



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2011년02월08일
(11) 등록번호 10-1012959
(24) 등록일자 2011년01월27일

(51) Int. Cl.

C23C 16/44 (2006.01) H01L 21/304 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-7007208

(22) 출원일자(국제출원일자) 2006년07월25일

심사청구일자 2008년03월28일

(85) 번역문제출일자 2008년03월25일

(65) 공개번호 10-2008-0039514

(43) 공개일자 2008년05월07일

(86) 국제출원번호 PCT/JP2006/314612

(87) 국제공개번호 WO 2007/034624

국제공개일자 2007년03월29일

(30) 우선권주장

JP-P-2005-00278367 2005년09월26일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌

KR1020050087807 A*

JP2002329671 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

도쿄엘렉트론가부시키가이샤

일본 도쿄도 미나토구 아카사카 5초메 3반 1고

(72) 발명자

야마사키 히데아키

일본 야마나시켄 니라사키시 호사카초 미즈자와
650 동경엘렉트론 에이티 주식회사 내

나카무라 가즈히토

일본 아이치켄 나고야시 미나토구 사노마치 3초메
5반지

가와노 유미코

일본 야마나시켄 니라사키시 호사카초 미즈자와
650 동경엘렉트론 주식회사 내

(74) 대리인

제일광장특허법인

전체 청구항 수 : 총 14 항

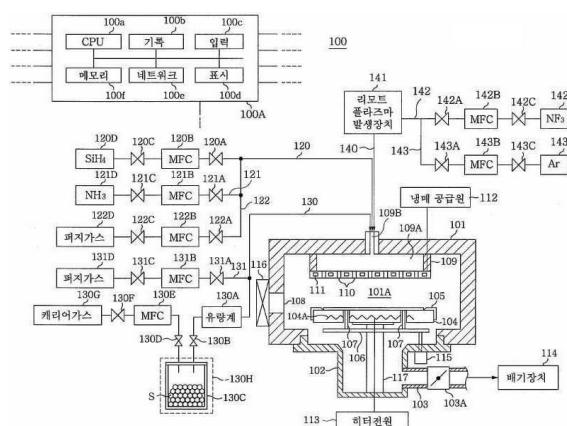
심사관 : 송종민

(54) 기판 처리 방법 및 기록매체

(57) 요약

피처리 기판을 유지하고 가열수단을 갖는 유지대와, 상기 유지대를 내부에 구비한 처리용기를 갖는 성막장치에 의한 기판 처리 방법으로서, 상기 처리용기에 성막가스를 공급하여 상기 피처리 기판에 성막을 실행하는 성막 공정과, 상기 성막 공정 후에, 플라즈마 여기된 클리닝가스를 상기 처리용기에 공급하여 상기 처리용기 내의 클리닝을 하는 클리닝 공정과, 상기 클리닝 공정 후에 상기 처리용기 내에 코팅 성막을 실행하는 코팅 공정을 갖고, 상기 클리닝 공정에서는 플라즈마 여기된 상기 클리닝가스 중의 래디컬이 재결합된 분자에 의한 클리닝이 지배적으로 되도록 상기 처리용기 내의 압력이 제어되는 고압 공정을 포함하고, 상기 코팅 공정에서는 상기 성막 공정의 상기 피처리 기판으로의 성막의 경우보다 상기 유지대의 온도를 내려 상기 코팅 성막이 실행되는 저온 성막 공정을 포함하는 것을 특징으로 하는 기판 처리 방법.

대 표 도



특허청구의 범위

청구항 1

피처리 기판을 유지하고, 가열수단을 갖는 세라믹 재료로 이루어지는 유지대와, 상기 유지대를 내부에 구비한 처리용기를 갖는 성막장치에 의한 기판 처리 방법으로서,

상기 처리용기에 성막가스를 공급하여 상기 피처리 기판에 성막을 실행하는 성막 공정과,

상기 성막 공정 후에, 플라즈마 여기된 불소함유 클리닝가스를 상기 처리용기에 공급하여 상기 처리용기 내의 클리닝을 하는 클리닝 공정과,

상기 클리닝 공정 후에 상기 처리용기 내에 코팅 성막을 실행하는 코팅 공정을 갖고,

상기 클리닝 공정에서는 플라즈마 여기된 상기 불소함유 클리닝가스 중의 불소 래디컬이 재결합하여, 생성된 불소 문자가 불소 래디컬보다 많아지도록 상기 처리 용기 내의 압력이 기설정된 압력 이상으로 제어되는 고압 공정을 포함하고, 상기 코팅 공정에서는 상기 성막 공정의 상기 피처리 기판으로의 성막의 경우보다 상기 유지대의 온도를 내려 상기 코팅 성막이 실행되는 저온 성막 공정을 포함하는 것을 특징으로 하는

기판 처리 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 클리닝가스는 NF_3 으로 이루어지고, 상기 성막 공정에서 성막되는 막은 W 를 포함하는 것을 특징으로 하는 기판 처리 방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 고압 공정에서는 상기 처리용기 내의 압력이 20Torr 이상으로 되는 것을 특징으로 하는 기판 처리 방법.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 고압 공정에서는 상기 유지대의 온도가 $350^{\circ}C$ 이상으로 되는 것을 특징으로 하는 기판 처리 방법.

청구항 5

제 2 항에 있어서,

상기 클리닝 공정은 상기 고압 공정보다 상기 처리용기 내의 압력을 낮게 하여 상기 처리용기 내를 클리닝하는 저압 공정을 포함하는 것을 특징으로 하는

기판 처리 방법.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 저압 공정에서는 상기 처리용기 내의 압력이 10Torr 이하로 되는 것을 특징으로 하는 기판 처리 방법.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 저압 공정에서는 상기 유지대의 온도가 300°C 이하로 되는 것을 특징으로 하는 기판 처리 방법.

청구항 8

제 5 항에 있어서,

상기 저압 공정에서는 상기 고압 공정보다 상기 기판 유지대의 온도가 낮아지는 것을 특징으로 하는 기판 처리 방법.

청구항 9

제 5 항에 있어서,

상기 클리닝 공정에서는 상기 저압 공정 후에, 상기 고압 공정이 실시되는 것을 특징으로 하는 기판 처리 방법.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 저온 성막 공정에서는 상기 유지대의 온도가 430°C 이하로 되는 것을 특징으로 하는 기판 처리 방법.

청구항 11

제 1 항에 있어서,

상기 코팅 공정은 상기 저온 성막 공정보다 상기 유지대의 온도를 높게 하여 상기 처리용기 내에 코팅 성막을 실행하는 고온 성막 공정을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 기판 처리 방법.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 코팅 공정에서는 상기 저온 성막 공정의 후에, 상기 고온 성막 공정이 실행되는 것을 특징으로 하는 기판 처리 방법.

청구항 13

제 1 항에 있어서,

상기 클리닝 공정과 상기 코팅 공정 사이에, 상기 처리용기 내를 불활성가스로 퍼지하는 퍼지 공정을 더 갖는 것을 특징으로 하는

기판 처리 방법.

청구항 14

피처리 기판을 유지하고, 가열수단을 갖는 세라믹 재료로 이루어지는 유지대와, 상기 유지대를 내부에 구비한 처리용기를 갖는 성막장치에 의한 기판 처리 방법을 컴퓨터에 동작시키는 프로그램을 기억한 기록매체로서,

상기 기판 처리 방법은

상기 처리용기에 성막가스를 공급하여 상기 피처리 기판에 성막을 실행하는 성막 공정과,

상기 성막 공정 후에, 플라즈마 여기된 불소함유 클리닝가스를 상기 처리용기에 공급하여 상기 처리용기 내의 클리닝을 하는 클리닝 공정과,

상기 클리닝 공정 후에 상기 처리용기 내에 코팅 성막을 실행하는 코팅 공정을 갖고,

상기 클리닝 공정에서는 플라즈마 여기된 상기 불소함유 클리닝가스 중의 불소 래디컬이 재결합하여, 생성된 불소 분자가 불소 래디컬보다 많아지도록 상기 처리 용기 내의 압력이 기설정된 압력 이상으로 제어되는 고압 공정을 포함하고, 상기 코팅 공정에서는 상기 성막 공정의 상기 피처리 기판으로의 성막의 경우보다 상기 유지대의 온도가 내려가는 저온 성막 공정을 포함하는 것을 특징으로 하는

기록매체.

명세서

기술 분야

[0001]

본 발명은 피처리 기판에 성막을 실행하는 성막장치의 기판 처리 방법과, 해당 기판 처리 방법을 컴퓨터에 동작시키는 프로그램을 기억한 기록매체에 관한 것이다.

배경 기술

[0002]

피처리 기판에 성막을 실행하는 성막장치, 예를 들면 CVD(화학 기상 퇴적) 장치 등에 있어서는 처리용기 내에 피처리 기판을 탑재하여 소정의 성막을 실행한다. 이러한 성막처리에 의해서 피처리 기판 상에는 원하는 박막이 형성되지만, 해당 처리용기의 내벽이나, 혹은 기판 유지대 등 피처리 기판 이외의 부재에도 성막처리에 의한 박막이 부착되어 퇴적물로 된다. 이와 같이 하여 부착된 상기 퇴적물은 성막장치에 의한 성막이 반복되면 막두께가 증대하고, 결국 박리되어 파티클의 발생 원인으로 되는 경우가 있다.

[0003]

그래서, 처리용기 내의 퇴적물을 제거하기 위해, 리모트 플라즈마를 이용한 클리닝 방법이 제안되고 있다. 예를 들면, 리모트 플라즈마 클리닝법에서는 기판처리 용기의 밖에 래디컬을 생성하기 위한 리모트 플라즈마 발생부를 마련하고, 플라즈마를 여기함으로써, 예를 들면 NF_3 등의 클리닝가스로부터 래디컬을 생성하고 있다. 그래서, 해당 래디컬을 기판처리 용기에 도입하는 것에 의해서 퇴적물을 기화시키고, 해당 기판처리 용기의 밖으로 배출하고 있다.

[0004]

[특허문헌 1] 일본국 특허공개공보 평성10-149989호

발명의 상세한 설명

[0005]

그러나, 상기의 리모트 플라즈마에 의한 클리닝 방법에서는 클리닝을 위한 반응종에 주로 불소 래디컬을 이용하고 있기 때문에, 예를 들면 기판처리 용기 내부에 석영 부재 등이 있던 경우에는 해당 석영 부재가 에칭되어 베린다고 하는 문제가 있었다. 또한, 해당 기판처리 용기 내부에 AlN, A₂O₃ 등의 세라믹 부재를 이용한 경우, 상기한 석영 부재의 경우에 비해 에칭량은 적지만, 해당 불소 래디컬이 대량으로 해당 기판처리 용기 내에 도입되기 때문에, 해당 세라믹 부재가 해당 불소 래디컬에 의해 에칭되어, 예를 들면 알루미늄의 화합물 등이 형성되고, 해당 기판처리 용기 내에 잔류하여, 그것이 성막 공정에 있어서 형성되는 박막 중에 받아들여져, 막중 오염으로서 해당 박막의 막질을 저하시켜 베릴 가능성이 우려되고 있었다.

[0006]

그래서, 본 발명에서는 상기의 문제를 해결한 새롭고 유용한 기판 처리 방법과, 해당 기판 처리 방법을 컴퓨터에 동작시키는 프로그램을 기억한 기록매체를 제공하는 것을 통괄적인 목적으로 하고 있다.

[0007]

본 발명의 구체적인 과제는 성막장치의 처리용기 내를 효율 좋게 청정하게 유지하고, 생산성이 양호하게 되는 기판 처리 방법과, 해당 기판 처리 방법을 컴퓨터에 동작시키는 프로그램을 기억한 기록매체를 제공하는 것이다.

[0008]

본 발명의 제 1 관점에서는 상기의 과제를, 피처리 기판을 유지하고 가열수단을 갖는 세라믹 재료로 이루어지는 유지대와, 상기 유지대를 내부에 구비한 처리용기를 갖는 성막장치에 의한 기판 처리 방법으로서, 상기 처리용기에 성막가스를 공급하여 상기 피처리 기판에 성막을 실행하는 성막 공정과, 상기 성막 공정 후에, 플라즈마 여기된 불소함유 클리닝가스를 상기 처리용기에 공급하여 상기 처리용기 내의 클리닝을 하는 클리닝 공정과, 상기 클리닝 공정 후에 상기 처리용기 내에 코팅 성막을 실행하는 코팅 공정을 갖고, 상기 클리닝 공정에서는 플라즈마 여기된 불소함유 클리닝가스를 상기 처리용기에 공급하여 상기 처리용기 내의 클리닝을 하는 클리닝 공정과, 상기 클리닝 공정 후에 상기 처리용기 내에 코팅 성막을 실행하는 코팅 공정을 갖고, 상기 코팅 공정에서는 상기 성막 공정의 상기 피처리 기판으로의 성막의 경우보다 상기 유지대의 온도를 내려 상기 코팅 성막이 실행되는 저온 성막 공정을 포함하는 것을 특징으로 하는 기판 처리 방법에 의해, 해결한다.

[0009]

또한, 본 발명의 제 2 관점에서는 상기의 과제를, 피처리 기판을 유지하고 가열수단을 갖는 세라믹 재료로 이루어지는 유지대와, 상기 유지대를 내부에 구비한 처리용기를 갖는 성막장치에 의한 기판 처리 방법을 컴퓨터에 동작시키는 프로그램을 기억한 기록매체로서, 상기 기판 처리 방법은, 상기 처리용기에 성막가스를 공급하여 상기 피처리 기판에 성막을 실행하는 성막 공정과, 상기 성막 공정 후에, 플라즈마 여기된 불소함유 클리닝가스를 상기 처리용기에 공급하여 상기 처리용기 내의 클리닝을 하는 클리닝 공정과, 상기 클리닝 공정 후에 상기 처리용기 내에 코팅 성막을 실행하는 코팅 공정을 갖고, 상기 클리닝 공정에서는 플라즈마 여기된 상기 불소함유 클리닝가스 중의 불소래디컬이 재결합된 불소분자에 의한 클리닝이 지배적으로 되도록 상기 처리용기 내의 압력이 제어되는 고압 공정을 포함하고, 상기 코팅 공정에서는 상기 성막 공정의 상기 피처리 기판으로의 성막의 경우보다 상기 유지대의 온도가 내려가는 저온 성막 공정을 포함하는 것을 특징으로 한 기록매체에 의해, 해결한다.

실시예

[0024]

본 발명에 의한 기판 처리 방법은 성막장치를 이용한 성막처리, 클리닝처리, 및 클리닝 후의 코팅처리를 연속적으로 실시하는 경우의 방법에 관한 것이다.

[0025]

본 발명에서는 클리닝시의 성막장치의 처리용기 내의 압력을 적절히 제어함으로써, 효율 좋고 또한 처리용기 내의 데미지를 저감한 클리닝을 실시하고, 또한 코팅처리의 온도를 적절하게 함으로써, 처리용기 내를 청정하게 유지하는 것을 가능하게 하고 있으며, 클리닝과 클리닝 후의 처리를 개선하여 성막장치의 생산성을 향상시키는 것을 가능하게 하고 있다.

[0026]

다음에, 상기의 기판 처리 방법을 실시할 수 있는 성막장치의 일예에 대해, 이하에 설명한다.

[0027]

(실시예 1)

[0028]

도 1은 후술하는 본 발명의 실시예 1에 의한 기판 처리 방법을 실시하는 성막장치의 일예를 모식적으로 나타낸 도면이다. 도 1을 참조함에 있어서, 본 실시예에 의한 성막장치(100)는 바닥부에 개구부를 갖는 하우징형상의 처리용기(101)와, 해당 개구부에 끼워 맞추어 설치되고, 아래로 볼록하게 되는 원통부를 갖는 처리용기(102)를 갖고 있으며, 해당 처리용기(101, 102)에 의해 구획된 내부공간(101A)을 갖고 있다. 상기 처리용기(101, 102)는

예를 들면 알루미늄이나, 또는 알루미늄 합금 등의 알루미늄을 포함하는 금속재료로 이루어진다.

[0029] 상기 내부공간(101A)은 상기 처리용기(102)에 설치된 배기구(103)로부터, 예를 들면 진공펌프 등의 배기장치(114)에 의해, 배기되어 감압상태로 되는 것이 가능하게 구성되어 있다. 또한, 상기 배기구(103)에는 상기 내부공간(101A)의 압력을 제어하기 위한 압력조정밸브(103A)가 설치되어, 상기 내부공간(101A)의 압력이 제어된다.

[0030] 또한, 상기 처리용기(102)의 바닥부에는 원주형상의 지지부(117)가 기립하도록 설치되고, 해당 지지부(117)에는 대략 원판형상의 기판 유지대(104)가 설치되어 있다. 상기 기판 유지대(104)는 예를 들면 AlN, 또는 Al₂O₃ 등의 알루미늄을 포함하는 세라믹부재로 이루어지고, 해당 유지대(104)에는 전원(113)에 접속된 히터(104A)가 내장되어, 해당 기판 유지대(104) 상에 유지되는 피처리 기판 W를 가열하는 것이 가능하게 되어 있다.

[0031] 상기 피처리 기판 W의 주위의 상기 유지대(104) 상에는 예를 들면 석영으로 이루어지는 대략 도넛형상의 유지대 커버(105)가 설치되어 있다. 상기 유지대 커버(105)는 상기 유지대(104)를 보호함과 동시에, 상기 피처리 기판 W의 주위의 높이를 조정하는 기능을 갖고, 상기 피처리 기판 W의 주위를 상기 피처리 기판 W의 표면과 동일한 높이로 하고, 해당 피처리 기판 W의 성막의 균일성을 양호하게 하는 기능도 갖고 있다.

[0032] 또한, 상기 유지대 커버(105)가 소정의 두께인 것에 의해서, 해당 유지대 커버(105)의 이면(유지대(104)측)과 표면(상기 샤크헤드부(109)측)의 사이에 온도차를 생기게 하고, 즉 열완충부재로 되어, 고온이 되는 부분이 원료가스나 클리닝가스에 노출되지 않도록 하고 있다.

[0033] 상기 유지대 커버(105)와 같이 성막이 실행되는 피처리 기판 근방에 설치되는 구조물은 성막의 오염원이 되는 금속이나 유기물 등을 포함하고 있지 않은 재료인 것이 바람직하고, 또한 가공 정밀도가 양호하며, 내열성(500 °C ~ 600 °C 정도)이 있거나, 또 가열시에 탈가스량이 적은 등의 특성을 갖고 있는 것이 바람직하다. 이 때문에, 상기 유지대 커버(105)는 이들 조건을 만족시키는 석영 재료에 의해 형성되어 있다.

[0034] 또한, 상기 유지대(104)에 유지된 피처리 기판 W는 상기 유지대(104)를 관통하도록 설치된 밀어올림 핀(107)에 의해 밀어 올려지는 구조로 되어 있다. 상기 밀어올림 핀(107)은 원판형상의 핀 설치대(106)에 설치되며, 해당 핀 설치대(106)가 가동장치(115)에 의해 상하이동되어, 상기 밀어올림 핀(107)의 상하이동의 조작이 이루어진다.

[0035] 예를 들면, 상기 피처리 기판 W를 상기 처리용기(101)의 외부로 반출하는 경우나, 또는 외부로부터 반입된 상기 피처리 기판 W를 상기 기판 유지대(104)에 설치하는 경우에, 상기 밀어올림 핀(107)의 상하이동의 조작이 실행된다.

[0036] 또한, 상기 처리용기(101)의 측벽부에는 게이트밸브(116)가 부착된 개구부(108)가 형성되어 있다. 이 때문에, 상기 게이트밸브(116)를 개방하여 예를 들면, 반송로봇의 암을 이용하여 피처리 기판 W의 반출·반입을 실시하는 것이 가능하게 되어 있다.

[0037] 또한, 상기 처리용기(101)의 상기 기판 유지대(104)에 대향하는 측에는 피처리 기판 W에 성막을 실행하기 위한 원료가스를 상기 내부공간(101A)에 공급하는 샤크헤드부(109)가 설치되어 있다. 또한, 상기 샤크헤드부(109)로부터는 상기 내부공간(101A)을 클리닝하기 위한 클리닝가스도 공급된다.

[0038] 상기 샤크헤드부(109)는 후술하는 가스라인으로부터, 원료가스, 클리닝가스 등이 공급되는 공급구(109B)와, 해당 원료가스, 클리닝가스가 확산되는 확산영역(109A), 및 해당 원료가스, 클리닝가스를 상기 내부공간(101A)에 공급하는 가스구멍(110)을 갖고 있다.

[0039] 또한, 상기 샤크헤드부(109)에는 해당 샤크헤드부(109)를 냉각하기 위한 냉매가 흐르는 채널(111)이 형성되어 있고, 해당 채널(111)에는 냉매공급원(112)으로부터 냉매가 공급된다.

[0040] 또한, 상기 공급구(109B)에는 가스라인(120, 130, 140)이 각각 접속되어 있고, 성막을 위한 복수의 원료가스와, 리모트 플라즈마 발생장치(후술)에서 플라즈마 여기된 클리닝가스를 상기 샤크헤드부(109)에 공급하는 것이 가능하게 구성되어 있다.

[0041] 우선, 상기 가스라인(120)에는 밸브(120A, 120C), 및 질량유량 콘트롤러(120B)를 거쳐서 예를 들면 SiH₄ 등의 원료가스를 공급하기 위한 원료가스 공급원(120D)이 설치되어 있다. 상기 밸브(120A, 120C)를 개방함으로써, 상기 질량유량 콘트롤러(120B)에서 유량을 제어하고, 기체원료를 상기 내부공간(101A)에 공급하는 것이 가능하게 구성되어 있다.

- [0042] 또한, 상기 가스라인(120)에는 가스라인(121)이 접속되어 있다. 상기 가스라인(121)에는 밸브(121A, 121C), 및 질량유량 콘트롤러(121B)를 거쳐서, 예를 들면 NH₃ 등의 원료가스를 공급하기 위한 원료가스 공급원(121D)이 설치되어 있다.
- [0043] 상기 밸브(121A, 121C)를 개방함으로써, 상기 질량유량 콘트롤러(121B)에서 유량을 제어하고, 원료가스를 상기 내부공간(101A)에 공급하는 것이 가능하게 구성되어 있다.
- [0044] 또한, 상기 가스라인(120)에는 퍼지라인(122)이 접속되어 있다. 상기 퍼지라인(122)에는 밸브(122A, 122C) 및 질량유량 콘트롤러(122B)를 거쳐서, 퍼지가스 공급원(122D)이 설치되어 있다. 상기 밸브(122A, 122C)를 개방함으로써, 상기 질량유량 콘트롤러(122B)에서 유량을 제어하고, 퍼지가스를 상기 내부공간(101A)에 공급하는 것이 가능하게 구성되어 있다.
- [0045] 또한, 상기 가스라인(130)에는 유량계(130A), 밸브(130B)를 거쳐서, 내부에 고체원료 S를 유지하는 원료 공급 장치(130C)가 접속되어 있다. 해당 원료 공급 장치(130C)에는 히터(130H)가 부착되어, 상기 고체원료 S를 가열하고, 후술하는 캐리어가스와 함께 승화된 원료가스를 상기 내부공간(101A)에 공급하는 것이 가능하게 구성되어 있다.
- [0046] 또한, 상기 원료 공급 장치(130C)에는 밸브(130D), 질량유량 콘트롤러(130E), 밸브(130F)를 거쳐서, 캐리어가스 공급원(130G)이 접속되어 있다. 상기 밸브(130D, 130F)를 개방함으로써, 상기 질량유량 콘트롤러(130E)에서 유량을 제어하고, 캐리어가스를 상기 원료 공급 장치(130C)에 공급하는 것이 가능하게 되어 있다.
- [0047] 또한, 상기 가스라인(130)에는 퍼지라인(131)이 접속되어 있다. 상기 퍼지라인(131)에는 밸브(131A, 131C) 및 질량유량 콘트롤러(131B)를 거쳐서, 퍼지가스 공급원(131D)이 설치되어 있다. 상기 밸브(131A, 131C)를 개방함으로써, 상기 질량유량 콘트롤러(131B)에서 유량을 제어하고, 퍼지가스를 상기 내부공간(101A)에 공급하는 것이 가능하게 구성되어 있다.
- [0048] 또한, 상기 가스라인(140)에는 리모트 플라즈마 발생장치(141)가 접속되어 있다. 상기 리모트 플라즈마 발생장치(141)는 예를 들면 주파수가 400kHz의 고주파전력을 이용하여, 공급되는 클리닝가스를 플라즈마 여기하는 구조를 갖고 있다. 또한, 상기 고주파는 400kHz에 한정되지 않고, 예를 들면, 400kHz~3GHz의 고주파~마이크로파의 영역에 있어서 플라즈마 여기를 실행하도록 해도 좋다.
- [0049] 상기 리모트 플라즈마 발생장치(141)에는 가스라인(142)이 접속되어 있다. 상기 가스라인(142)에는 밸브(142A, 142C) 및 질량유량 콘트롤러(142B)를 거쳐서, 예를 들면 NF₃ 등의 클리닝가스를 공급하기 위한 클리닝가스 공급원(142D)이 설치되어 있다. 상기 밸브(142A, 142C)를 개방함으로써, 상기 질량유량 콘트롤러(142B)에서 유량을 제어하고, 클리닝가스를 상기 리모트 플라즈마 발생장치(141)에 공급하는 것이 가능하게 구성되어 있다.
- [0050] 또한, 상기 가스라인(142)에는 가스라인(143)이 접속되어 있다. 상기 가스라인(143)에는 밸브(143A, 143C) 및 질량유량 콘트롤러(143B)를 거쳐서, 예를 들면 Ar 등의 희석가스를 공급하기 위한 희석가스 공급원(143D)이 설치되어 있다. 상기 밸브(143A, 143C)를 개방함으로써, 상기 질량유량 콘트롤러(143B)에서 유량을 제어하고, 희석가스를 상기 리모트 플라즈마 발생장치(141)에 공급하는 것이 가능하게 구성되어 있다.
- [0051] 상기 리모트 플라즈마 발생장치(141)에서는 공급된 클리닝가스, 예를 들면 NF₃이 희석가스와 함께 플라즈마 여기되고, 클리닝에 기여하는 반응종으로서 불소 래디컬이 형성된다. 이와 같이 하여, 상기 리모트 플라즈마 발생장치(141)로부터 불소 래디컬을 주로 하는 클리닝에 기여하는 반응종이 상기 샤크헤드부(109)를 거쳐서 상기 내부 공간(101A)에 공급된다.
- [0052] 또한, 상기의 성막장치(100)에 있어서, 성막이나 클리닝에 관한 처리, 예를 들면 상기의 밸브의 개폐나, 유량제어, 기판 유지대의 히터의 제어, 압력조정밸브의 제어, 밀어 올림 펀의 상하이동, 진공배기 등의 동작은 예를 들면 레시피라 불리는 프로그램에 의거하여 동작된다. 이 경우, 이를 동작은 CPU(100a)를 갖는 제어장치(100A)에 의해서 제어된다. 이를 접속배선은 도시를 생략하고 있다.
- [0053] 상기 제어장치(100A)는 CPU(100a)와, 상기의 프로그램을 기억한 기록매체(100b), 키보드 등의 입력수단(100c), 표시수단(100d), 네트워크 등에 접속하기 위한 접속수단(100e), 및 메모리(100f)를 갖고 있다.
- [0054] 다음에, 상기의 성막장치(100)를 이용한 실시예 1에 의한 성막방법에 대해 설명한다.
- [0055] 도 2a는 본 발명의 실시예 1에 의한 기판 처리 방법의 개략을 나타내는 흐름도이다. 도 2a를 참조함에 있어서,

우선, 스텝10(도면 중 S10으로 표기, 이하 마찬가지)에서, 상기 처리용기(101, 102)에 의해 구획되는 상기 내부 공간(101A)에 상기 가스라인(120) 및/또는 상기 가스라인(130)으로부터 원료가스를 공급하고, 피처리 기판에 성막(예를 들면 W막의 성막)을 실행한다.

[0056] 또한, 성막은 1개의 피처리 기판에 대한 성막처리에 한정되지 않고, 복수개의 피처리 기판에 연속해서 실행하도록 해도 좋다.

[0057] 다음에, 스텝20에서, 상기 내부공간(101A)에 플라즈마 여기된 클리닝가스(예를 들면 NF₃ 등의 불소 화합물 가스)를 공급하여, 처리용기 내에 퇴적된 퇴적물의 클리닝을 실행한다. 이 경우, 종래는 상기 리모트 플라즈마 발생장치(141)에서 생성된 클리닝가스의 래디컬을 주로 이용하여 퇴적물의 에칭을 실행하고 있었다.

[0058] 그러나, 본 실시예에 의한 클리닝에서는 처리용기내(상기 내부공간(101A))의 압력을 소정의 압력 이상으로 함으로써, 상기 내부공간(101A)에서는 래디컬이 재결합된 분자에 의한 퇴적물의 에칭이 지배적으로 되도록 하고 있다.

[0059] 이 때문에, 클리닝의 대상막(예를 들면 W막)의 에칭레이트를 높게 유지하면서, 처리용기 내의 부재(예를 들면 상기 유지대 커버(105)를 구성하는 석영 등)에 주는 데미지를 억제하는 것이 가능하게 되어 있다. 이들 압력과 에칭레이트의 상세에 대해서는 후술한다.

[0060] 다음에, 스텝30에 있어서, 상기 내부공간(101A)을 상기 가스라인(120) 및/또는 상기 가스라인(130)으로부터 공급되는 예를 들면 Ar 등의 불활성가스에 의해 폐지한다. 본 스텝은 생략하는 것도 가능하지만, 본 스텝에 의한 처리를 마련하는 것에 의해, 처리용기 내의 파티클의 발생을 억제할 수 있다.

[0061] 다음에, 클리닝 후에, 예를 들면 Al의 불화물(AlF) 등의 오염이나 파티클의 발생원이 처리용기 내로 확산하는 것을 억제하기 위해, 상기 내부공간(101A) 내의 상기 예를 들면 처리용기(101)의 내벽이나 상기 유지대(104) 등에 코팅막의 성막을 실행한다. 해당 코팅막은 예를 들면 스텝10에 있어서 피처리 기판 상에 형성한 막과 동일한 것을 형성하면 좋다.

[0062] 종래는 이러한 코팅막을 형성한 경우에도, 코팅막의 성막의 조건에 따라서는 Al의 불화물이 처리용기 내로 확산되어 버리는 경우가 있어, 코팅막에 의해서 파티클이나 오염의 발생을 억제하는 것은 곤란으로 되어 있었다.

[0063] 예를 들면, 코팅막을 성막하는 경우에, 상기 유지대(104)를 통상의 성막처리의 경우와 마찬가지의 높은 온도(W막 등의 금속을 포함하는 CVD 법의 경우, 예를 들면 500°C ~ 600°C 정도)로 하면, 코팅막이 형성되기 전에 AlF가 (주로 상기 유지대(104)로부터) 상기 내부공간(101A)으로 증발 확산되어 버리는 문제가 발생하고 있었다.

[0064] 그래서, 본 실시예에서는 코팅막의 성막시의 유지대의 온도를 앞서 설명한 스텝10의 통상의 성막처리의 경우보다 낮은 온도로 하고 있다. 그 때문에, AlF의 증기압이 낮은 상태에서 유지대 표면이나 처리용기 등이 코팅된다. 그 결과, AlF의 발생이 억제되어, 파티클이나 오염의 발생이 억제된다. 이들 코팅막의 형성시의 유지대(104)의 온도와 AlF의 발생의 관계에 대해서는 후술한다.

[0065] 또한, 이와 같이 코팅막을 저온에서 성막하는 것에 의한 AlF의 발생이 억제되는 효과는 처리용기 내의 부재로의 데미지가 적은 스텝20의 고압력에서의 클리닝과 조합함으로써, 더욱 커진다. 즉, 종래의 래디컬을 주로 이용한 클리닝에서는 처리용기 내의 석영 등의 부재에 데미지가 가해질 뿐만 아니라, 에칭량은 작지만, AlN이나 Al₂O₃ 등의 유지대를 구성하는 재료에 대해서도 데미지를 주고 있었다. 그래서, AlN이나 Al₂O₃ 등으로의 데미지(F와의 반응)를 억제한 분자를 주체로 한 에칭(클리닝)을 실행하고, 또한 저온에서 코팅막을 형성함으로써, AlF의 확산을 억제하는 효과가 더욱 커진다.

[0066] 상기의 코팅 성막 후, 상기 내부공간(101A)이 청정하게 유지되고, 재차 성막이 실시 가능하게 되어, 처리를 스텝10으로 되돌릴 수 있다.

[0067] 이와 같이, 본 실시예에 의한 기판 처리 방법에서는 클리닝의 대상으로 되는 퇴적물의 에칭레이트를 높게 하고, 한편 처리용기나 처리용기 내의 부재의 데미지를 억제하고, 또한 AlF 등의 발생이 억제되어 있다. 이 때문에, 성막장치의 처리용기 내를 효율 좋게 청정하게 유지하여, 생산성을 양호하게 하는 것이 가능하게 되어 있다.

[0068] 또한, 상기의 도 2a에 나타낸 기판 처리 방법은 도 2b에 나타내는 방법과 같이 변경해도 좋다. 단 도면 중, 앞서 설명한 부분에는 동일한 참조부호를 붙이고, 설명을 생략한다.

[0069] 도 2b를 참조함에 있어서, 본 도면에 나타내는 방법에서는 스텝10과 스텝20의 사이에 스텝15의 처리가 추가되어

있다. 스텝15에서는 상기 내부공간(101A)의 압력을 스텝20의 경우의 상기 내부공간(101A)의 압력에 비해 낮게 하고, 플라즈마 여기된 클리닝가스의 래디컬이 가능한 한 소멸되지 않도록 하며, 래디컬을 이용한 클리닝을 실행하고 있다.

[0070] 이것은 예를 들면 상기 내부공간(101A)에서 구조상 온도가 올라가지 않는 개소, 예를 들면 처리용기의 코너 등이 있는 경우에, 클리닝의 대상(예를 들면 W막)과 처리용기 내의 부재(예를 들면)의 에칭의 선택비를 양호하게 하기 위한 방법이다. 이들 상세에 대해서는 후술한다.

[0071] 또한, 상기의 도 2b에 나타낸 기판 처리 방법은 도 2c에 나타내는 방법과 같이 변경해도 좋다. 단 도면 중, 앞서 설명한 부분에는 동일한 참조부호를 붙이고, 설명을 생략한다.

[0072] 도 2c를 참조함에 있어서, 본 도면에 나타내는 방법에서는 스텝40의 후에, 스텝45의 처리가 추가되어 있다. 스텝45에서는 스텝40의 상기 유지대(104)의 온도에 비해, 상기 유지대(104)의 온도를 상승시켜 코팅 성막을 실행하고 있다. 본 스텝을 마련함으로써, 막질이 더욱 양호한 코팅막을 형성하는 것이 가능해지고, 코팅막의 밀착성이 양호하게 되는 효과를 얻는다.

[0073] 다음에, 상기에 나타낸 기판 처리 방법의 효과에 대해, 상기 성막장치(100)를 이용하여 실행한 실험결과에 의거하여, 이하에 설명한다. 이하에 나타내는 데이터나 그래프는 본 발명의 발명자가 상기의 성막장치(100)를 이용하여 실행한 결과이다.

[0074] 도 3은 상기 리모트 플라즈마 발생장치(141)에 의해서 플라즈마 여기된 클리닝가스를 이용하여, 상기 성막장치(100)의 상기 내부공간(101A)(상기 유지대(104) 상)에서 에칭레이트의 측정을 실행한 결과를 나타내는 도면이다. 도 3에는 상기 내부공간(101A)의 압력을 변화시킨 경우의 W막의 에칭레이트(도면 중 ◆, W로 표기), 및 열산화막의 에칭레이트(도면 중 ■, T-0x로 표기)를 각각 나타낸 도면이다. 이 경우, 클리닝가스(NF_3)의 유량은 210sccm, 희석가스(Ar)의 유량은 3000sccm이며, 유지대의 온도는 500°C로 하고 있다.

[0075] 도 3을 참조함에 있어서, 상기 내부공간(101A)의 압력이 커짐에 따라, 열산화막의 에칭레이트는 급속히 저하하고 있다. 한편, W막의 에칭레이트는 상기 내부공간(101A)의 압력의 상승에 수반하여, 완만하게 상승하고 있다.

[0076] 이것은 상기 내부공간(101A)의 압력이 증대함에 따라, NF_3 이 플라즈마 여기됨으로써 생성하는 F래디컬이 소멸하고, 재결합하여 F분자(F_2)가 생성되어, 주로 F분자에 의한 에칭이 지배적으로 되기 때문으로 고려된다. 이 때문에, 특히 열산화막의 에칭레이트가 급속히 저하하고 있다고 고려된다.

[0077] 이 경우, 열산화막의 에칭량과 상기 유지대 커버(105)를 구성하는 석영재료(SiO_2)의 에칭량의 사이에 상관이 있다고 고려하면, 상기 내부공간(101A)의 압력을 증대시킴으로써, 석영재료의 데미지량(에칭량)을 억제하는 것이 가능한 것을 알 수 있다. 또한, 마찬가지로, 유지대를 구성하는 AlN 또는 Al_2O_3 의 데미지량도 저감하는 것이 가능하다고 고려된다.

[0078] 한편, W막의 에칭레이트는 상기 내부공간(101A)의 압력이 커짐에 따라 크게 되어 있다.

[0079] 도 4는 상기의 경우에 있어서, 상기 내부공간(101A)의 압력과, W막의 에칭의 활성화 에너지의 관계를 나타낸 것이다. 도 4를 참조함에 있어서, 해당 활성화 에너지는 상기 내부공간(101A)의 압력이 20Torr(2666Pa) 이상으로 되는 영역에서, 특히 급속하게 증대하고 있는 것을 알 수 있다. 즉, 상기 내부공간(101A)의 압력은 20Torr(2666Pa) 이상으로 하는 것이 바람직한 것을 알 수 있다. 이 경우, 처리용기 내에 퇴적된 퇴적물(W막)의 에칭레이트를 높게 유지하면서, 처리용기 내의 부재(석영 등)의 데미지를 억제하는 것이 가능하게 된다.

[0080] 또한, 도 5는 상기의 실험에 있어서, 상기 유지대(104)의 온도를 변경(250°C, 350°C, 500°C)한 경우의 상기 내부공간(101A)의 압력과, 열산화막과 W막의 에칭레이트의 비의 관계를 나타낸 도면이다. 이 경우, 에칭레이트의 비는 열산화막의 에칭레이트에 대한 W막의 에칭레이트의 비(W막의 에칭레이트/열산화막의 에칭레이트, 이하 에칭레이트비라 함)이다. 도면 중, ■로 유지대의 온도가 250°C인 경우의 결과를, □로 유지대의 온도가 350°C인 경우의 결과를, △로 유지대의 온도가 500°C인 경우의 결과를 각각 나타내고 있다.

[0081] 도 5를 참조함에 있어서, 상기 유지대(104)의 온도가 350°C와 500°C인 경우에는 상기 내부공간(101A)의 증대에 수반해서 상기 에칭레이트비가 증대하고, 처리용기 내의 부재의 데미지를 억제하면서 클리닝의 대상막을 효율 좋게 에칭하는 것이 가능하게 되어 있는 것을 알 수 있다.

- [0082] 한편, 상기 유지대(104)의 온도를 250°C로 한 경우에는 반대로 상기 내부공간(101A)의 압력을 증대시킴에 따라 약간이나마 에칭레이트비가 감소하고 있는 경향에 있다. 그 때문에, 상기 내부공간(101A)의 압력을 20Torr 이상으로 하여 고압력 클리닝을 실행하는 경우에는 상기 유지대(104)의 온도를 350°C 이상으로 하는 것이 바람직하다. 즉, 상기 도 2a에 나타낸 스텝20에 있어서는 상기 내부공간(101A)의 압력을 20Torr(2666Pa) 이상으로 하는 것이 바람직하고, 이 경우에 상기 유지대(104)의 온도를 350도 이상으로 하는 것이 더욱 바람직하다.
- [0083] 도 6은 상기의 도 5에 나타내는 경우에 있어서, 상기 내부공간(101A)에 설치된 부재(예를 들면 상기 유지대 커버(105))의 교환 주기를 나타낸 도면이다. 단 도면 중, 앞서 설명한 부분에는 동일한 참조부호를 붙이고, 설명을 생략한다. 또한, 상기 유지대(104)가 250°C인 경우는 본 도면에서는 기재를 생략하고 있다.
- [0084] 상기 유지대 커버(105)는 앞서 설명한 바와 같이, 두께에 따라서 그 기능을 하기 때문에, 10% 정도 얇아지면 교환할 필요가 생겨 버린다. 그래서, 월산 생산 1000개의 처리로서 그 교환까지의 주기를 에칭레이트로부터 산출하여 도 6에 기재하고 있다.
- [0085] 도 6을 참조함에 있어서, 상기 유지대(104)의 온도가 350°C인 경우와 500°C인 경우에서는 대략 마찬가지의 결과를 나타내고 있고, 상기 내부공간(101A)의 압력이 15Torr(2000Pa) 이상에서 교환 주기가 3개월 이상으로 되고, 해당 압력이 30Torr(4000Pa) 이상에서 교환 주기가 대략 12개월 이상으로 되어 있다. 이와 같이, 상기 내부공간(101A)의 압력을 증대시켜 클리닝을 실행함으로써, 해당 내부공간(101A)의 부재의 데미지를 저감하고, 부재의 교환주기를 길게 하여 생산성이 높은 기판처리를 실행하는 것이 가능하게 되는 것을 알 수 있다.
- [0086] 한편, 도 5에 나타낸 바와 같이, 상기 유지대(104)의 온도를 250°C로 한 경우에는 반대로 상기 내부공간(101A)의 압력을 증대시킴에 따라 에칭레이트비가 감소하고 있는 경향에 있으며, 오히려 저압측 쪽이 에칭레이트비가 높게 되어 있다.
- [0087] 이 때문에, 상기 내부공간(101A)에서 온도를 상승시키는 것이 곤란한 장소가 존재하는 경우나, 또는 상기 내부공간(101A)에서 온도에 불균일이 생겨 부분적으로 온도가 낮은 상태(이하 저온 개소로 함)가 존재하는 경우에는 해당 저온 개소의 퇴적물을 에칭하기 위해서는 상기 내부공간(101A)의 압력을 낮게 하는 것이 바람직하다. 이 경우, 상기 유지대(104)측에서도 부재로의 데미지를 방지하기 위해, 온도를 내리는 것이 바람직하다.
- [0088] 즉, 해당 저온 개소를 포함하는 처리용기 내를 클리닝하는 경우에는 앞서 도 2b에서 설명한 기판 처리 방법의 상기 스텝15와 같이, 상기 내부공간(101A)의 압력을 상기 스텝20의 경우의 압력에 비해 낮아지도록 하고, 상기 유지대(104)의 온도를 상기 스텝20의 경우의 온도에 비해 낮아지는 바와 같은 스텝을 마련하여, 상기 저온 개소의 클리닝을 하는 것이 바람직하다.
- [0089] 또한, 해당 스텝15에서는 도 5에 나타낸 결과로부터, 상기 내부공간(101A)의 압력을 10Torr(1330Pa) 이하, 더욱 바람직하게는 5Torr(665Pa) 이하, 상기 유지대(104)의 온도를 300°C 이하로 하는 것이 바람직하다.
- [0090] 또한, 도 7 및 도 8에는 상기 내부공간(101A)의 압력과 상기 유지대(104)의 온도를 변경한 경우의 W막의 에칭레이트(도 7)와 열산화막의 에칭레이트(도 8)를 각각 나타낸 것이다. 그라프에서 횡축은 상기 유지대(104)의 온도, 종축은 에칭레이트를 나타내고 있다.
- [0091] 또한, 도 7 및 도 8 중에서는 ◆로, 상기 내부공간(101A)의 압력이 1 Torr(133Pa), NF₃의 유량이 210sccm인 경우(도면 중 ◆ 1T 210으로 표기)를, 이하 마찬가지로 □로, 상기 내부공간(101A)의 압력이 40Torr(5332 Pa), NF₃의 유량이 210sccm인 경우(도면 중 □ 40T 210으로 표기)를, ▲로, 상기 내부공간(101A)의 압력이 1Torr, NF₃의 유량이 310sccm인 경우(도면 중 ▲ 1T 310으로 표기)를, 0로, 상기 내부공간(101A)의 압력이 20Torr(2666Pa), NF₃의 유량이 280sccm인 경우(도면 중 0 20T 280으로 표기)를, 각각 나타내고 있다.
- [0092] 우선, 도 7을 참조함에 있어서, W막을 에칭하는 경우에는 상기 내부공간(101A)의 압력이 높은(20Pa 이상) 경우에는 상기 유지대(104)의 온도가 증대한 경우에 에칭레이트가 증대하고 있는 것을 알 수 있다. 한편, 상기 내부공간(101A)의 압력이 낮은(1Torr 이하) 경우에는 에칭레이트의 압력에 의한 변화는 작아진다. 또한, 유지대가 저온(250°C 이하)으로 되는 경우에는 압력이 높은 경우(20Pa 이상)에는 에칭레이트가 극단적으로 작아지고, 오히려 압력이 낮은 경우(1Torr 이하) 쪽이 에칭레이트가 높게 되어 있어, 경향이 역전되어 있다.
- [0093] 한편, 도 8을 참조함에 있어서, 열산화막을 에칭하는 경우에는 전체적으로 압력이 낮은 쪽이 에칭레이트는 커지지만, 압력이 낮은 경우(1Torr 이하)에는 온도의 저하에 수반해서 급속히 에칭레이트가 저하되는 경향에 있다. 이 때문에, 상기 에칭레이트비는 도 5에서 앞서 설명한 바와 같이, 유지대의 온도가 250°C인 경우에는 저압력

(1Torr 이하)쪽이 높아져, 유지대의 온도가 고온인 경우와는 반대의 현상이 생기고 있다.

[0094] 이들을 감안하면, 상기 에칭레이트비를 높게 하기 위해서는 상기 유지대(104)의 온도를 높게 하여(예를 들면 앞서 설명한 바와 같이 350°C 이상), 상기 내부공간(101A)의 압력을 높게(예를 들면 앞서 설명한 바와 같이 20Torr 이상, 더욱 바람직하게는 30Torr 이상) 하는 것이 바람직하다. 그러나 한편, 에칭대상막의 온도가 낮은(250°C 이하) 개소가 존재하는 경우에는 상기 내부공간(101A)의 압력을 내리는(1Torr 이하) 것이 바람직한 것을 알 수 있다. 이 경우, 상기 유지대(104)의 온도는 해당 유지대(104)나 상기 유지대 커버(105)로의 데미지를 저감하기 위해, 250°C 이하로 하는 것이 바람직하다. 이를 저온·저압의 클리닝은 도 2b에 나타낸 스텝15의 처리에 대응하고 있다.

[0095] 다음에, 도 2a~도 2c의 스텝40에 해당하는 코팅처리에 대해, 그 오염 억제 효과에 대해 설명한다.

[0096] 앞서 설명한 바와 같이, 클리닝 후에, 상기 처리용기(101, 102)의 내벽면이나, 상기 유지대(104), 상기 유지대 커버(105), 상기 샤크워헤드부(109)(내부공간(101A)에 면하는 대상) 등에 코팅 성막을 실행하는 것에 의해서, 예를 들면 AlF의 확산을 억제하여, 파티클이나 오염의 확산을 방지하는 것이 가능하게 된다.

[0097] 그러나, 종래는 이러한 코팅 성막을 실행한 경우에도, 클리닝가스에 F를 포함하는 가스를 이용한 경우, 처리용기나 처리용기 내의 Al과 반응하여 AlF가 생성되고, AlF가 확산함으로써 파티클이나 오염의 발생원인이 되는 경우가 생기고 있었다.

[0098] 그래서, 본 실시예에서는 코팅 성막시의 상기 유지대(104)의 온도를 통상의 피처리 기판 상으로의 성막시에 비해 낮게 억제하고, AlF의 확산을 억제하여 코팅 성막을 실시하고, 그 후, 유지대를 통상의 성막에 필요한 온도로 상승시키도록 하고 있다.

[0099] 예를 들면, 금속막이나 금속 질화막(Si가 첨가되는 경우도 있음) 등을 CVD법(MOCVD법)으로 형성하는 경우, 상기 유지대(104)(피처리 기판)의 온도는 500°C~600°C, 혹은 그 이상의 온도로 하는 것이 바람직하다. 이러한 예로서는 원료로서 W(CO)₆, SiH₄, NH₃을 이용하여 W막이나 WN막, WSi막, SiN막을 형성하는 경우나, 원료로서 Ta(Nt-Am)(NMe₂)₃, NH₃, SiH₄를 이용하여 TaSiN막을 형성하는 경우 등을 들 수 있다.

[0100] 종래는 코팅 성막을 실행하는 경우, 통상의 피처리 기판으로의 성막의 경우와 하등 조건을 변경하는 일 없이 실행하고 있었다. 이 때문에, 클리닝에 의해 형성된 Al의 불순물이, 예를 들면 상기 유지대(104)의 온도가 증대됨으로써 승화하여 확산되고, 성막시의 오염의 원인이 되거나, 또는 처리용기 내에서 응고하여 파티클의 원인으로 되는 경우가 발생하고 있었다.

[0101] 이 때문에, 본 실시예에서는 예를 들면 도 2a~도 2c에 나타낸 스텝40에 있어서, 상기 유지대(104)의 온도를 스텝10의 경우보다 낮게 하여 코팅 성막을 실행하고, AlF가 확산되기 전에 저온에서 코팅막을 형성하여, 오염이나 파티클의 발생을 억제하고 있다.

[0102] 다음에, 코팅 성막시의 유지대(104)의 온도와, 그 후의 성막 공정에 있어서 형성되는 막의 오염의 관계를 조사한 결과에 대해 설명한다. 도 9는 코팅 성막시의 상기 유지대(104)의 온도를 400°C 및 450°C로 한 경우에, 코팅 성막 후에, 피처리 기판에 성막된 막의 불순물을 각각 조사한 결과이다. 유지대의 온도가 400°C인 경우에는 3개, 유지대의 온도가 450°C인 경우에는 2개의 피처리 기판(웨이퍼)에 대해, 형성된 막을 조사하고 있다. 또한, 도면 중 좌단의 번호는 임의의 웨이퍼 ID 번호이다. 또한, 각 원소의 검출결과는 단위가 10¹⁰ atoms/cm²이다.

[0103] 도 9를 참조함에 있어서, 유지대의 온도가 450°C인 경우에는 유지대의 온도가 400°C인 경우에 비해, 특히 Al의 오염량이 크고, 앞서 설명한 바와 같이, 유지대의 온도를 상승시킨 것에 의한 AlF의 확산이 원인으로 고려된다. 또한 Cr, Fe 등의 중금속도 검출되고 있다. 이것은 예를 들면 처리용기나, 유지대에 함유되어 중금속이 석출되어 있는 것으로 고려된다. 이 때문에, 상기 스텝40에 있어서의 상기 유지대(104)의 온도(코팅 성막시의 유지대의 온도)는 Al 오염량이 허용값인 5×10¹⁰ atoms/cm² 이하로 된다, 430°C 이하로 하는 것이 바람직하고, 400°C 이하로 하면 더욱 오염물질의 함유량이 감소하여, 더욱 바람직하다.

[0104] 도 10은 온도와 AlF의 증기압의 관계와, 코팅 성막시의 상기 유지대(104)의 온도와, 코팅 성막후에 피처리 기판에 성막된 막의 Al의 불순물의 검출결과의 관계를 1개의 그래프에 정리한 것이다. 이 경우, 그래프의 종축으로 되는 AlF의 증기압은 400°C의 AlF의 증기압을 1로 한 경우의 AlF의 증기압의 비로 나타내고 있다. 또한, Al의 검출결과는 ●로 평균값을, I로 최소값과 최대값의 폭을 나타내고 있다.

- [0105] 도 10을 참조함에 있어서, AlF의 증기압은 400°C인 경우에 450°C인 경우의 대략 100분의 1로 되어 있고, 이것에 대응하여 Al의 오염량도 대략 100분의 1배 정도로 되어 있다. 즉, AlF의 증기압의 감소와 성막시의 Al 오염량에는 상관관계가 보이며, 이 때문에, 코팅 성막시에 유지대를 저온으로 함으로써, Al의 오염량이 억제되는 것을 알 수 있다.
- [0106] 다음에, 도 2a~도 2c에서 앞서 설명한 상기 스텝30의 처리용기 내의 퍼지에 의한 파티클의 저감 효과에 대해 설명한다. 스텝30에 나타낸 상기 내부공간(101A)의 퍼지는 예를 들면 Ar 등의 불활성가스를 상기 내부공간(101A)에 공급하는 것과, 해당 불활성가스를 해당 내부공간(101A)으로부터 배출하는 처리를 반복하여, 파티클이나 오염물질 등을 해당 내부공간(101A)의 밖으로 배출하는 처리이다.
- [0107] 도 11은 도 2a에 나타낸 기판 처리 방법에 있어서, 스텝30(퍼지)을 실시한 경우와 실시하지 않은 경우에 대해 각각 퍼처리 기판의 표면의 파티클의 밀도($/m^2$)를 나타낸 것이다. 도면 중, ■로 퍼지를 실시하지 않았던 경우의 $0.2\mu m$ 이상의 파티클의 밀도를, □로 퍼지를 실시하지 않았던 경우의 $0.1\mu m$ 이상의 파티클의 밀도를, ●로 퍼지를 실시한 경우의 $0.2\mu m$ 이상의 파티클의 밀도를, 0로 퍼지를 실시한 경우의 $0.1\mu m$ 이상의 파티클의 밀도를 각각 나타내고 있다.
- [0108] 또한, 도 12는 도 2a에 나타낸 기판 처리 방법에 있어서, 스텝30(퍼지)을 실시한 경우와 실시하지 않았던 경우에 대해, 각각 퍼처리 기판의 이면의 파티클의 밀도($/m^2$)를 나타낸 것이다. 도면 중, ■로 퍼지를 실시하지 않았던 경우의 $0.12\mu m$ 이상의 파티클의 밀도를, ●로 퍼지를 실시한 경우의 $0.12\mu m$ 이상의 파티클의 밀도를 각각 나타내고 있다.
- [0109] 도 11, 도 12를 참조함에 있어서, 퍼처리 기판의 표면, 이면 모두 퍼지 처리를 실행한 경우에 파티클의 밀도가 감소되어 있어, 퍼지 처리를 실행함으로써 파티클을 감소시키는 효과를 얻는 것이 확인되었다.
- [0110] (실시예 2)
- [0111] 다음에, 앞서 나타낸 기판 처리 방법에 의거하여, 상기 성막장치(100)를 이용하여 기판 처리 방법을 실시한 예에 대해, 이하에 설명한다. 이하의 예에서는 도 2a에 나타낸 기판 처리 방법에 의거하여, 기판처리를 실행하고 있다.
- [0112] 우선, 스텝10의 처리를 아래와 같이 하여 실행하였다. 상기 유지대(104)의 온도를 672°C로 하고, 예를 들면 반송 로봇 등을 이용하여 퍼처리 기판(300mm 웨이퍼)을 상기 내부공간(101A)에 반입하였다.
- [0113] 다음에, 상기 원료 공급 장치(130C)에 유지된 $W(CO)_6$ 을 승화하여 원료가스로 하고, 캐리어가스인 Ar 90sccm과 희석가스(퍼지가스)인 Ar 700sccm과 함께, 상기 가스라인(130)을 거쳐서, 상기 샤퍼헤드부(109)로부터 상기 내부공간(101A)에 공급하였다. 이 경우, 상기 내부공간(101A)의 압력은 20Pa(0.15Torr)로 하였다. 그 결과, 퍼처리 기판 상에서 원료가스가 분해되고, 퍼처리 기판 상에 W 막이 형성되었다. 성막 시간은 150초로 하고, 두께가 대략 20nm인 W 막을 형성하였다. 이 처리를 250개의 퍼처리 기판에 대해 실시하였다.
- [0114] 다음에, 스텝20의 처리를 아래와 같이 실시하였다. 우선 상기 유지대(104)의 온도를 400°C로 내렸다. 다음에, NF_3 을 230sccm, Ar을 3000sccm, 상기 리모트 플라즈마 발생장치(141)에 공급하여 고주파전력을 2.7kW 인가하여 플라즈마 여기하고, F래디컬을 포함하는 활성종을 생성하였다.
- [0115] 상기 리모트 플라즈마 발생장치(141)에서 플라즈마 여기된 클리닝가스(희석가스를 포함함)는 상기 가스라인(140)을 거쳐서 상기 샤퍼헤드부(109)로부터 상기 내부공간(101A)에 공급되었다. 이 경우, 상기 내부공간(101A)의 압력은 5320Pa(39.9Torr)로 하였다. 이 클리닝처리를 30분간 실시하였다.
- [0116] 다음에, 클리닝의 확인을 위해, 상기 처리용기(101)를 개방하여 처리용기 내부의 상태를 확인한 결과, 처리용기 내벽, 샤퍼헤드부, 유지대, 유지대 커버 등에 퇴적된 W 막이 제거되어 있으며, 또한 이들 부재로의 데미지가 없는 것이 확인되었다.
- [0117] 또한, 이 후에 스텝30, 스텝40을 실시하고, 또한 처리를 스텝10으로 되돌림으로써, 연속적인 기판 처리가 가능하게 된다.
- [0118] 예를 들면, 스텝30에서는 예를 들면 Ar 등의 불활성가스를 상기 내부공간(101A)에 공급하는 것과, 해당 불활성가스를 해당 내부공간(101A)으로부터 배출하는 처리를 반복하고, 소위 사이클 퍼지를 실시하면 좋다.
- [0119] 또한, 스텝40에서는 스텝10의 성막 공정과 유지대의 온도 이외는 마찬가지의 조건이고, 상기 유지대(104)의 온

도를 예를 들면 400°C로 변경하여 코팅 성막을 실행하면 좋다.

[0120] (실시예 3)

[0121] 다음에, 도 2b에 나타낸 기판 처리 방법에 의거하여, 기판처리를 실행한 예에 대해 설명한다.

[0122] 우선, 스텝10의 처리를 아래와 같이 하여 실행하였다. 상기 유지대(104)의 온도를 600°C로 하고, 예를 들면 반송로봇 등을 이용하여 피처리 기판(300㎟ 웨이퍼)을 상기 내부공간(101A)에 반입하였다.

[0123] 다음에, 상기 원료 공급 장치에서 46°C로 유지된 $Ta(Nt-Am)(NMe_2)_3$ 을 승화하여 원료가스로 하고, 캐리어가스인 Ar40sccm과 함께, 상기 가스라인(130)을 거쳐서, 상기 샤크위헤드부(109)로부터 상기 내부공간(101A)에 공급하였다. 이 경우, 동시에, 희석가스(피지가스)인 Ar을 40sccm, SiH_4 를 500sccm, NH_3 을 200sccm, 마찬가지로 해서, 상기 가스라인(120)을 거쳐서, 상기 샤크위헤드부(109)로부터 상기 내부공간(101A)에 공급하였다.

[0124] 이 경우, 상기 내부공간(101A)의 압력은 40Pa(0.3Torr)로 하였다. 그 결과, 피처리 기판 상에서 원료가스가 분해되고, 피처리 기판 상에 $TaSiN$ 막이 형성되었다. 성막 시간은 150초로 하고, 두께가 대략 20nm인 $TaSiN$ 막을 형성하였다. 이 처리를 250개의 피처리 기판에 대해 실시하였다.

[0125] 다음에, 스텝15의 처리를 아래와 같이 실시하였다. 우선, 상기 유지대(104)의 온도를 250°C로 내렸다. 다음에, NF_3 을 230sccm Ar을 3000 sccm, 상기 리모트 플라즈마 발생장치(141)에 공급하여 고주파전력을 1.2kW 인가하여 플라즈마 여기하고, F래디컬을 포함하는 활성종을 생성하였다.

[0126] 상기 리모트 플라즈마 발생장치(141)에서 플라즈마 여기된 클리닝가스(희석가스를 포함함)는 상기 가스라인(140)을 거쳐서 상기 샤크위헤드부(109)로부터 상기 내부공간(101A)에 공급되었다. 이 경우, 상기 내부공간(101A)의 압력은 133Pa(1Torr)로 하였다. 이 클리닝처리를 10분간 실시하였다.

[0127] 다음에, 스텝20의 처리를 아래와 같이 실시하였다. 우선, 상기 유지대(104)의 온도를 400°C로 올렸다. 다음에, NF_3 을 230sccm, Ar을 3000 sccm, 상기 리모트 플라즈마 발생장치(141)에 공급하여 고주파전력을 2.7kW 인가하여 플라즈마 여기하고, F래디컬을 포함하는 활성종을 생성하였다.

[0128] 상기 리모트 플라즈마 발생장치(141)에서 플라즈마 여기된 클리닝가스(희석가스를 포함함)는 상기 가스라인(140)을 거쳐서 상기 샤크위헤드부(109)로부터 상기 내부공간(101A)에 공급되었다. 이 경우, 상기 내부공간(101A)의 압력은 5320Pa(39.9Torr)로 하였다. 이 클리닝처리를 30분간 실시하였다.

[0129] 다음에, 스텝30의 처리로서, 퍼지가스로서 Ar을 이용하여 Ar의 공급과 공급의 정지를 반복하는 소위 사이클 퍼지를 실시하였다. 즉, Ar1Torr(133Pa)1000sccm, 혹은 Ar0.5Torr(66.5Pa)800sccm을 20sec 유지하고, 그 후 10sec 진공 배기하는 것을 반복하는 사이클 퍼지를 실시하였다.

[0130] 다음에, 스텝40의 처리로서, 해당 스텝10의 성막 공정과 유지대의 온도 이외는 마찬가지의 조건이고, 상기 유지대(104)의 온도를 400°C로 변경하여, 코팅 성막을 실행하였다.

[0131] 그 후, 재차 처리를 스텝10으로 되돌려 성막을 실행하고, 파티클과 막중의 Al의 오염이 저감되어 있는 것이 확인되었다.

[0132] 또한 도 2c에 나타낸 기판 처리 방법을 실시하는 경우에는 해당 스텝40에서 400°C로 코팅 성막을 실행한 후에, 스텝45의 처리에 대응하여, 유지대의 온도를 예를 들면 스텝10과 동일한 600°C로 변경하여, 마찬가지로 코팅 성막을 실시하면 좋다. 이 경우, 코팅막의 막질이 양호하게 되어, 코팅막의 밀착성이 양호하게 된다.

[0133] 또한, 상기의 실시예는 피처리 기판 상에 W나 Ta를 포함하는 막을 형성하는 경우에 대해 설명하였지만, 본 발명은 이것에 한정되지 않고, 금속 카르보닐 가스 등 각종 원료가스를 이용하여 각종의 성막을 실행하는 것이 가능하다. 또한, 클리닝가스는 NF_3 을 이용한 경우를 예로 들어 설명했지만, 이것에 한정되지 않고, 예를 들면 플로로카본계 등의 F를 갖는 각종 클리닝가스를 이용하는 것이 가능하다.

[0134]

산업상 이용 가능성

[0135] 본 발명에 따르면, 성막장치의 처리용기 내를 효율 좋게 청정하게 유지하고, 생산성이 양호하게 되는 기판 처리 방법과, 해당 기판 처리 방법을 컴퓨터에 동작시키는 프로그램을 기억한 기록매체를 제공하는 것이 가능해진다.

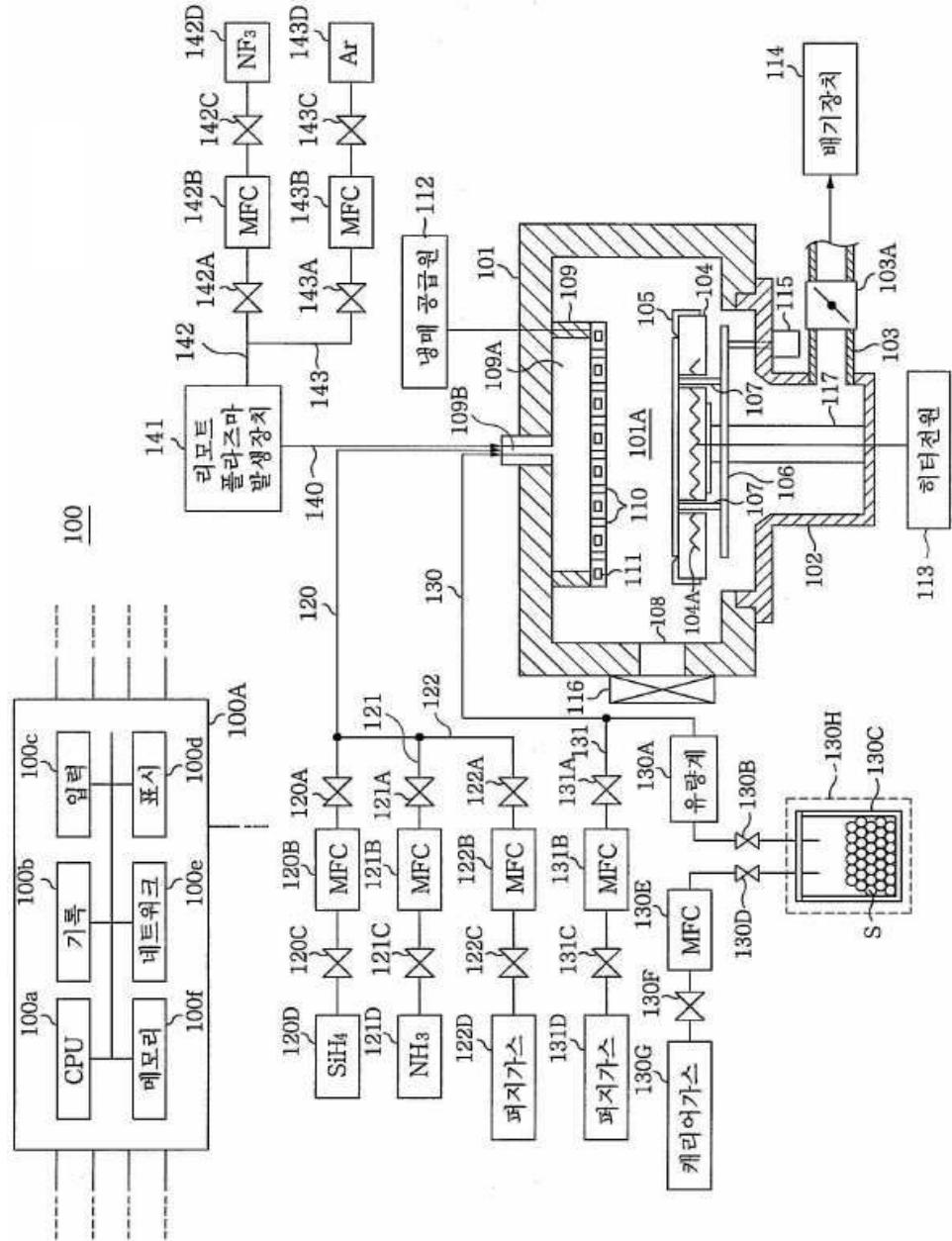
[0136] 본 국제출원은 2005년 9월 26일에 출원한 일본특허출원 2005-278367호에 의거하는 우선권을 주장하는 것이며, 2005-278367호의 전체 내용을 본 국제출원에 원용한다.

도면의 간단한 설명

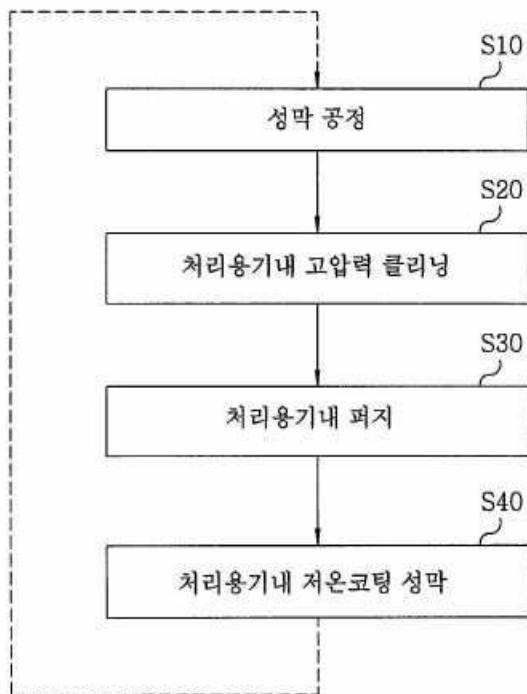
- [0010] 도 1은 실시예 1에 의한 기판 처리 방법을 실시하는 성막장치의 일예를 나타내는 도면.
- [0011] 도 2a는 실시예 1에 의한 기판 처리 방법을 나타내는 도면(그 1).
- [0012] 도 2b는 실시예 1에 의한 기판 처리 방법을 나타내는 도면(그 2).
- [0013] 도 2c는 실시예 1에 의한 기판 처리 방법을 나타내는 도면(그 3).
- [0014] 도 3은 W막과 열산화막의 에칭레이트를 비교한 도면.
- [0015] 도 4는 압력과 W막의 에칭의 활성화 에너지의 관계를 나타낸 도면.
- [0016] 도 5는 W막과 열산화막의 에칭레이트의 비를 나타낸 도면(그 1).
- [0017] 도 6은 W막과 열산화막의 에칭레이트의 비를 나타낸 도면(그 2).
- [0018] 도 7은 압력과 유지대의 온도를 변경한 경우의 W막의 에칭레이트를 나타내는 도면.
- [0019] 도 8은 압력과 유지대의 온도를 변경한 경우의 열산화막의 에칭레이트를 나타내는 도면.
- [0020] 도 9는 막중의 오염물질의 검출결과를 나타내는 도면.
- [0021] 도 10은 A1의 불화물의 증기압과 막중의 A1 오염의 검출결과를 나타내는 도면.
- [0022] 도 11은 파티를 측정의 결과를 나타내는 도면(그 1).
- [0023] 도 12는 파티를 측정의 결과를 나타내는 도면(그 2).

도면

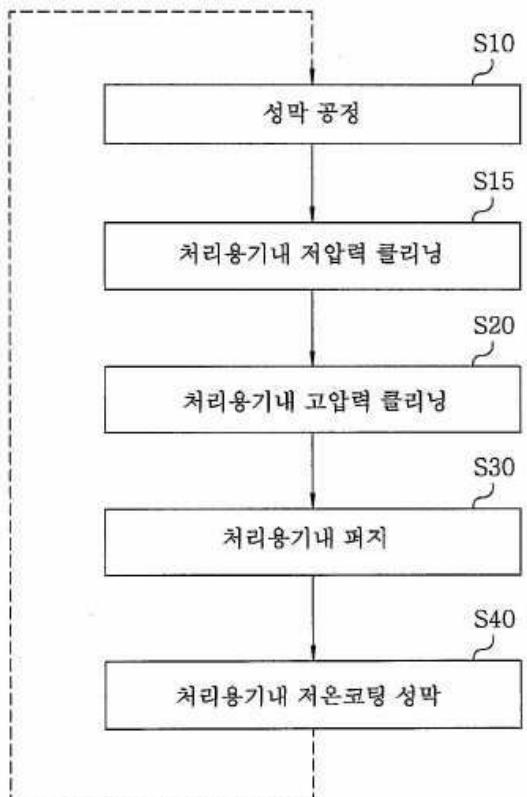
도면1



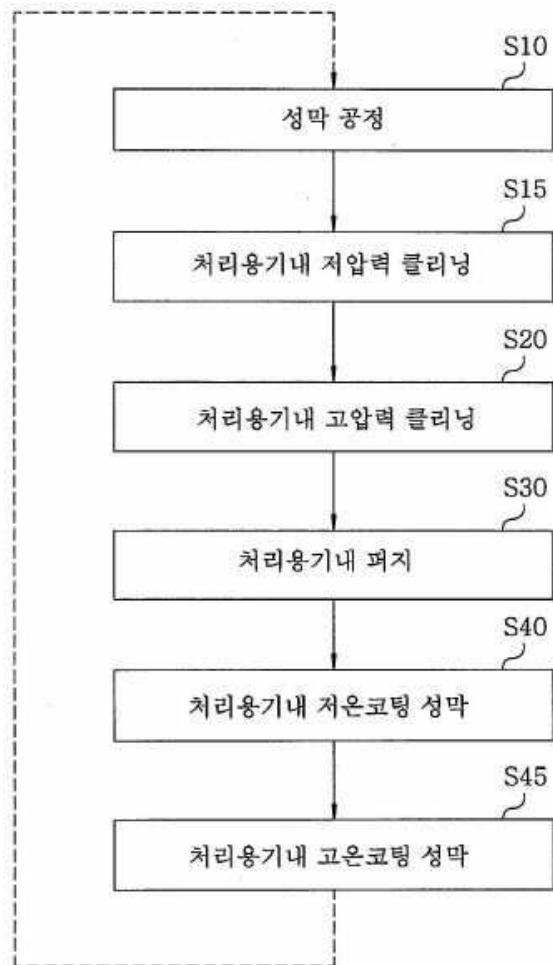
도면2a



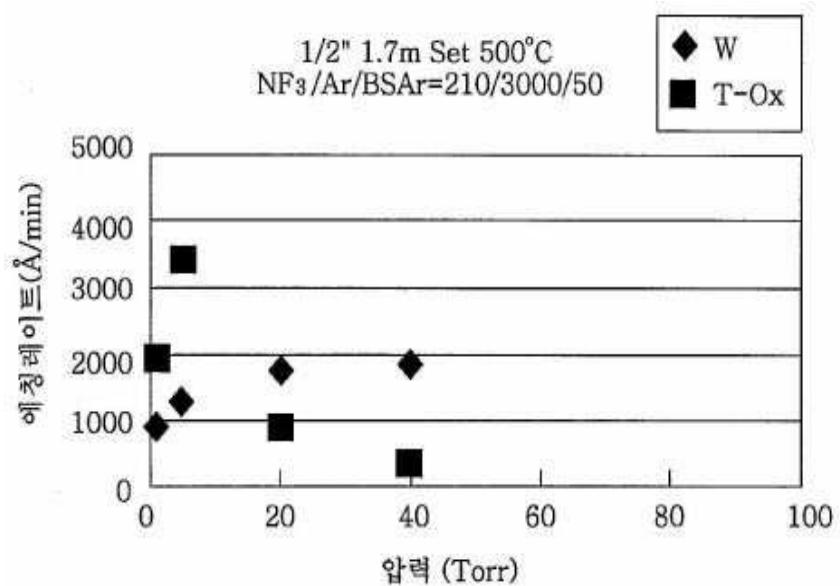
도면2b



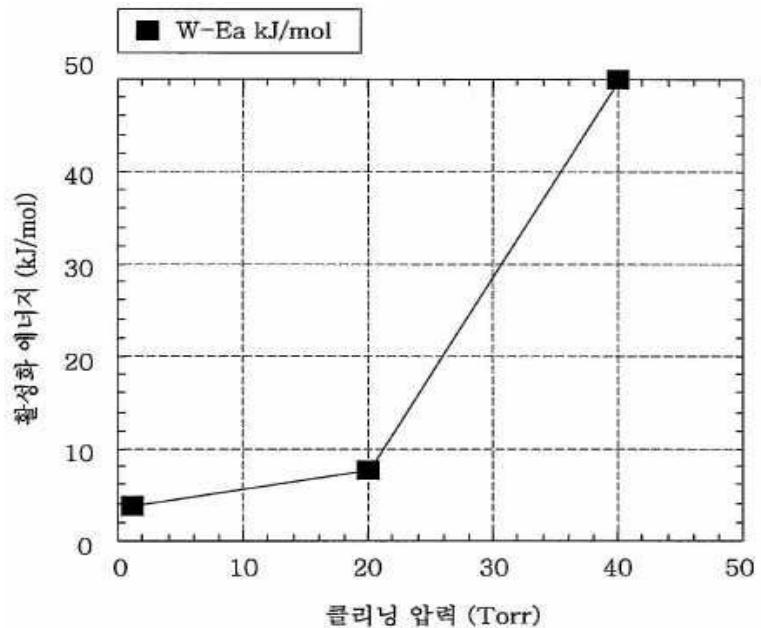
도면2c



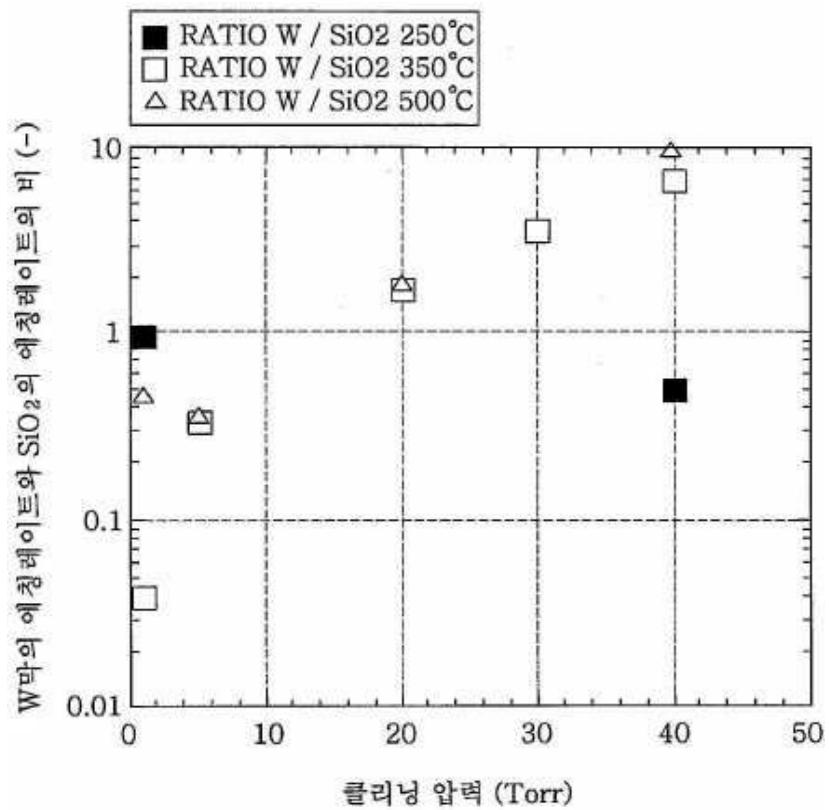
도면3



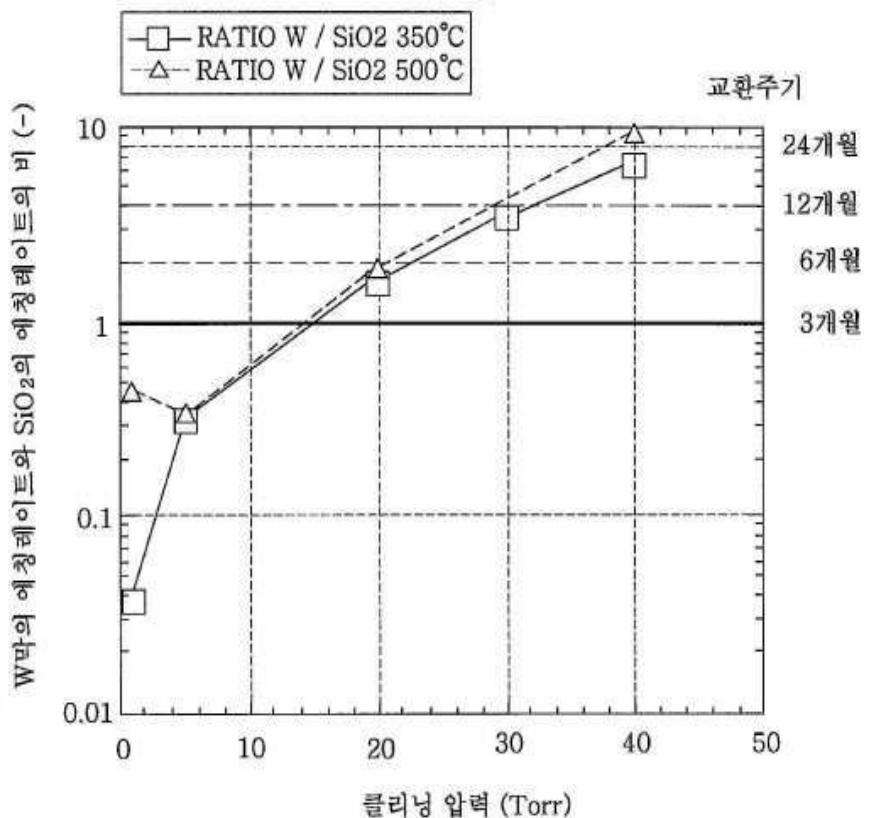
도면4



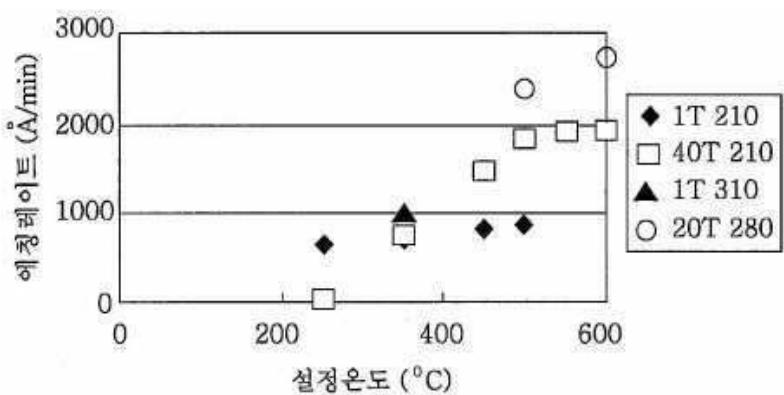
도면5



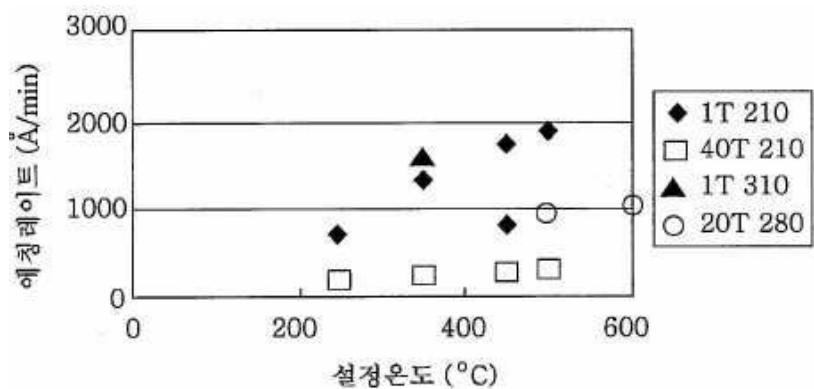
도면6



도면7



도면8



도면9a

400degC

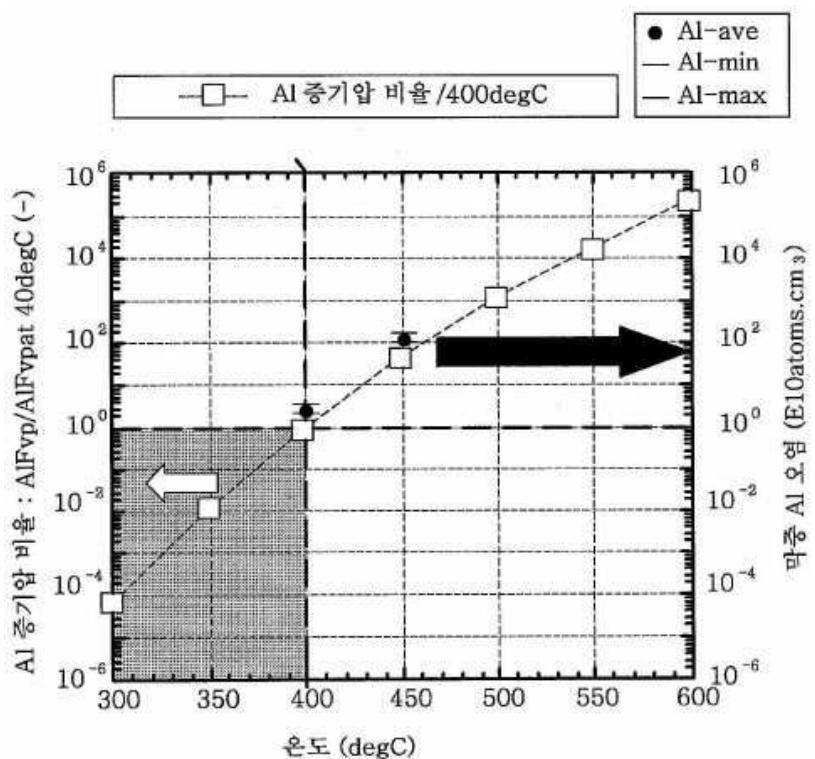
ELEMENT			Na	Al	K	Ca	Ti	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Mo	W	Pb
DETECTION LIMIT (*E10atoms/cm ³)			0.5	0.4	2.0	0.8	4.0	0.5	0.2	0.5	0.6	0.7	0.6	0.1	0.2	0.1	0.1
400-01	IN FILM	-	3.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1
400-02		-	2.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1
400-03		-	1.9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1

도면9b

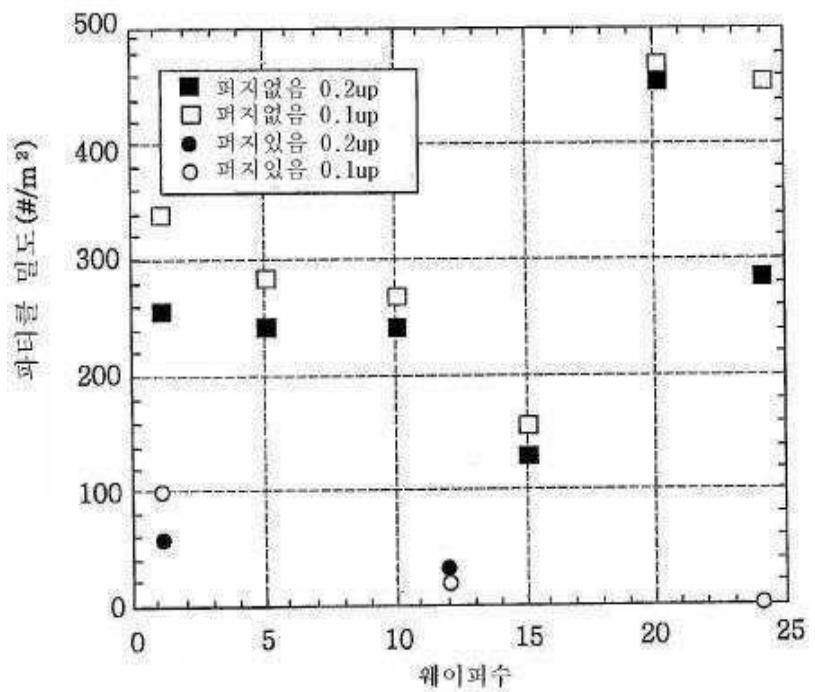
450degC

ELEMENT			Na	Al	K	Ca	Ti	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Mo	W	Pb
DETECTION LIMIT (*E10atoms/cm ³)			1.0	0.8	4.0	2.0	8.0	1.0	0.4	1.0	2.0	2.0	2.0	0.2	0.4	0.2	0.2
450-01	IN FILM	-	100.0	-	-	-	3.1	-	17.0	-	-	-	0.3	-	-	-	-
450-02		-	170.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1.6	1.2	-	-	-

도면10



도면11



도면12

