 부착되면, 제조된 반도체 디바이스에 불량이 발생하는 경우가 있다. 그러자, 반도체 디바이스의 수율 및 생산성이 저하하는 경우가 있다. 그 때문에, 내플라즈마성 부재(120)에는 내플라즈마성이 요구된다.

[0042] 본 실시형태의 내플라즈마성 부재(120)는 이트리아 다결정체를 포함하는 층상 구조물(123)이 알루미늄을 포함하는 기재의 표면에 에어로졸 디포지션법에 의해 형성된 구조를 갖는다. 에어로졸 디포지션법에 의해 형성된 이트리아 다결정체의 층상 구조물(123)은 이트리아 소성체나 이트리아 용사막 등과 비교하면 치밀한 구조를 갖는다. 이에 따라, 본 실시형태의 내플라즈마성 부재(120)의 내플라즈마성은 소성체나 용사막 등의 내플라즈마성보다 높다. 또한, 본 실시형태의 내플라즈마성 부재(120)가 파티클의 발생원이 될 확률은 소성체나 용사막 등이 파티클의 발생원이 될 확률보다 낮다. 또한, 이트리아 다결정체를 포함하는 층상 구조물(123)을 치밀화시키기 위해서, 제막 보조 입자로서 기능하는 미립자를 사용해도 좋다. 여기에서, 제막 보조 입자란 이트리아 미립자를 변형 또는 파쇄하게 해서 신생면을 생기게 하기 위한 것으로, 충돌 후에는 반사되어 불가피적으로 혼입하는 것을 제외하고 직접 층상 구조물의 구성 재료는 되지 않는다.

[0043] 본 실시형태에 따른 층상 구조물(123)이란 치밀도가 70% 이상, 바람직하게는 90% 이상, 보다 바람직하게는 99% 이상인 치밀한 층상 구조물을 말한다.

[0044] 여기에서, 치밀도(%)는 문헌값 또는 이론 계산값에 의한 진비중과, 층상 구조물(123)의 질량 및 체적으로부터 구한 부피 비중을 이용하여, (부피비중 ÷ 진비중) × 100(%)의 식으로부터 산출된다. 또한, 층상 구조물(123)의 중량 또는 체적의 측정이 곤란한 경우에는, 예를 들면 주사형 전자현미경(Scanning Electron Microscope: SEM) 등을 이용하여 단면 관찰을 행하고, 층상 구조물 중의 포어부의 체적을 3차원 화상 해석으로부터 구하여, 치밀도를 산출해도 좋다.

[0045] 또한, 본 실시형태의 내플라즈마성 부재(120)는 도 2에 나타난 바와 같이 조면화된 표면을 갖는다. 이것에 의하면, 본 발명자는 내플라즈마성 부재(120)의 내플라즈마성을 유지하면서, 파티클을 저감시킬 수 있는 지건을 얻었다.

[0046] 이하, 본 실시형태의 내플라즈마성 부재(120)의 표면에 형성된 층상 구조물(123)에 대해서, 도면을 참조하면서 설명한다.

[0047] 본 발명자는 내플라즈마성 부재(120)의 표면에 형성된 층상 구조물에 가열 처리를 실시한 후, 화학적 처리를 실

시하여 층상 구조물(123)의 표면을 조면화했다. 가열 처리가 실시되는 층상 구조물은 치밀한 구조를 가지고 있다.

- [0048] 본원 명세서에 있어서, 「가열 처리」란 건조기, 오븐, 소성로, 레이저, 전자빔, 이온빔, 분자빔, 원자빔, 고주파, 플라즈마 등을 이용하여 물체를 가열 처리하는 것을 말한다.
- [0049] 또한, 본원 명세서에 있어서, 「화학적 처리」란 수용액 중에서 수소 이온을 생성하는 것을 이용하여 물체의 표면을 처리하는 것을 말한다. 예를 들면, 화학적 처리로서는 브롬화수소산, 요오드화수소산, 차아염소산, 아염소산, 염소산, 과염소산, 황산, 플루오로술폰산, 질산, 염산, 인산, 헥사플루오로안티몬산, 테트라플루오로붕산, 헥사플루오로인산, 크롬산, 붕산, 메탄술폰산, 에탄술폰산, 벤젠술폰산, p-톨루엔술폰산, 트리플루오로메탄술폰산, 폴리스티렌술폰산, 아세트산, 시트르산, 포름산, 글루콘산, 락트산, 옥살산, 주석산, 불화수소산, 탄산 및 황화수소 중 적어도 어느 하나를 포함하는 수용액을 사용한 표면 처리를 들 수 있다.
- [0050] 또는, 본원 명세서에 있어서, 「화학적 처리」란 수용액 중에서 수산화물 이온을 생성하는 것을 이용하여 물체의 표면을 처리하는 것을 말한다. 예를 들면, 화학적 처리로서는 수산화나트륨, 수산화칼륨, 암모니아, 수산화칼슘, 수산화바륨, 수산화구리, 수산화알루미늄 및 수산화철 중 적어도 어느 하나를 포함하는 수용액을 사용한 표면 처리를 들 수 있다.
- [0051] 그리고, 본 발명자는 가열 처리를 실시한 후 화학적 처리를 실시한 층상 구조물(123)의 표면을 관찰했다. 그 사진도는 도 2에 나타낸 바와 같다.
- [0052] 또한, 본 발명은 층상 구조물(123)의 표면을 조면화한 경우에 한정되는 것은 아니고, 제막 직후의 아즈디포지션의 경우에도 제막 후에 연마 처리를 실시한 경우에도 적용된다.
- [0053] 도 3은 층상 구조물의 가열 처리 온도와, 층상 구조물의 구조와, 내약품성의 관계를 나타낸 표이다.
- [0054] 본원 발명자는 에어로졸 디포지션법에 의해 형성된 후에 가열 처리가 실시된 층상 구조물(123)에 대해서, 결정 구조 및 내약품성의 평가를 행했다. 도 3에는 가열 처리의 조건의 일례로서, 200℃, 300℃, 350℃, 400℃ 및 600℃를 나타내고 있다. 가열 시간은, 예를 들면 2시간 정도이다.
- [0055] 또한, 비교예로서, 에어로졸 디포지션법에 의해 형성된 후에 가열 처리가 실시되지 않은 층상 구조물에 대해서도, 마찬가지로 결정 구조 및 내약품성의 평가를 행했다.
- [0056] 층상 구조물(123)의 구조의 평가로서, 입방정(C)에 대한 단사정(M)의 비율(M/C)×100(%), 결정자 사이즈(nm), 격자 변형(%), 및 이트륨(Y)에 대한 산소(O)의 원자수 농도비를 평가했다.
- [0057] 내약품성의 평가로서, 층상 구조물(123)을 화학 세정한 후, 층상 구조물(123)의 표면 조도의 불균일의 크기를 「대」 「중」 「소」로 분류했다.
- [0058] 각 열처리의 조건마다에, 각 평가 항목에 있어서 복수의 측정점을 측정했다. 도 3은 층상 구조물(123) 중의 이트리아 다결정체에 있어서의 각 평가 항목의 평균값이나 표준편차를 나타낸다.
- [0059] 이상의 평가 방법의 상세에 대해서는 후술한다.
- [0060] 또한, 본원 명세서에 있어서, 「화학 세정」이란 수용액 중에서 수소 이온을 생성하는 것을 이용하여 내플라즈마성 부재를 화학적으로 세정하는 것을 말한다. 예를 들면, 브롬화수소산, 요오드화수소산, 차아염소산, 아염소산, 염소산, 과염소산, 황산, 플루오로술폰산, 질산, 염산, 인산, 헥사플루오로안티몬산, 테트라플루오로붕산, 헥사플루오로인산, 크롬산, 붕산, 메탄술폰산, 에탄술폰산, 벤젠술폰산, p-톨루엔술폰산, 트리플루오로메탄술폰산, 폴리스티렌술폰산, 아세트산, 시트르산, 포름산, 글루콘산, 락트산, 옥살산, 주석산, 불화수소산, 탄산 및 황화수소 중 적어도 어느 하나를 포함하는 수용액을 사용한 화학 세정을 들 수 있다. 이 예에서는 평가에 사용한 약품은 염산이나 질산 등의 산 용액이고, 내플라즈마성 부재를 포함시켜 반도체 제조 장치 내에서 사용한 부재를 메인テナンス시에 화학 세정할 때에 사용하고 있는 용액을 선정했다.
- [0061] 가열 처리가 실시되지 않은 비교예에 있어서는 층상 구조물 중에 있어서의 입방정에 대한 단사정의 비율(M/C)의 평균값은 도 3에 나타내는 바와 같이 70%이고, 그 분포의 표준편차는 22%이다. 또한, 비교예에 있어서, 층상 구조물 중의 이트리아 다결정체의 평균 결정자 사이즈는 11nm이고, 결정자 사이즈 분포의 표준편차는 1.6nm이다. 또한, 비교예에 있어서, 층상 구조물 중의 이트리아 다결정체의 평균 격자 변형은 0.6%이고, 그 격자 변형 분포의 표준편차는 0.05%이다.

- [0062] 이와 같이, 에어로졸 디포지션법에 의해 형성된 후에 가열 처리가 실시되지 않은 층상 구조물에 있어서는 이트리아 다결정의 결정 구조의 불균일이 비교적 크다.
- [0063] 가열 처리의 조건에 의해, 층상 구조물(123) 중의 이트리아 다결정체의 결정 구조는 변화한다. 가열 처리의 온도가 높아질수록, 결정 구조의 불균일의 범위가 작아진다. 예를 들면, 도 3에 나타내는 바와 같이 200℃ 이상 600℃ 이하의 가열 처리의 조건에 있어서는 층상 구조물(123)을 구성하는 이트리아 다결정체 중의 입방정에 대한 단사정의 비율의 평균값은 0.5% 이상 60% 이하이고, 입방정에 대한 단사정의 비율 분포의 표준편차는 약 0% 이상 15% 이하이다.
- [0064] 또한, 200℃ 이상 600℃ 이하의 가열 처리의 조건에 있어서는 층상 구조물(123) 중의 이트리아 다결정체의 평균 결정자 사이즈는 12nm 이상 40nm 이하이고, 결정자 사이즈 분포의 표준편차는 0.1nm 이상 1.1nm 이하이다. 또한, 이 때, 층상 구조물(123) 중의 이트리아 다결정체의 평균 격자 변형은 0.2% 이상 0.5% 이하이고, 그 격자 변형 분포의 표준편차는 0.003% 이상 0.04% 이하이다.
- [0065] 또한, 본 발명자는 층상 구조물(123)의 이트리아 다결정체 중에 있어서, 서로 인접하는 결정자끼리의 간격을 측정했다. 여기에서, 인접하는 결정자끼리의 간격이란 결정자끼리가 가장 근접한 간격이고, 복수의 결정자로 구성되는 공극을 포함하지 않는다.
- [0066] 결정자끼리의 간격은 TEM을 사용한 관찰에 의해 얻어지는 화상으로부터 구할 수 있다.
- [0067] 도 4는 내플라즈마성 부재의 표면에 형성된 층상 구조물을 예시하는 사진도다. 도 4의 예에서는 상기 200℃의 가열 처리를 실시한 이트리아 다결정체를 집속 이온빔(FIB)법을 이용하여 박편화하여 관찰했다. 관찰에 있어서는 투과형 전자현미경(H-9000NAR/Hitachi Technologies Corporation 제작)을 사용하고, 가속 전압을 300kV로 했다. 투과형 전자현미경상에 있어서, 이트리아 다결정체 중의 서로 인접하는 결정자 125끼리의 간격(G1)은 0nm 이상 10nm 미만이었다. 예를 들면, 관찰한 화상 중에 있어서, 간격(G1)의 평균값은 0nm 이상 10nm 미만이다.
- [0068] 층상 구조물(123)의 내약품성은 층상 구조물(123)에 포함되는 이트리아 다결정체의 결정 구조에 의해 변화한다. 예를 들면, 가열 처리가 실시되지 않은 비교예에 있어서는 화학 세정 후의 표면 조도의 불균일은 「대」이다. 이에 대하여, 200℃~350℃의 가열 처리의 조건에 있어서, 화학 세정 후의 표면 조도의 불균일은 「중」이고, 내약품성은 높다. 또한, 400~600℃의 가열 처리의 조건에 있어서는 화학 세정 후의 표면 조도의 불균일은 「소」이고, 또한 내약품성은 높다.
- [0069] 또한, 실시형태에 있어서는 가열 처리의 조건을 적당히 조정함으로써, 층상 구조물(123)을 구성하는 이트리아 다결정체는 입방정과 단사정이 혼재한 결정 구조뿐만 아니라, 입방정만을 포함하는 결정 구조를 갖고 있어도 좋다. 즉, 실시형태에 있어서는 입방정에 대한 단사정의 비율의 평균값이 0%이고, 그 비율 분포의 표준편차가 0%이어서도 좋다. 이 경우에도, 높은 내약품성이 얻어진다.
- [0070] 이상으로부터, 층상 구조물(123)을 구성하는 이트리아 다결정체 중에 있어서, 입방정에 대한 단사정의 비율의 평균값은 0% 이상 60% 이하가 바람직하고, 0% 이상 25% 이하가 보다 바람직하다. 입방정에 대한 단사정의 비율 분포의 표준편차는 0% 이상 15% 이하가 바람직하고, 0% 이상 6% 이하가 보다 바람직하다. 이와 같이, 이트리아 다결정체의 결정 구조의 불균일을 억제하고, 결정 구조를 치밀하게 함으로써 내약품성을 향상시킬 수 있고, 챔버 컨디션을 안정적으로 유지할 수 있다.
- [0071] 층상 구조물(123)에 있어서, 이트리아 다결정체의 평균 격자 변형은 0.2% 이상 0.5% 이하가 바람직하고, 이트리아 다결정체의 격자 변형 분포의 표준편차는 0.003% 이상 0.04% 이하가 바람직하다. 격자 변형, 및 그 불균일이 작은 결정 구조에 의해 파티클의 발생을 보다 억제할 수 있다.
- [0072] 또한, 200℃~600℃의 가열 처리를 실시해도, 이트리아 다결정의 평균 결정자 사이즈는 12nm 이상 40nm 이하이고, 매우 작다. 이 때, 결정자 사이즈 분포의 표준편차도 0.1nm 이상 1.1nm 이하로 매우 작다. 그리고, 서로 인접하는 결정자끼리의 간격은 10nm 미만, 바람직하게는 5nm 이하이다. 이와 같이, 이트리아 다결정체는 매우 치밀한 구조를 갖기 때문에, 내약품성을 유지할 수 있고, 파티클을 저감시킬 수 있다.
- [0073] 또한, 도 3에 나타내는 바와 같이, 이트륨의 원자수 농도에 대한 산소의 원자수 농도의 비(O/Y)가 1.3 이상 1.8 이하일 때에 내약품성이 높은 것을 알았다.
- [0074] 가열 처리가 실시되지 않은 비교예에 있어서는 원자수 농도비(O/Y)가 1.9~2.2이다. 이에 대하여, 가열 처리에 의해 원자수 농도가 저하하고 있다. 이것은, 예를 들면 가열 처리에 의해 OH기를 통한 탈수 결합이 생겼기 때문이라고 생각된다. 이에 따라, 이트리아 입자가 보다 견고하게 결합하여 보다 치밀한 구조를 얻을 수 있고, 내약

품성이 향상한다.

[0075] 다음에, 도 3에 나타난 각 값의 측정 및 산출에 대해서 설명한다.

[0076] 결정자 사이즈, 입방정에 대한 단사정의 비율 및 격자 변형의 측정에는 X선 회절(X-ray Diffraction: XRD)을 사용했다.

[0077] 결정자 사이즈의 산출에는 이하의 셰러의 식을 사용했다.

$$D = K \lambda / (\beta \cos \theta)$$

[0078]

[0079] 여기에서, D는 결정자 사이즈이고, β 는 피크 반치폭(라디안(rad))이고, θ 는 브래그각(rad)이고, λ 는 측정에 사용한 X선의 파장이다.

[0080] 셰러의 식에 있어서, β 는 $\beta = (\beta_{obs} - \beta_{std})$ 에 의해 산출된다. β_{obs} 는 측정 시료의 X선 회절 피크의 반치폭이고, β_{std} 는 표준 시료의 X선 회절 피크의 반치폭이다. K의 값으로서 0.94를 사용했다.

[0081] 또한, TEM 관찰 등의 화상으로부터, 결정자 사이즈를 산출해도 좋다. 예를 들면, 결정자 사이즈에는 결정자의 원상당 지름의 평균값을 사용할 수 있다.

[0082] 입방 대한 단사정의 비율의 산출에는 $2\theta = 29^\circ$ 근방의 입방정에 기인하는 최강 피크 강도와, $2\theta = 30^\circ$ 근방의 단사정에 기인하는 최강 피크 강도를 사용했다. 또한, 입방정에 대한 단사정의 비율은 피크 강도비가 아니더라도, 피크 면적비로부터 산출해도 좋다. 즉, 입방정에 대한 단사정의 비율은 단사정의 피크 강도(M)/입방정의 피크 강도(C)×100(%), 또는 단사정의 피크 면적(M)/입방정의 피크 면적(C)×100(%에 의해 계산된다.

[0083] 격자 변형 산출에는 $2\theta = 48^\circ$ 근방의 피크를 이용하여, 이하의 윌슨의 식을 사용했다.

$$d = \beta / (4 \tan \theta)$$

[0084]

[0085] 여기에서, d는 격자 변형이다. β 는 피크 반치폭(rad)이고, β 는 피크 반치폭(rad)이고, θ 는 브래그각(rad)이다. 윌슨의 식에 있어서는 β 는 $\beta = (\beta_{obs}^2 - \beta_{std}^2)^{1/2}$ 에 의해 산출된다. β_{obs} 는 측정 시료의 X선 회절 피크의 반치폭이고, β_{std} 는 표준 시료의 X선 회절 피크의 반치폭이다.

[0086] XRD 장치로서는 「X'PertPRO/PANalytical 제작」을 사용했다. 관전압 45kV, 관전류 40mA, 스캔 스텝 0.017°를 사용했다. XRD에 사용하는 시료의 사이즈는 약 20mm×약 20mm, 측정 범위는 약 5mm×약 15mm로 할 수 있다.

[0087] 이트륨의 원자수 농도에 대한 산소의 원자수 농도의 비(O/Y)는 에너지 분산형 X선 분광법(Energy Dispersive X-ray Spectroscopy: EDX)을 사용한 정량 분석에 의해 구해진다. 예를 들면, SEM-EDX(SEM:S-3000N/Hitachi High-Technologies Corporation 제작, EDX: EMAX ENERGY/Horiba, Ltd. 제작)를 이용하여 산소 및 이트륨에 대해서 반정량 분석을 행함으로써 원자수 농도비(O/Y)를 산출할 수 있다. 분석 조건에는 가속 전압: 15kV, X선 추출각: 35도(시료 경사각: 0도), 작동 거리(W. D): 15mm, 배율: 200배, 분석 면적: 500 μ m×680 μ m을 사용할 수 있다.

[0088] 가열 처리의 각 조건마다에 복수의 측정점(복수의 시료)을 준비하고, 각 측정점에 대해서 상술의 방법에 의해 입방정에 대한 단사정의 비율, 결정자 사이즈, 격자 변형, 및 이트륨의 원자수 농도에 대한 산소의 원자수 농도의 비(O/Y)를 측정했다. 입방정에 대한 단사정의 비율, 결정자 사이즈 및 격자 변형에 대해서는 열처리 각 조건마다에, 복수의 측정점의 평균값(상가평균) 및 표준편차를 산출했다.

[0089] 표준편차는 이하의 식에 의해 산출할 수 있다.

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Xi - Xa)^2}{n-1}} \quad \dots \text{식(1)}$$

[0090]

[0091] s는 표준편차, n은 측정점의 수, Xi는 각 측정점에 있어서의 측정값(입방정에 대한 단사정의 비율, 결정자 사이

즈 또는 격자 변형), X_a 는 복수의 측정점의 평균값이다. 또한, 각 값(평균값 또는 표준편차)의 산출에 사용되는 측정점의 수(n)는 3 이상이다. 열처리의 각 조건에 있어서의 복수의 측정점은 1개의 내플라즈마성 부재로부터 선택되어도 좋고, 동일한 조건에서 형성된 다른 내플라즈마성 부재로부터 선택되어도 좋다.

[0092] 본 발명자는 산술평균(S_a), 코어부의 실제 체적(V_{mc}), 코어부의 중공 체적(V_{vc}), 계면의 전개 면적률(S_{dr}) 및 제곱 평균 제곱근 경사($S_{\Delta q}$)에 의해, 내플라즈마성 부재(120)의 표면에 형성된 층상 구조물(123)의 표면 상태를 층상 구조물(123)의 표면의 전체를 망라한 형으로 표현하여 평가할 수 있다고 판단했다. 거기에서, 화학 세정 후에 있어서의 내플라즈마성 부재(120)의 표면에 형성된 층상 구조물(123)의 표면 조도의 불균일의 평가에는 산술평균(S_a)을 사용했다. 또한, 층상 구조물의 표면 조도의 불균일의 평가에는 산술평균(S_a)이 아니고, 산술평균 조도(R_a)를 사용해도 좋다. 산술평균 조도(R_a)는, 예를 들면 측정식의 표면 조도계를 이용하여 측정할 수 있다.

[0093] 도 5는 3차원 표면 성장 파라미터를 설명하는 모식도이다. 또한, 도 5(a)는 높이 방향의 진폭 평균(산술평균)(S_a)을 설명하는 그래프도이다. 도 5(b)는 코어부의 실제 체적(V_{mc}) 및 코어부의 중공 체적(V_{vc})을 설명하는 그래프도이다. 도 5(c)는 정의한 세그먼테이션 내에서의 돌기(또는 구멍) 밀도를 설명하는 모식적인 평면도이다.

[0094] 본 발명자는 레이저 현미경을 이용하여 층상 구조물의 표면 상태를 조사했다. 레이저 현미경으로는 「OLS4000/Olympus Corporation 제작」을 사용했다. 대물 렌즈의 배율은 100배이다. 줌은 5배이다. 컷오프에 대해서는 $2.5\mu m$ 또는 $0.8\mu m$ 로 설정했다.

[0095] 높이 방향의 진폭 평균(산술평균)(S_a)이란 2차원의 산술평균 조도(R_a)를 3차원으로 확장한 것이고, 3차원 조도 파라미터(3차원 높이 방향 파라미터)이다. 구체적으로는 산술평균(S_a)은 표면 형상 곡면과 평균면으로 둘러싸여진 부분의 체적을 측정 면적으로 나눈 것이다. 평균면을 xy 면, 세로 방향을 z 축으로 하여 측정된 표면 형상 곡선을 $z(x, y)$ 라고 하면, 산술평균(S_a)은 다음식으로 정의된다. 여기에서, 식(2) 중의 「A」는 측정 면적이다.

$$S_a = \frac{1}{A} \iint_A |z(x,y)| dx dy \quad \dots \text{식(2)}$$

[0096]

[0097] 부하 곡선으로부터 구하는 코어부의 실제 체적(V_{mc}) 및 코어부의 중공 체적(V_{vc})에 관한 파라미터는 도 5(b)에 나타낸 그래프도와 같이 정의되고, 3차원 체적 파라미터이다. 즉, 부하 면적률이 10%일 때의 높이가 산부의 실제 체적(V_{mp})과, 코어부의 실제 체적(V_{mc}) 및 코어부의 중공 체적(V_{vc})의 경계가 된다. 부하 면적률이 80%일 때의 높이가 골짜기부의 중공 체적(V_{vv})과, 코어부의 실제 체적(V_{mc}) 및 코어부의 중공 체적(V_{vc})의 경계가 된다. 산부의 실제 체적(V_{mp}), 코어부의 실제 체적(V_{mc}), 코어부의 중공 체적(V_{vc}) 및 골짜기부의 중공 체적(V_{vv})은 단위면적당 체적(단위: m^3/m^2)을 의미한다.

[0098] 계면의 전개 면적률(S_{dr})은 샘플링면에 대한 계면의 증가 비율을 나타내는 파라미터이다. 계면의 전개 면적률(S_{dr})은 4점으로 형성되는 작은 계면의 전개 면적의 총 합계를 측정 면적으로 나눈 값이고, 다음식으로 정의된다. 여기에서, 식(3) 중의 「A」는 정의한 세그먼테이션의 면적을 나타낸다.

$$S_{dr} = \frac{1}{A} \iint_A \sqrt{1 + \left(\frac{\partial z(xy)}{\partial x}\right)^2 + \left(\frac{\partial z(xy)}{\partial y}\right)^2} - 1 dx dy \quad \dots \text{식(3)}$$

[0099]

[0100] 제곱 평균 제곱근 경사($S_{\Delta q}$)는 샘플링면에서의 이차원의 제곱 평균 경사각(Δq)을 나타낸다. 모든 점에 있어서, 표면 경사는 다음식으로 나타내어진다.

$$\rho_{ij} = \left[\left(\frac{\partial Z(x,y)}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial Z(x,y)}{\partial y} \right)^2 \right]^{1/2} \Bigg|_{x=x_i, y=y_j}$$

$$\approx \left[\left(\frac{Z(x_i, y_j) - Z(x_{i-1}, y_j)}{\Delta x} \right)^2 + \left(\frac{Z(x_i, y_j) - Z(x_i, y_{j-1})}{\Delta y} \right)^2 \right]^{1/2} \quad \dots \text{식(4)}$$

[0101]

[0102] 따라서, 제곱 평균 제곱근 경사(SΔq)는 다음식으로 나타낸다.

$$S_{\Delta q} = \sqrt{\frac{1}{(M-1)(N-1)} \sum_{j=2}^N \sum_{i=2}^M \rho_{ij}^2}$$

$$\approx \sqrt{\frac{1}{(M-1)(N-1)} \sum_{j=2}^N \sum_{i=2}^M \left[\left(\frac{Z(x_i, y_j) - Z(x_{i-1}, y_j)}{\Delta x} \right)^2 + \left(\frac{Z(x_i, y_j) - Z(x_i, y_{j-1})}{\Delta y} \right)^2 \right]} \quad \dots \text{식(5)}$$

[0103]

[0104] 이상, 본 발명의 실시형태에 대해서 설명했다. 그러나, 본 발명은 이것들의 기술에 한정되는 것은 아니다. 상술의 실시형태에 대해서, 당업자가 적당히 설계 변경을 추가한 것도, 본 발명의 특징을 구비하고 있는 한 본 발명의 범위에 포함된다. 예를 들면, 반도체 제조 장치(100) 등이 구비하는 각 요소의 형상, 치수, 재질, 배치 등이 나 내플라즈마성 부재(120) 및 정전 척(160)의 설치 형태 등은 예시한 것에 한정되는 것은 아니고 적당히 변경될 수 있다.

[0105] 또한, 상술한 각 실시형태가 구비하는 각 요소는 기술적으로 가능한 한 조합시킬 수 있고, 이것들을 조합시킨 것도 본 발명의 특징을 포함하는 한 본 발명의 범위에 포함된다.

산업상 이용가능성

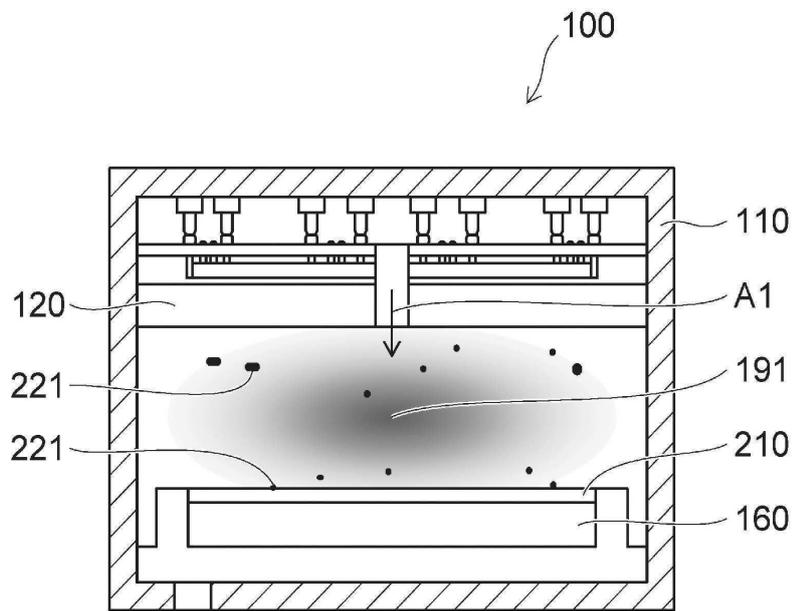
[0106] 본 발명의 형태에 의하면, 파티클을 저감시킬 수 있고, 챔버 컨디션을 안정적으로 유지할 수 있는 내플라즈마성 부재가 제공된다.

부호의 설명

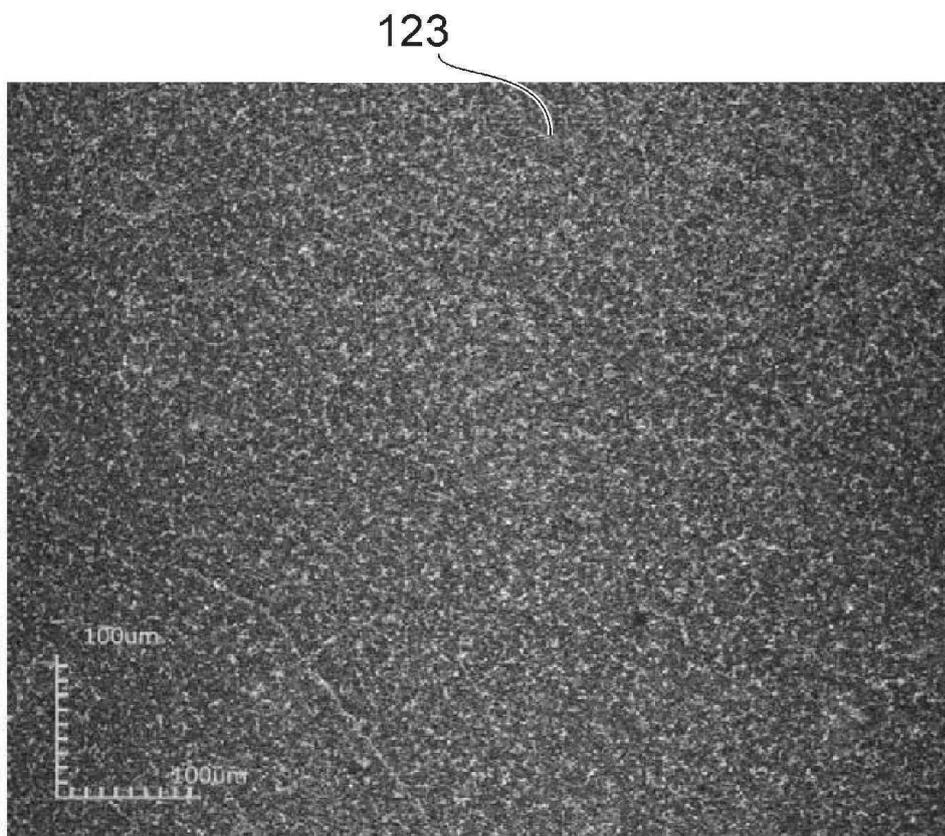
- | | | |
|--------|----------------|-------------|
| [0107] | 100 반도체 제조 장치, | 110 챔버, |
| | 120 내플라즈마성 부재, | 123 층상 구조물, |
| | 125 결정자, | 160 정전 척, |
| | 191 영역, | 210 웨이퍼, |
| | 221 파티클 | |

도면

도면1



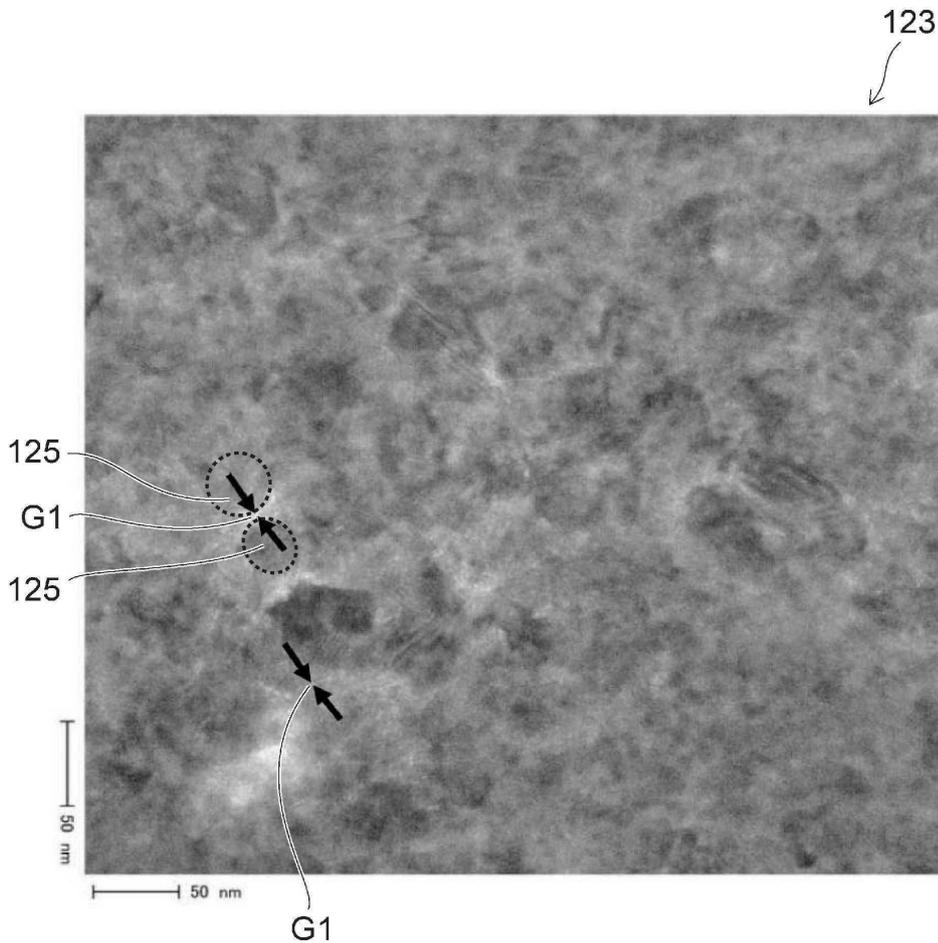
도면2



도면3

가열 처리	입방정(C)에 대한 단사정(M)의 비율 (M/C) × 100 (%)		결정자 사이즈 (nm)		격자 변형 (%)		산소(O)/ 이트륨(Y) 원자수 농도비(X)	화학 세정 후의 표면 조도의 불균일
	평균값 x	표준편차 s	평균값 x	표준편차 s	평균값 x	표준편차 s		
없음	70	22	11	1.6	0.6	0.05	$1.9 \leq x \leq 2.2$	대
200°C	60	15	12	1.1	0.5	0.04	$1.5 \leq x \leq 1.8$	중
300°C	25	6	17	0.6	0.4	0.01	$1.5 \leq x \leq 1.8$	중
350°C	17	4	20	0.5	0.4	0.01	$1.5 \leq x \leq 1.8$	중
400°C	2	1	22	0.2	0.3	0.005	$1.4 \leq x \leq 1.7$	소
600°C	0.5	0	40	0.1	0.2	0.003	$1.3 \leq x \leq 1.6$	소

도면4



도면5

