



(19) 대한민국특허청(KR)
 (12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년01월23일
 (11) 등록번호 10-1941064
 (24) 등록일자 2019년01월16일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/3065 (2006.01) *H01J 37/32* (2006.01)
H01L 21/02 (2006.01) *H01L 21/67* (2006.01)
- (52) CPC특허분류
H01L 21/3065 (2013.01)
H01J 37/32192 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2017-0004059
- (22) 출원일자 2017년01월11일
 심사청구일자 2017년01월11일
- (65) 공개번호 10-2018-0030742
- (43) 공개일자 2018년03월26일
- (30) 우선권주장
 JP-P-2016-181133 2016년09월16일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌

JP2011192872 A*

(뒷면에 계속)

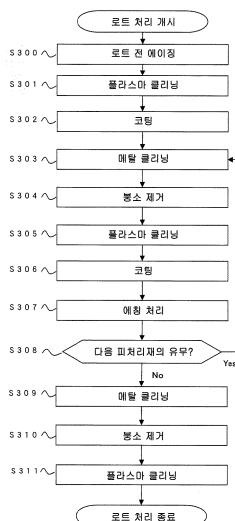
전체 청구항 수 : 총 6 항

심사관 : 오순영

(54) 발명의 명칭 **플라스마 처리 방법****(57) 요약**

본 발명은, 플라스마 에칭 성능의 변동을 억제할 수 있는 플라스마 처리 방법을 제공하는 것을 과제로 한다.

이러한 과제를 해결하기 위하여 본 발명은, 처리실 내에서 금속 원소를 함유하는 막이 배치된 시료를 플라스마 에칭하는 플라스마 처리 방법에 있어서, 봉소 원소를 함유하는 가스를 이용해서 상기 처리실 내를 플라스마 클리닝하고, 상기 플라스마 클리닝 후, 플라스마를 이용해서 상기 봉소 원소를 제거하고, 상기 봉소 원소를 제거 후, 불소 원소를 함유하는 가스를 이용해서 상기 처리실 내를 플라스마 클리닝하고, 상기 불소 원소를 함유하는 가스에 의한 플라스마 클리닝 후, 실리콘 원소를 함유하는 가스를 이용한 플라스마에 의해 퇴적막을 상기 처리실 내에 퇴적시키고, 상기 퇴적막의 퇴적 후, 상기 시료를 플라스마 에칭하는 것을 특징으로 한다.

대 표 도 - 도3

(52) CPC특허분류

H01L 21/02046 (2013.01)
H01L 21/02315 (2013.01)
H01L 21/0234 (2013.01)
H01L 21/67034 (2013.01)
H01L 21/67069 (2013.01)

(56) 선행기술조사문현

JP2008060171 A*
KR1020110054287 A*
KR1020100071961 A
US20130087174 A1
JP2015057854 A

JP10074732 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문현

명세서

청구범위

청구항 1

금속 원소를 함유하는 막이 성막된 시료를 처리실 내에서 플라스마 에칭하는 플라스마 처리 방법에 있어서, 삼염화붕소 가스와 염소 가스의 혼합 가스를 이용해서 상기 처리실 내를 플라스마 클리닝하는 제 1 공정과, 상기 제 1 공정 후, 염소 가스를 이용해서 상기 처리실을 플라스마 클리닝하는 제 2 공정과, 상기 제 2 공정 후, 불소 원소를 함유하는 가스를 이용해서 상기 처리실 내를 플라스마 클리닝하는 제 3 공정과, 상기 제 3 공정 후, 실리콘 원소를 함유하는 가스를 이용한 플라스마에 의해 퇴적막을 상기 처리실 내에 퇴적시키는 제 4 공정과, 상기 제 4 공정 후, 상기 시료를 플라스마 에칭하는 제 5 공정을 갖고, 소정 매수의 상기 시료를 모두 플라스마 에칭할 때까지, 상기 제 1 공정 내지 상기 제 5 공정을 순차적으로, 반복하고, 상기 제 5 공정 후에 행하는 상기 제 1 공정은, 삼염화붕소 가스와 염소 가스의 혼합 가스를 이용해서 상기 처리실 내의 금속 함유물을 플라스마 클리닝하는 것을 특징으로 하는 플라스마 처리 방법.

청구항 2

금속 원소를 함유하는 막이 성막된 시료를 처리실 내에서 플라스마 에칭하는 플라스마 처리 방법에 있어서, 삼염화붕소 가스와 염소 가스의 혼합 가스를 이용해서 상기 처리실 내를 플라스마 클리닝하는 제 1 공정과, 상기 제 1 공정 후, 염소 가스만을 이용해서 상기 처리실을 플라스마 클리닝하는 제 2 공정과, 상기 제 2 공정 후, 불소 원소를 함유하는 가스를 이용해서 상기 처리실 내를 플라스마 클리닝하는 제 3 공정과, 상기 제 3 공정 후, 실리콘 원소를 함유하는 가스를 이용한 플라스마에 의해 퇴적막을 상기 처리실 내에 퇴적시키는 제 4 공정과, 상기 제 4 공정 후, 상기 시료를 플라스마 에칭하는 제 5 공정을 갖고, 소정 매수의 상기 시료를 모두 플라스마 에칭할 때까지, 상기 제 1 공정 내지 상기 제 5 공정을 순차적으로, 반복하고, 상기 제 5 공정 후에 행하는 상기 제 1 공정은, 삼염화붕소 가스와 염소 가스의 혼합 가스를 이용해서 상기 처리실 내의 금속 함유물을 플라스마 클리닝하고, 상기 제 1 공정은, 상기 시료가 재치되는 시료대에 시료가 재치되지 않은 상태로 행해지는 것을 특징으로 하는 플라스마 처리 방법.

청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 상기 불소 원소를 함유하는 가스는, 삼불화질소 가스이며, 상기 실리콘 원소를 함유하는 가스는, 사염화실리콘 가스인 것을 특징으로 하는 플라스마 처리 방법.

청구항 4

삭제

청구항 5

금속 원소를 함유하는 막이 성막된 시료를 처리실 내에서 플라스마 에칭하는 플라스마 처리 방법에 있어서, 삼염화붕소 가스와 염소 가스의 혼합 가스를 이용해서 상기 처리실 내를 플라스마 클리닝하는 제 1 공정과, 상기 제 1 공정 후, 염소 가스를 이용해서 상기 처리실을 플라스마 클리닝하는 제 2 공정과, 상기 제 2 공정 후, 불소 원소를 함유하는 가스를 이용해서 상기 처리실 내를 플라스마 클리닝하는 제 3 공정과, 상기 제 3 공정 후, 실리콘 원소를 함유하는 가스를 이용한 플라스마에 의해 퇴적막을 상기 처리실 내에 퇴적시키는 제 4 공정과, 상기 제 4 공정 후, 상기 시료를 플라스마 에칭하는 제 5 공정을 갖고, 소정 매수의 상기 시료를 모두 플라스마 에칭할 때까지, 상기 제 1 공정 내지 상기 제 5 공정을 순차적으로, 반복하고, 상기 제 1 공정은, 상기 시료가 재치되는 시료대에 시료가 재치되지 않은 상태로 행해지고, 상기 소정 매수의 시료를 모두 플라스마 에칭한 경우, 붕소 원소를 함유하는 가스를 이용해서 상기 처리실 내를 플라스마 클리닝하는 제 6 공정과, 상기 제 6 공정 후, 염소 가스를 이용해서 상기 처리실을 플라스마 클리닝하는 제 7 공정과, 상기 제 7 공정 후, 불소 원소를 함유하는 가스를 이용해서 상기 처리실 내를 플라스마 클리닝하는 제 8 공정을 더 갖는 것을 특징으로 하는 플라스마 처리 방법.

청구항 6

삭제

청구항 7

제 5 항에 있어서,

상기 제 6 공정은, 삼염화붕소 가스와 염소 가스의 혼합 가스를 이용해서 행하여지는 것을 특징으로 하는 플라스마 처리 방법.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 불소 원소를 함유하는 가스는, 삼불화질소 가스이며,

상기 실리콘 원소를 함유하는 가스는, 사염화실리콘 가스인 것을 특징으로 하는 플라스마 처리 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 발명은, 플라스마를 이용해서 반도체 기판 등의 표면 처리를 행하는데 바람직한 플라스마 처리 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002]

반도체 디바이스의 고성능화에 수반하여, 미세화된 게이트 구조에 있어서는, 폴리실리콘 전극과 HfO_2 사이에 적정한 일함수를 갖는 금속막으로서, 질화티타늄(TiN), 란탄(La) 등의 메탈 재료가 이용되고 있다.

[0003]

이러한 메탈 재료(예를 들면, TiN)가 함유된 시료를 에칭하면, 메탈재의 잔사(메탈 잔사)가 챔버 내벽에 퇴적해서 플라스마 클리닝에 의한 메탈재의 잔사 제거가 곤란한 경우가 있다. 이러한 문제를 해결하는 기술로서, 특허문현 1에 기재된 바와 같이 미리 에칭 전의 처리실 내벽에 대해 실리콘 원소 함유 가스에 의한 코팅을 실시한

후에 메탈재의 에칭을 행함으로써 처리실 내벽에 직접 메탈 잔사가 퇴적하지 않도록 하는 기술이 알려져 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 일본국 특개2011-192872호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 현세대의 디바이스 제조에 있어서는, 특허문헌 1과 같이 메탈 재료가 포함되는 시료를 플라스마 에칭한 후, 염소 가스와 삼염화붕소 가스의 혼합 가스에 의한 메탈 클리닝을 실시해서 실리콘 함유막을 제거하는 삼불화질소 가스에 의한 플라스마 클리닝을 실시하는 것에 의해, 로트 내 변동이 없으며, 또한 안정된 원하는 에칭 처리 결과를 얻을 수 있다.

[0006] 그러나, 차세대의 디바이스 제조의 경우, 특허문헌 1과 같이 메탈 재료가 포함되는 시료를 플라스마 에칭한 후, 염소 가스와 삼염화붕소 가스의 혼합 가스에 의한 메탈 클리닝을 실시해서 실리콘 함유막을 제거하는 삼불화질소 가스에 의한 플라스마 클리닝을 실시하는 연속 처리를 행하면, 후술하는 도 6과 같이 TiN의 에칭 레이트가 처리 매수의 증가에 수반하여 저하한다는 문제가 발생했다. 이 현상은 이하와 같이 해서 발생한 것으로 추정되었다.

[0007] 특허문헌 1과 같이 메탈 원소를 함유하는 막을 갖는 피처리재의 에칭 후에 염소 가스와 삼염화붕소 가스의 혼합 가스에 의한 메탈 클리닝을 실시하고, 잇달아서 메탈 클리닝 후에 불소 함유 가스에 의한 플라스마 클리닝이 행해지는 플라스마 처리에 있어서, 처리실 내에 질화붕소계의 반응 생성물이 생성되어 이 반응 생성물이 챔버 내에 잔류한다.

[0008] 이 챔버 내에 잔류한 붕소 원소를 함유하는 퇴적물이 코팅막에 들어가면, 다음의 피처리재의 에칭 시에 붕소 원소를 함유하는 퇴적물이 유리(遊離)해서 피처리재 표면에 퇴적된다. 이 피처리재 표면에의 붕소 원소를 함유하는 퇴적물의 퇴적에 의해 에칭 레이트가 저하되어 CD 치수가 변동하거나 이물이 발생한 것으로 생각되었다.

[0009] 이러한 점에서, 처리실 내에 생성된 질화붕소계의 반응 생성물이 TiN의 에칭 레이트에 영향을 주고 있는 것으로 생각되기 때문에, 질화붕소계의 반응 생성물의 생성을 억제하는 것이 필요하다. 또한, 질화붕소계의 반응 생성물의 생성을 억제하기 위해서는, 붕소 원소를 함유하는 가스에 의한 메탈 클리닝과 불소 원소를 함유하는 플라스마 클리닝 사이에 붕소 성분을 제거하는 것이 필요해진다. 그러나, 이러한 것은 특허문헌 1 등의 선행기술 문헌에 개시도 시사도 없는 것이다.

[0010] 이러한 점에서 본 발명은, 플라스마 에칭 성능의 변동을 억제할 수 있는 플라스마 처리 방법을 제공하는 것으로 한다.

과제의 해결 수단

[0011] 본 발명은, 금속 원소를 함유하는 막이 배치된 시료를 처리실 내에서 플라스마 에칭하는 플라스마 처리 방법에 있어서, 붕소 원소를 함유하는 가스를 이용해서 상기 처리실 내를 플라스마 클리닝하는 공정과, 상기 붕소 원소를 함유하는 가스를 이용해서 플라스마 클리닝하는 공정 후, 플라스마를 이용해서 상기 붕소 원소를 제거하는 공정과, 상기 붕소 원소를 제거하는 공정 후, 불소 원소를 함유하는 가스를 이용해서 상기 처리실 내를 플라스마 클리닝하는 공정과, 상기 불소 원소를 함유하는 가스를 이용해서 플라스마 클리닝하는 공정 후, 실리콘 원소를 함유하는 가스를 이용한 플라스마에 의해 퇴적막을 상기 처리실 내에 퇴적시키는 공정과, 상기 퇴적막을 처리실 내에 퇴적시키는 공정 후, 상기 시료를 플라스마 에칭하는 공정을 갖는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0012] 본 발명에 의해 플라스마 에칭 성능의 변동을 억제할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0013] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 이용한 플라스마 처리 장치의 구성의 개략 종단면도.
 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 피처리재의 구조의 일례를 나타내는 도면.
 도 3은 본 발명의 일 실시예의 플라스마 처리 방법을 나타내는 흐름도.
 도 4는 본 발명의 효과를 나타낸 TiN막의 에칭 레이트의 추이를 나타내는 도면.
 도 5는 도 3의 플라스마 처리 방법에 따른 BC1의 발광 강도의 시간 추이를 나타내는 도면.
 도 6은 종래의 플라스마 처리 방법에 따른 TiN막의 에칭 레이트의 추이를 나타내는 도면.
 도 7은 종래의 플라스마 처리 방법에 따른 피처리재의 처리 매수에 대한 BC1의 발광 강도의 추이를 나타내는 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0014] 본 발명의 일 실시예를 도면을 참조하면서 이하, 설명한다.
- [0015] 먼저 본 발명의 일 실시예에 이용하는 플라스마 처리 장치에 대하여 도 1을 참조하면서 설명한다. 도 1은 마이크로파 ECR(Electron Cyclotron Resonance)을 플라스마원으로 하는 플라스마 에칭 장치의 구성의 개략 종단면도이다.
- [0016] 대략 원통 형상을 가지며 상부가 개방된 처리실(101)의 상부에 샤큐 플레이트(102)(예를 들면, 석영제 또는 이트리아제)와 석영제의 유전체창(103)이 배치되어 있다. 또, 샤큐 플레이트(102)는 에칭 가스를 도입하기 위한 복수의 도입 구멍이 그 중앙 부분을 중심으로 균등하게 배치된 원판 형상을 갖는다.
- [0017] 또한, 샤큐 플레이트(102)에는 에칭 가스를 흘려보내기 위한 가스 공급 장치(105)가 접속되어, 샤큐 플레이트(102)의 위쪽의 유전체창(103)과의 사이의 공간에 가스 공급 장치(105)로부터 처리용 가스가 공급되고, 이 공간을 사이에 두고 샤큐 플레이트(102)의 도입 구멍을 통해서 처리실(101) 내부에 처리용 가스가 공급된다. 또한, 처리실(101)의 아래쪽의 저부(底部)에는 진공 배기구(106)를 통해서 진공 배기 장치(125)가 접속되어 있다.
- [0018] 한편, 플라스마를 생성하기 위한 전력을 처리실(101)에 전송하기 위해, 유전체창(103)의 위쪽에는 전자파를 전송하는 도파관(107)이 배치되어 있다. 도파관(107)에 전송되는 전자파는 전자파 발생용 전원(109)에 의해서 발진되어 당해 도파관(107) 내부에 공급된다. 본 실시예에 있어서의 전자파로서 2.45GHz의 마이크로파를 사용한다. 또한, 처리실(101)의 외부에는 자장을 형성하는 자장 발생 코일(110)이 처리실(101)을 둘러싸 배치되어 있다.
- [0019] 전자파 발생용 전원(109)으로부터 발진되어 도파관(107), 유전체창(103) 및 샤큐 플레이트(102)를 통해서 처리실(101) 내에 전송된 전계는, 자장 발생 코일(110)에 의해서 형성된 자장파의 상호 작용에 의해, 처리실(101) 내에 공급된 처리용 가스를 해리시켜 고밀도인 플라스마를 생성한다. 또한, 샤큐 플레이트(102)에 대향해서 처리실(101) 내의 하부에는 상면에 시료인 반도체제의 피처리재(112)가 재치(載置)된 시료대(111)가 배치되어 있다.
- [0020] 시료대(111)는 대략 원통 형상이며, 그 시료대 상면이 산화알루미늄이나 산화이트륨 등의 세라믹스 재료가 용사(溶射)에 의해서 스프레이팅된 막에 의해 형성된 용사막(도시 생략)에 의해서 피복되어 있다. 또한 용사막의 내부에는 금속 부재로 이루어지는 막 형상의 전극이 배치되어 있고(도시하지 않음), 이 전극은 고주파 필터(115)를 개재해서 직류 전원(116)으로부터 직류 전압이 인가되어 있다. 또한, 시료대(111)의 내부에 배치된 금속제의 블록에는 매칭 회로(113)를 개재해서 고주파 전원(114)이 접속되어 있으며, 이 블록이 고주파 전극으로서의 작용을 하는 것으로 되어 있다.
- [0021] 또한, 시료대(111)의 내부의 상기 전극의 블록 내에는, 동심원 형상 또는 나선 형상으로 배치되어 내부에 온도 조절하기 위한 매체가 통류하는 냉매용 유로(117)가 배치되어 있다. 냉매용 유로(117)는 시료대(111)의 외부에 배치된 관로를 통해서 온조기(118)와 접속되어 있다. 또한, 상기 전극의 블록 내의 상부에는 히터(119)가 배치되고, 이것이 히터 제어기(120)와 접속되어 있다. 또한 시료대(111)에는 온도 센서(121)가 배치되며, 온도 센서(121)로부터 출력된 신호에 의거해서 시료대(111) 및 피처리재(112)의 온도를 원하는 온도로 하도록 히터 제어기(120) 및 냉매의 온도를 제어하는 온조기(118)가 제어된다.
- [0022] 피처리재(112)는, 도시하지 않은 로봇팔 등의 반송 장치에 의해서 시료대(111)의 상면에 재치된 후, 직류 전원(116)으로부터 인가되는 직류 전압의 정전기력에 의해 시료대(111) 상의 용사막 상에 정전 흡착된다. 이때, 피

처리재(112)의 이면과 용사막 사이의 공간에는 열전도성을 갖는 가스가 공급되어 피처리재(112)와 시료대(111) 사이의 열의 전도가 촉진되는 것에 의해 피처리재(112)의 온도가 고속으로 원하는 온도로 제어된다. 이 상태에 의해, 가스 공급 장치(105)에 의하여 원하는 처리용 가스가 공급된 후, 처리실(101) 내를 소정의 압력으로 하면서 내부에 플라스마를 생성시킨다.

[0023] 다음으로 시료대(111)에 접속된 고주파 전원(114)으로부터 고주파 전력을 공급하는 것에 의해, 용사막 위쪽에 바이어스 전위가 형성되어 플라스마로부터 피처리재에 이온이 인입되는 것에 의하여 피처리재(112)가 에칭된다. 또한 처리실(101)의 측벽에는 플라스마 처리 중의 발광을 검지하는 분광기(123)가 접속되며, 이 분광기(123)로부터 검지된 출력이 분광기(123)에 접속된 발광 데이터 처리 장치(124)에 송신되어 발광 데이터 처리 장치(124) 내의 연산기에 의해 발광 데이터의 해석 등이 행해진다.

[0024] 다음으로 본 실시예에 있어서 플라스마 처리되는 피처리재(112)의 구조의 개략에 대하여 도 2를 이용해서 설명한다. 피처리재(112)의 구조는, 도 2에 나타내는 바와 같이 실리콘 기판(도시하지 않음) 상에 레지스트 마스크(201)(Photo Resist Mask : PR Mask), 하드 마스크(202), 폴리실리콘(Poly-Si)막(203), 금속막(204)(본 실시예의 경우, TiN), High-k막(본 실시예의 경우, HfO₂)(205)이 위에서부터 순차 배치되어 있다. 여기에서 하드 마스크(202)는 카본, SiO₂, SiN 혹은 SiON 등의 재료를 이용하는 또는 이들을 주재료로 하는 막으로 한다.

[0025] 또, 금속막(204)의 재료의 종류 및 적층수, 두께는 디바이스 구조 및 NMOS 부분 및 PMOS 부분에서 다른 것이다. 또한, 이들의 막 구조는 반도체 디바이스의 회로, 특히 게이트나 배선의 구조를 형성하기 위해 에칭되어 소정의 형상으로 에칭되도록 요구받는다.

[0026] 또한, 본 실시예에 있어서 전술한 각각의 막은 다른 에칭 레시피에 의해 처리된다. 또한, 마스크 부분은 마스크로서 최근의 미세 가공에 대응한 막 두께나 에칭의 내성이 필요한 경우, 레지스트막(201)의 하층에 아모퍼스 카본(ACL) 및 하드 마스크(202) 또는 그들이 혼재한 다층 마스크 구조의 마스크를 본 실시예의 마스크로 해도 된다. 또한, 여기에서는 에칭에 의한 마스크(201)의 형성에 대한 설명은 생략한다.

[0027] 다음으로 전술한 피처리재에 대한 플라스마 처리 방법에 대하여 도 3을 참조하면서 설명한다.

[0028] 도 3은 피처리재의 플라스마 처리의 흐름을 나타내는 플로차트이다. 또, 도 3에서는, 피처리재를 수납 가능한 카세트 등의 용기 내에 격납된 소정의 수의 피처리재를 1로트로 하고, 로트마다 처리실(101)의 내부에 배치된 부재의 표면을 플라스마 처리에 적합한 상태로 하는 에이징 처리(스텝 300)에서부터 개시하는 예를 나타내고 있다. 또한, 에이징 처리는, 처리실(101) 내에 피처리재(112)가 배치되어 있지 않은 상태에서 소정의 가스를 도입하여 플라스마를 형성하고, 처리실(101) 내부의 부재 표면의 온도나 거칠기, 재질 등을 그 후 행해지는 피처리재(112)의 플라스마 처리에 적합한 상태로 조정하는 처리이다.

[0029] 그 후, 스텝 301에 있어서, 처리실(101) 내에 클리닝용의 가스로서 NF₃ 가스와 Ar 가스의 혼합 가스가 도입되어 플라스마가 형성되고, 처리실(101) 내부의 표면에 퇴적, 잔존해 있는 입자, 피막 및 퇴적물을 제거하는 플라스마 클리닝 처리가 행해진다. 또, 로트의 1매째의 피처리재를 처리하는 경우는, 처리실(101) 내부의 표면에 퇴적, 잔존해 있는 입자, 피막 및 퇴적물이 없는 상태에서 처리실(101) 내부를 플라스마 클리닝하게 된다. 계속해서 스텝 302에 있어서, 플라스마 클리닝 처리가 이루어져 청정된 상태의 처리실(101)의 내표면에 에칭 처리의 특성을 안정화시키기 위한 후술하는 퇴적막을 퇴적시키는 코팅 처리가 행해진다.

[0030] 본 실시예의 코팅 처리에 의해, 처리실(101)의 내부에 배치된 부재, 예를 들면 처리실(101)의 내측 측벽의 표면이나 시료대(111)의 상면, 측면이 Si 또는 SiO₂를 포함하는 재료로 구성된 퇴적막에 의해 피복된다. 또한, 이 코팅 처리는, 처리실(101) 내벽의 상태의 변화에 의해서, 피처리재(112)의 처리의 특성이나 결과가 영향을 받아 에칭 성능이 변동해 버리는 것을 억제하기 하기 위해, 피처리재(112)의 처리 전, 처리실(101)의 플라스마에 면하는 내벽의 표면을 소정의 재료의 퇴적막으로 피복(코팅)하는 것을 목적으로 해서 행해진다.

[0031] 그러나, 전술한 바와 같은 구조의 막을 에칭할 경우, 막 종류에 따라서 사용하는 에칭 가스계가 다르거나, 경우에 따라서는 처리실(101)의 내벽의 퇴적물의 막이 소실되어 버려 내벽이 노출되어 버릴 우려가 있다. 이 때문에, 처리실(101)의 내부의 표면을 피복하는 퇴적막(코팅막)은, 전술한 막 구조의 복수의 막을 에칭할 경우, 퇴적막이 대상으로 하는 막의 처리의 종료까지 처리실(101)의 내부의 표면에 잔존해 있는, 적어도 상기 막의 전환 스텝 시에 잔존해 있는 것이 바람직하다.

[0032] 이 때문에, 스텝 302의 코팅 처리에서는, 피처리재(112)의 에칭 처리 중에 소모하는 막 두께 이상의 막 두께를 미리 퇴적시키고 있다. 또한 전술한 막 구조의 에칭 처리에서는, 불소 원소 함유 가스, 염소 원소 함유 가스

등을 처리용 가스로서 공급하여 생성된 플라스마가 이용되기 때문에, 퇴적막은 이러한 플라스마에 대한 플라스마 내성이 높은 것이 필요하다.

[0033] 특히 실리콘 원소를 함유하는 퇴적막은, 실리콘 원소와 산소 원소를 함유하는 막, 및 실리콘 원소와 탄소 원소를 함유하는 막의 플라스마 내성이 양호하다. 이러한 퇴적막을 처리실(101) 내의 부재의 표면에 퇴적시키기 위한 플라스마를 생성하는 처리용 가스의 가스 종류로서, 예를 들면 SiCl_4 가스와 O_2 가스의 혼합 가스, 또는 SiCl_4 가스와 CH_4 가스의 혼합 가스가 바람직하다. 또한, 이들의 혼합 가스에 Ar 등의 희석용 가스를 첨가해도 마찬가지의 퇴적막을 형성하는 것이 가능하다.

[0034] 다음으로 스텝 303에 있어서, 퇴적막에 함유되어 금속막(204)의 성분에 기인하는 금속을 함유하는 재료를 제거하는 메탈 클리닝의 처리를 봉소 원소를 함유하는 가스에 의해 생성된 플라스마를 이용해서 실시해, 처리실(101) 내부에 잔존하는 금속 함유물의 제거를 행한다. 또, 로트의 1매째의 피처리재를 처리할 경우, 처리실(101) 내부에 금속막(204)의 성분에 기인하는 금속을 함유하는 재료가 잔존하지 않는 상태에서 메탈 클리닝을 실시하게 된다. 또한, 봉소 원소를 함유하는 가스는 BCl_3 가스, BF_3 가스, BBr_3 가스 등의 가스이다.

[0035] 통상적으로, 금속, 본 실시예의 경우, Ti계의 반응 생성물은, Ti-O, Ti-F 등의 강고한 결합으로 잔류하기 때문에, 종래의 불소 함유 가스나 Cl_2 가스에 의한 플라스마 처리만에 의한 제거는 어렵다. 이 때문에, 전술한 메탈 클리닝에 있어서는, 높은 환원성을 갖는 가스로서 예를 들면, 삼염화봉소(BCl_3) 가스 등을 포함하는 것이 공급된다. 이 삼염화봉소 가스 등의 환원성을 나타내는 가스와 염소(Cl) 또는 불소(F)를 혼합시켜 처리실(101)의 내부에 공급해서 플라스마를 생성하는 것에 의해, 처리실(101) 내에 잔류하는 금속 함유재가 제거된다.

[0036] 또한, 이러한 메탈 클리닝 처리에 이용되는 처리용 가스의 예로서는, HCl 가스, SiCl_4 가스, BCl_3 가스, CH_4 가스와 Cl_2 가스의 혼합 가스 또는 CH_4 가스와 F를 포함하는 가스(SF_6 가스, CF_4 가스, CxHyFz 가스 등)의 혼합 가스를 생각할 수 있지만, 특히 BCl_3 가스와 Cl_2 가스의 혼합 가스는 Ti의 클리닝 효과가 높기 때문에, 본 실시예의 메탈 클리닝 처리에 있어서 BCl_3 가스와 Cl_2 가스의 혼합 가스를 이용했다.

[0037] 계속해서 처리실(101) 내에 잔류하는, 특히 퇴적막의 성분 혹은 피처리재(112)의 성분과 화합해서 퇴적막 내에 존재하는 금속 성분의 물질의 양이 충분히 감소할 때까지 메탈 클리닝 처리를 실시한 후, 스텝 304에 있어서, 처리실(101) 내에 잔존하는 봉소 원소를 함유하는 화합물을 제거하는 클리닝을 염소 가스를 이용해서 행한다. 또, 로트의 1매째의 피처리재를 처리하는 경우는, 봉소 원소를 함유하는 화합물은, 봉소 원소를 함유하는 가스의 성분과 피처리재의 에칭에 의해 생긴 반응 생성물의 화합물이 아니다.

[0038] 또한, 이 봉소 원소를 함유하는 화합물을 제거하는 클리닝(봉소 제거 처리)은, 처리실 내에 잔류하는 봉소 원소를 함유하는 화합물의 양이 충분히 감소할 때까지 실시한다. 또한 이 봉소 제거 처리에 있어서 플라스마로부터 얻어진 발광을 이용하는 것에 의해 이 봉소 제거 처리의 종점을 검지할 수 있다.

[0039] 계속해서 이 봉소 제거 처리(스텝 304) 후, 스텝 305에 있어서, 퇴적막 및 처리실(101) 내에 잔류하는 그 밖의 반응 생성물을 제거하기 위한 플라스마 클리닝 처리를 행한다. 또, 로트의 1매째의 피처리재를 처리하는 경우는 처리실(101) 내에 반응 생성물은 잔류해 있지 않다. 또한, 이 플라스마 클리닝은 스텝 301에 있어서의 플라스마 클리닝과 마찬가지의 플라스마 처리 조건의 플라스마 클리닝이다.

[0040] 이 플라스마 클리닝 처리는, 퇴적막이 Si를 포함하는 성분으로 구성된 막임과 함께 예를 들면, 퇴적막 형성의 플라스마 처리를 SiCl_4 가스와 O_2 가스의 혼합 가스, 또는 SiCl_4 가스와 O_2 가스와 Ar 가스의 혼합 가스를 이용해서 실시했을 경우, 불소(F)를 함유하거나, 또는 불소(F)와 산소(O)를 성분으로서 포함하는 가스를 처리용 가스로서 이용하여 플라스마를 생성하고, 이 생성된 플라스마를 이용해서 플라스마 클리닝이 실시된다. 이 플라스마 클리닝용으로 이용되는 가스로서는, 예를 들면 SF_6 가스, NF_3 가스나 그들과 O_2 가스의 혼합 가스 등이 바람직하다.

[0041] 다음으로 스텝 306에 있어서, 스텝 305에 있어서의 플라스마 클리닝 종료 후, 스텝 302에 있어서의 코팅 처리와 마찬가지의 플라스마 처리 조건에 따라 코팅 처리를 행한다. 이 코팅 처리 종료 후, 스텝 307에 있어서, 도시하지 않은 로봇팔 등의 반송 수단을 이용해서 피처리재(112)를 시료대(111)에 재치한다. 그리고 피처리재(112)를 시료대(111)에 재치한 후, 소정의 플라스마 에칭 조건에 따라 피처리재(112)의 에칭 처리를 행한다.

- [0042] 이 피처리재(112)의 에칭 처리 후, 피처리재(112)가 처리실(101)로부터 반출된다.
- [0043] 에칭 처리된 피처리재(112)가 처리실(101)로부터 반출된 후, 스텝 308에 있어서, 도 1에 나타내는 플라스마 처리 장치가 구비하는 제어 장치(도시하지 않음)가 다음에 처리할 피처리재(112)의 존재 유무의 정보에 의거해서 피에칭재(112)의 에칭 처리를 계속할지의 여부를 판정한다. 다음에 처리해야 할 피처리재(112)가 있는 것으로 판정되었을 경우에는, 다음의 피처리재의 에칭 처리를 행하기 위해 스텝 303으로 되돌아오고, 이후 순차적으로 스텝 304 내지 308을 실시한다.
- [0044] 또한, 다음에 처리해야 할 피처리재(112)가 없을 경우, 플라스마 처리 중의 로트 처리를 종료하기 위해, 스텝 309에 있어서, 스텝 303에서의 메탈 클리닝과 마찬가지의 플라스마 처리 조건의 메탈 클리닝을 실시한다. 이 메탈 클리닝 종료 후, 스텝 310에 있어서, 스텝 304에서의 플라스마 클리닝과 마찬가지의 플라스마 처리 조건의 봉소 원소를 함유하는 화합물을 제거하는 플라스마 클리닝을 실시한다.
- [0045] 마지막으로 이 봉소 원소를 함유하는 화합물을 제거하는 플라스마 클리닝 종료 후, 스텝 311에 있어서, 스텝 301 및 305에서의 플라스마 클리닝과 마찬가지의 플라스마 처리 조건의 플라스마 클리닝을 실시한다. 이 플라스마 클리닝 종료 후, 에칭 처리 후의 피처리재(112)가 반송 도중인 경우도 있기 때문에, 전술한 제어 장치에 의해서 피처리재(112)가 원래의 카세트의 원래의 위치에 수납된 것이 인식되었을 때, 제어 장치로부터 도 1에 나타내는 플라스마 처리 장치에 구비된 표시 모니터, 부저, 라이트 등의 통지 수단(도시하지 않음)에 의해서 플라스마 처리 중의 로트 처리의 종료가 통지된다.
- [0046] 다음으로 전술한 도 3에 나타내는 플라스마 처리의 흐름에 따라서, TiN막의 피처리재를 25매 에칭 처리했을 때에 있어서의 각 TiN막의 에칭 레이트의 추이를 도 4에 나타낸다. 도 3에 나타내는 플라스마 처리의 흐름에 따라서 플라스마 처리를 행하는 것에 의해, 도 4에 나타내는 바와 같이 각각의 TiN막의 에칭 레이트의 추이가 안정되는 결과로 된다.
- [0047] 또한, 도 5는, 염소 가스와 삼염화봉소 가스의 혼합 가스를 이용한 메탈 클리닝 후의 봉소 원소를 함유하는 화합물을 제거하는 플라스마 클리닝(스텝 304, 310) 시에 있어서의 BC1의 발광 강도의 시간 추이를 나타내는 도면이다. 도 5에 나타내는 바와 같이 BC1의 발광 강도는, 봉소 원소를 함유하는 화합물을 제거하는 플라스마 클리닝(스텝 304, 310)을 실시하는 것에 의해, 봉소 원소를 함유하는 화합물을 제거하는 플라스마 클리닝 실시 직후에서부터 급격히 감소해, 20~30초에서 거의 멎지되지 않게 되었다.
- [0048] 한편, 도 3에 나타내는 플라스마 처리 흐름에 따라서 「봉소 원소를 함유하는 화합물을 제거하는 플라스마 클리닝(스텝 304, 310)」을 제외한 플라스마 처리의 흐름에 따라서 TiN막의 피처리재를 25매 에칭 처리했을 때에 있어서의 각 TiN막의 에칭 레이트의 추이는, 도 6에 나타내는 바와 같이 TiN막의 피처리재의 처리 매수의 증가와 함께 TiN막의 에칭 레이트는 감소했다.
- [0049] 또한, TiN막의 피처리재의 에칭 처리 중에 있어서의 피처리재의 처리 매수에 대한 BC1의 발광 강도의 추이는, 도 7에 나타내는 바와 같이 TiN막의 피처리재의 처리 매수의 증가와 함께 BC1의 발광 강도가 증가하는 경향이었다. 이 도 6 및 7의 결과로부터, TiN막의 피처리재의 에칭 후의 메탈 클리닝 후, 산화봉소(B_2O_3)나 질화봉소(BN) 등의 봉소 원소를 함유하는 화합물이 부생되어, TiN막의 피처리재 상에 퇴적해 가는 것에 의해 TiN의 에칭 레이트가 저하한 것으로 생각된다.
- [0050] 도 4~7의 결과로부터 처리 매수에 대한 TiN막의 에칭 레이트의 추이는 BC1의 발광 강도와 상관을 보이는 것을 알 수 있었다. 이것에 의해, 처리 매수에 대한 TiN막의 에칭 레이트를 안정화시키기 위해서는, 금속 원소를 함유하는 막이 배치된 피처리재를 에칭하기 전에 처리실 내에 잔류하는 봉소 원소를 함유하는 화합물의 제거가 중요한 것을 알 수 있었다. 또한, 처리 매수에 대한 TiN막의 에칭 레이트의 안정화에 대해서 「봉소 원소를 함유하는 화합물을 제거하는 플라스마 클리닝(스텝 304, 310)」이 유효한 것도 알 수 있었다.
- [0051] 전술한 바와 같이, 도 3에 나타내는 플라스마 처리를 실시하는 것에 의해, 피처리재마다 처리실(101) 내부에 있어서의 부재의 표면의 상태가 복원되어 처리에 적합한 것으로 조정되기 때문에, 재현성 좋고 이물의 발생이 적은 처리가 가능해진다. 또한 본 실시예에 의해, 처리실(101) 내부의 청정이나 부품 교환 같은 정기적인 메인테이너스 전후 및 로트 간에서의 처리실(101) 내부의 편차가 억제되기 때문에 재현성이 좋은 플라스마 처리가 가능해진다. 또한, 본 실시예에 의해, 처리실(101) 내부의 잔류물에 의한 플라스마 처리에의 악영향이 저감되어, 처리실(101) 내부의 가스의 분압이나 내부의 부재의 표면의 상태가 안정화되기 때문에, 플라스마 처리의 속도 등의 특성 변동이 억제되어 가공한 결과로서의 형상 변동을 억제할 수 있어 에칭 가공의 정밀도를 향상시킬 수

있다.

[0052] 이와 같이 본 실시예 따르면, 처리실(101)의 내벽의 상태가 처리 매수의 종대에 수반하여, 혹은 처리의 진행에 수반해서 시간적으로 변화해 버리는 것에 의한 악영향, 처리실(101) 내벽으로부터의 이물의 발생, 피처리재(112)의 처리 결과의 균일성의 저하, 처리 속도나 가공 형상의 재현성 같은 특성 등이 변동해 버리는 것을 억제할 수 있다. 이것에 의해 예칭 처리의 재현성이나 수율을 향상시킬 수 있다.

[0053] 또한, 본 실시예에서는 플라스마원으로 마이크로파 ECR 플라스마를 이용했지만, 유도 결합형 플라스마, 용량 결합형 플라스마, 헬리콘파 플라스마 등의 플라스마원을 이용한 플라스마 처리 장치에 의한 플라스마 처리에 있어서도 본 발명은 적용 가능하다.

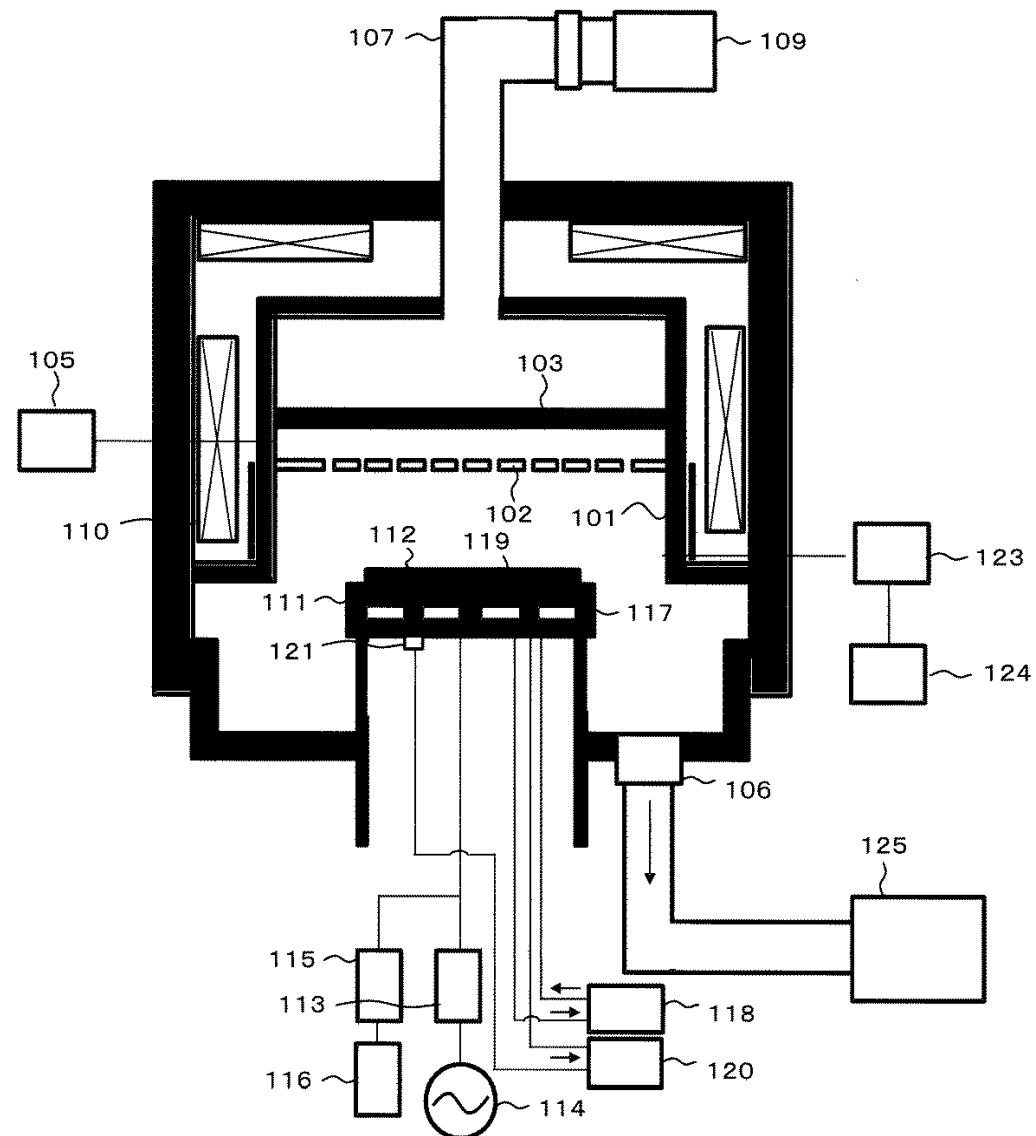
[0054] 또한 본 실시예에서는, 「봉소 원소를 함유하는 화합물을 제거하는 플라스마 클리닝(스텝 304, 310)」에 있어서 Cl₂ 가스를 이용한 경우에 대하여 설명했지만, 본 발명으로서는 Cl₂ 가스 이외에 SiCl₄ 가스, HCl 가스 등의 염소 원소 함유 가스이면 된다. 또한, 본 실시예에서는 피처리재로서 TiN막을 포함하는 피처리재를 이용해서 설명했지만, 본 발명으로서는 Ti, Ta, Mo, Re 등의 금속 원소를 함유하는 막이 배치된 피처리재이면 된다.

부호의 설명

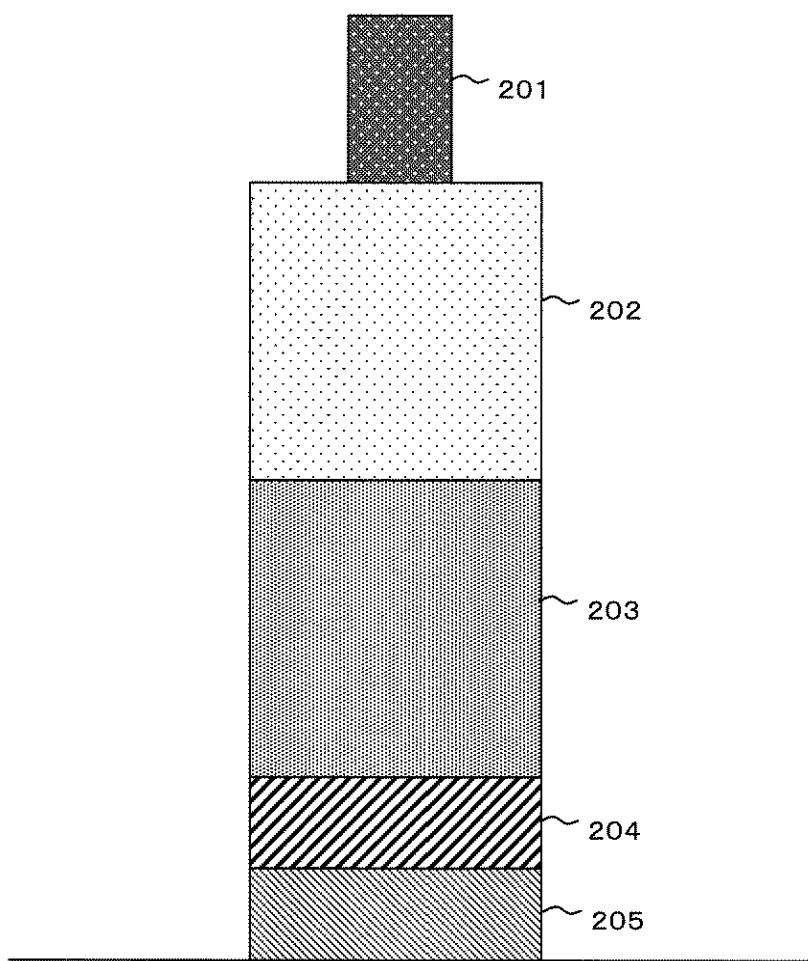
101 : 처리실	102 : 샤클 플레이트
103 : 유전체창	105 : 가스 공급 장치
106 : 진공 배기구	107 : 도파관
109 : 전자파 발생용 전원	110 : 자장 발생 코일
111 : 시료대	112 : 피처리재
113 : 매칭 회로	114 : 고주파 전원
115 : 필터	116 : 직류 전원
117 : 냉매용 유로	118 : 온조기
119 : 히터	120 : 히터 제어기
121 : 온도 센서	123 : 분광기
124 : 발광 데이터 처리 장치	125 : 진공 배기 장치

도면

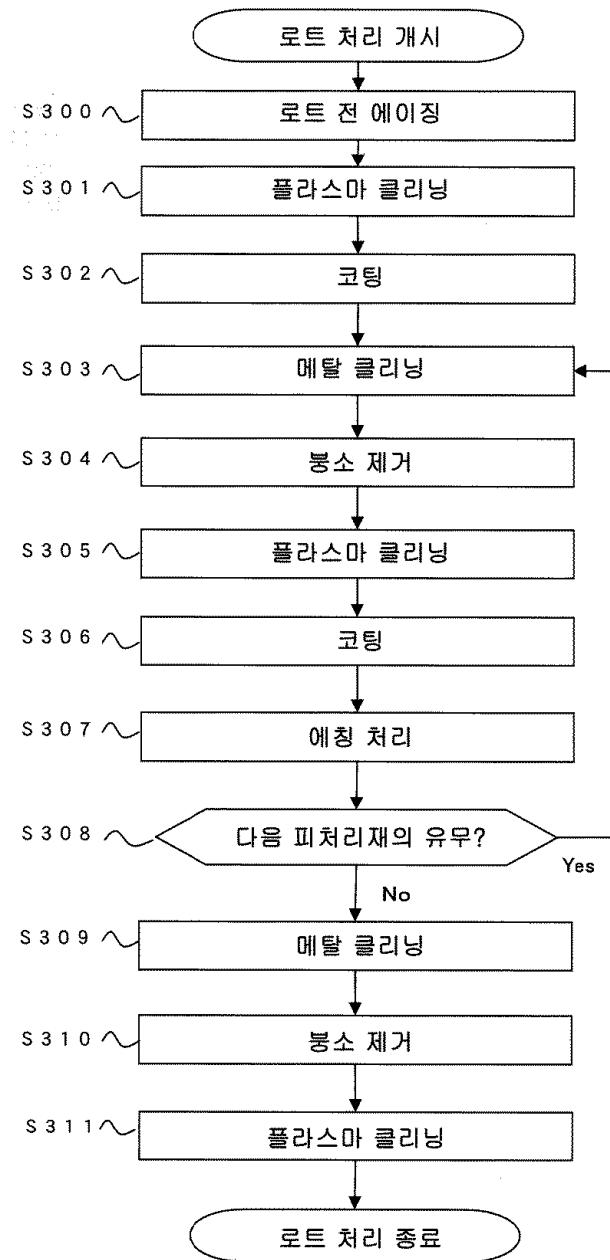
도면1



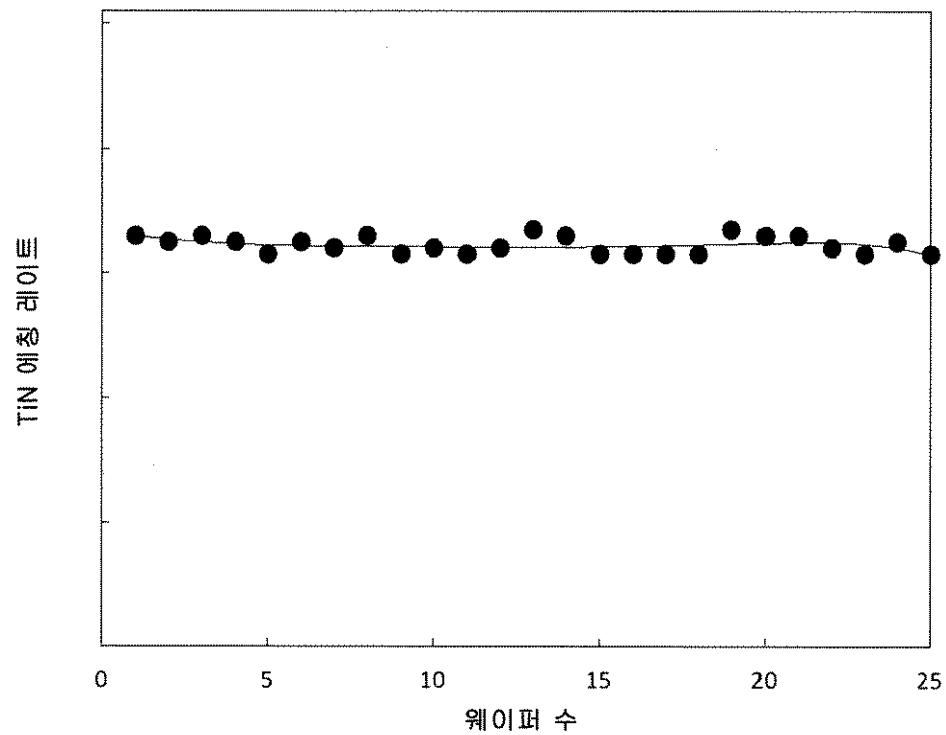
도면2



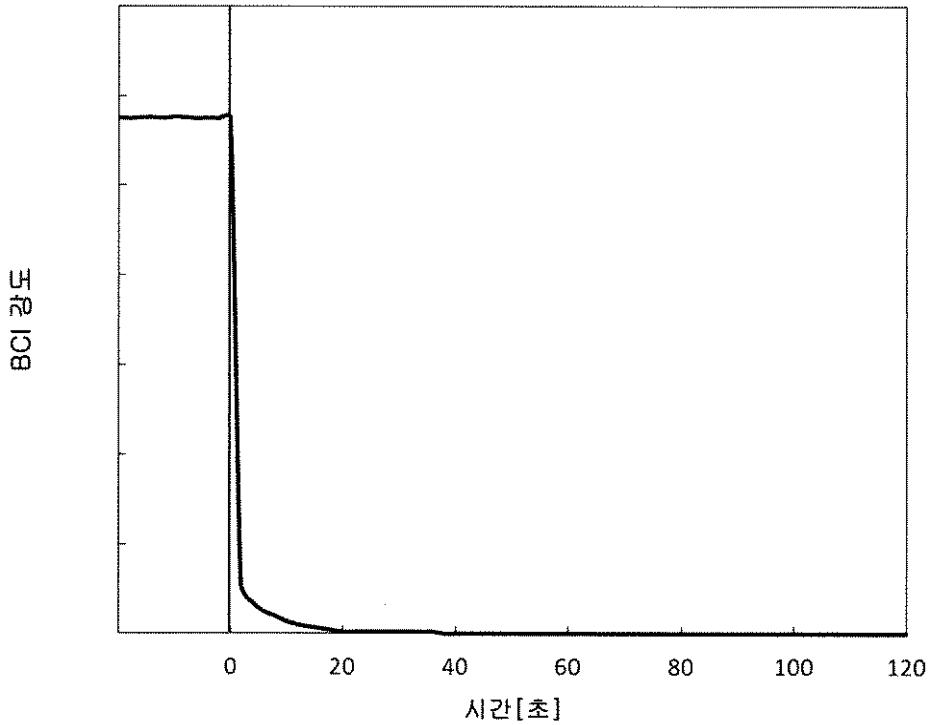
도면3



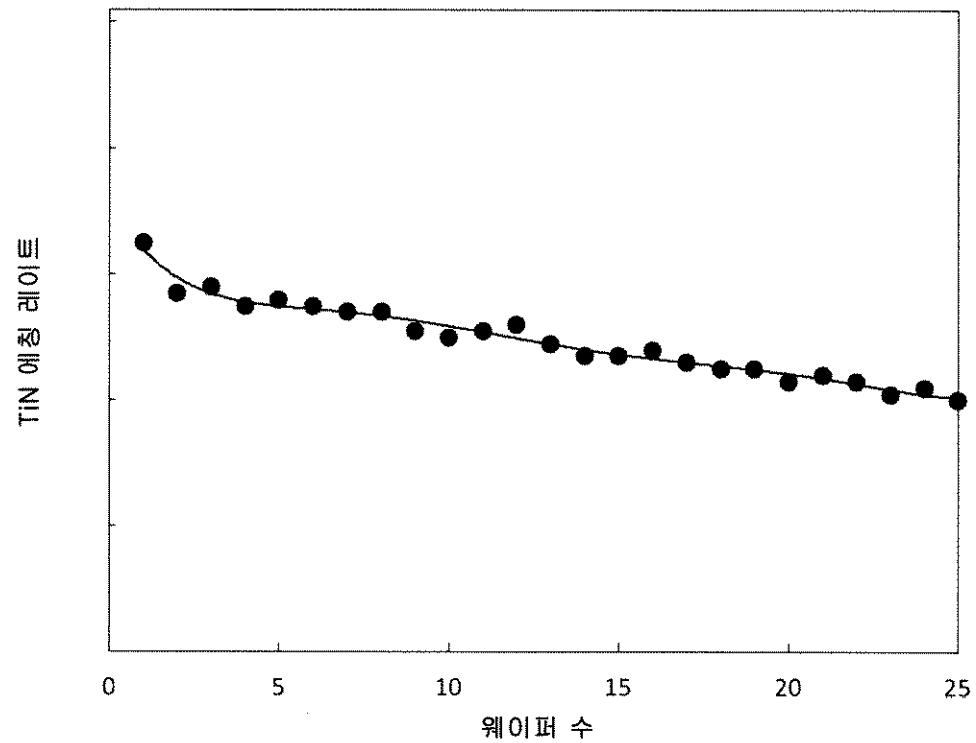
도면4



도면5



도면6



도면7

