



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년09월01일  
(11) 등록번호 10-1548521  
(24) 등록일자 2015년08월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G03F 7/32 (2006.01) G03F 7/40 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2010-0084603  
(22) 출원일자 2010년08월31일  
심사청구일자 2015년02월06일  
(65) 공개번호 10-2011-0040659  
(43) 공개일자 2011년04월20일  
(30) 우선권주장  
JP-P-2009-237514 2009년10월14일 일본(JP)  
(56) 선행기술조사문헌  
JP2003151895 A  
JP평성03002759 A  
JP평성04338960 A  
KR1020010111778 A

(73) 특허권자  
도쿄엘렉트론가부시키키가이샤  
일본 도쿄도 미나토쿠 아카사카 5초메 3반 1교  
(72) 발명자  
이나토미 유이치로  
일본, 야마나시켄, 니라사키시, 호사카쵸, 미즈자와, 650번지, 도쿄 엘렉트론 큐슈 가부시키키가이샤 내  
(74) 대리인  
특허법인엠에이피에스

전체 청구항 수 : 총 9 항

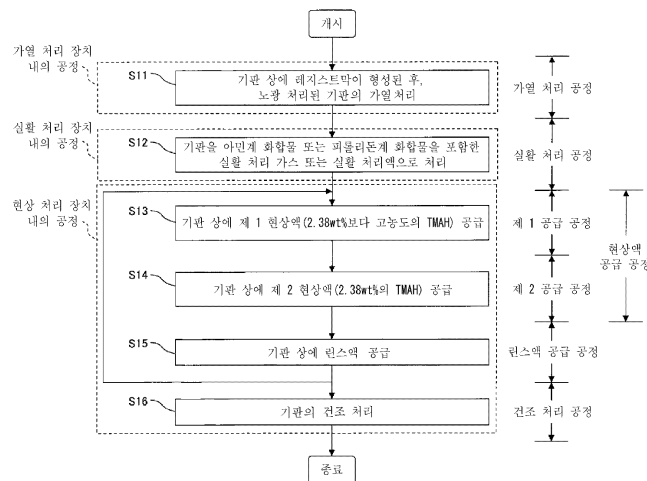
심사관 : 박지영

(54) 발명의 명칭 **현상 처리 방법**

(57) 요약

선단이 등록되지 않은 직사각형 형상을 가지는 레지스트 패턴을 현상할 수 있고, 레지스트 패턴을 마스크로 이용하여 하층의 피에칭막을 에칭 처리에 의해 가공할 때에 피에칭막을 정밀도 높게 가공할 수 있는 현상 처리 방법 및 현상 처리 장치를 제공한다. 기관 상에 레지스트막이 형성된 후, 노광 처리된 기관의 가열 처리, 기관을 아민계 화합물 또는 피롤리논계 화합물을 포함한 실황 처리 가스 또는 실황 처리액으로 처리하는 아민 처리 공정(S12)과, 기관을 가열 처리하는 가열 처리 공정(S11)과, 아민 처리 공정(S12) 및 가열 처리 공정(S11)이 행해진 후, 기관 상에 현상액을 공급하여 레지스트 패턴을 현상 처리하는 현상액 공급 공정(S13, S14)을 가진다.

대표도



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

기관 상에 포지티브형 레지스트막이 형성된 후, 패턴 노광 처리된 상기 기관을 아민계 화합물 또는 피롤리돈계 화합물을 포함한 처리 가스 또는 처리액으로 처리하여 상기 레지스트막의 표면 부근에 실활된 불용층을 형성하는 아민 처리 공정과,

그 후 상기 기관을 가열 처리하는 가열 처리 공정과,

상기 아민 처리 공정 및 상기 가열 처리 공정이 행해진 후, 상기 기관 상에 현상액을 공급하여 레지스트 패턴을 현상 처리하는 현상액 공급 공정

을 가지고,

상기 현상액 공급 공정은, 패턴 노광된 부분을 용해시키고, 상기 실활된 불용층을 남기기 위한 제 1 현상액을 공급하는 제 1 공급 공정과,

상기 제 1 공급 공정 후, 상기 용해된 용해 잔류물을 제거하고, 상기 실활된 불용층을 제거하기 위한 상기 제 1 현상액보다 농도가 낮은 제 2 현상액을 공급하는 제 2 공급 공정

을 포함하는 것을 특징으로 하는 현상 처리 방법.

### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 현상액은 2.38 중량%보다 높은 농도를 가지는 수산화테트라메틸암모늄 수용액이고,

상기 제 2 현상액은 2.38 중량%의 농도를 가지는 수산화테트라메틸암모늄 수용액인 것을 특징으로 하는 현상 처리 방법.

### 청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 기관 상에 린스액을 공급하는 린스액 공급 공정을 가지며,

상기 현상액 공급 공정과 상기 린스액 공급 공정을 교호로 반복해서 행하는 것을 특징으로 하는 현상 처리 방법.

### 청구항 4

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 현상액 공급 공정을 상기 기관을 회전시키면서 행하는 것을 특징으로 하는 현상 처리 방법.

### 청구항 5

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 아민계 화합물은 헥사메틸다이실라잔이고,

상기 피롤리돈계 화합물은 N - 메틸 피롤리돈인 것을 특징으로 하는 현상 처리 방법.

**청구항 6**

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 아민 처리 공정을, 상기 기관에 상기 가열 처리 공정을 행하는 가열 처리 수단이 설치된 가열 처리 장치 내에서 행하는 것을 특징으로 하는 현상 처리 방법.

**청구항 7**

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 아민 처리 공정을, 상기 기관에 상기 현상액 공급 공정을 행하는 현상액 공급 수단이 설치된 현상 처리 장치 내에서 행하는 것을 특징으로 하는 현상 처리 방법.

**청구항 8**

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 아민 처리 공정을 상기 가열 처리 공정과 동시에 행하는 현상 처리 방법.

**청구항 9**

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 아민 처리 공정을 상기 가열 처리 공정 후에 행하는 현상 처리 방법.

**청구항 10**

삭제

**청구항 11**

삭제

**명세서**

**기술분야**

[0001] 본 발명은 레지스트가 도포되고, 노광 처리된 기관에 대하여 현상 처리를 행하는 현상 처리 방법 및 현상 처리 장치에 관한 것이다.

**배경기술**

[0002] 반도체 디바이스의 고집적화에 수반하여, 반도체 기관 상에 있어서, 반도체 디바이스의 내부 및 반도체 디바이스의 주변에 형성되는 배선 또는 분리폭의 패턴은 미세화되어 오고 있다. 이러한 미세화된 패턴은 반도체 디바이스의 제조 프로세스에서 포토리소그래피 기술을 이용하여 레지스트 패턴을 형성하고(포토리소그래피 공정), 레지스트 패턴을 에칭 마스크로 이용하여 하층의 각종 박막(피에칭막)을 에칭 처리함으로써 형성된다.

[0003] 이러한 반도체 디바이스의 제조 프로세스에서의 포토리소그래피 공정에서는 반도체 기관(이하, ‘기관’ 또는 ‘웨이퍼’ 라고 함)의 표면에 레지스트를 도포하고, 레지스트 상에 마스크 패턴을 노광하고, 이를 현상하여 웨이퍼 표면에 레지스트 패턴을 형성하고 있다.

[0004] 이러한 포토리소그래피 공정에서, 현상 처리는, 예를 들면 패들(paddle)식 또는 딥(dip)식 등의 방법에 의해 행하고 있다. 예를 들면, 패들식은 웨이퍼로 현상액을 공급하고, 한편 딥식은 현상액 중에 웨이퍼를 침지(浸漬)시켜 현상 처리를 진행시키고, 그 후에는 각각 순수 등을 이용한 세정액으로서의 린스액을 웨이퍼 상으로 공급하

여 현상액을 씻어내고 있다. 그리고, 마지막으로 웨이퍼로부터 린스액을 제거하기 위하여 에어 블로우 또는 웨이퍼의 회전 등을 행함으로써 건조 처리를 행하고 있다.

[0005] 예를 들면, 기판 상의 노광 처리가 실시된 레지스트막에 현상 처리를 실시하는 현상 처리 방법으로서, 레지스트막의 특성에 따라 현상액의 농도를 조정하여 현상 처리를 행하고, 현상된 레지스트 패턴의 CD(Critical Dimension; 선폭)치의 기판 면내에서의 균일성을 높일 수 있는 현상 처리 방법이 있다(예를 들면, 특허 문헌 1 참조).

**선행기술문헌**

**특허문헌**

[0006] (특허문헌 0001) 일본특허공개공보 2003-151895호

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0007] 그런데, 반도체 디바이스의 제조 프로세스에서, 종래의 레지스트 패턴을 이용하여 하층의 피에칭막을 에칭 가공할 때에 다음과 같은 문제가 있다.

[0008] 종래의 레지스트 패턴에는 레지스트 패턴의 선단(先端)이 직사각형 형상을 가지지 않고, 둥근 형상을 가지는 부분이 있다. 또한, 레지스트 패턴의 선단은 에칭 처리를 행할 때에 플라즈마에 의한 손상(플라즈마 데미지)을 받는 경우가 있고, 상기한 둥근 형상을 가지는 부분은 플라즈마 데미지를 받음으로써 더욱 변형된다. 이와 같이 하여 레지스트 패턴의 선단이 변형되면, 레지스트 패턴을 마스크로 하여 피에칭막을 에칭할 때에 피에칭막의 가공을 정밀도 높게 행할 수 없다.

[0009] 본 발명은 상기의 점을 감안하여 이루어진 것으로, 선단이 둥글지 않은 직사각형 형상을 가지는 레지스트 패턴을 현상할 수 있고, 레지스트 패턴을 마스크로 이용하여 하층의 피에칭막을 에칭 처리에 의해 가공할 때에 피에칭막을 정밀도 높게 가공할 수 있는 현상 처리 방법 및 현상 처리 장치를 제공한다.

**과제의 해결 수단**

[0010] 상기의 과제를 해결하기 위하여 본 발명에서는, 다음에 서술하는 각 수단을 강구한 것을 특징으로 하는 것이다.

[0011] 본 발명의 일 실시예에 따르면, 기판 상에 레지스트막이 형성된 후, 노광 처리된 상기 기판을 아민계 화합물 또는 피롤리돈계 화합물을 포함한 처리 가스 또는 처리액으로 처리하는 아민 처리 공정과, 상기 기판을 가열 처리하는 가열 처리 공정과, 상기 아민 처리 공정 및 상기 가열 처리 공정이 행해진 후, 상기 기판 상에 현상액을 공급하여 상기 레지스트 패턴을 현상 처리하는 현상액 공급 공정을 가지는 현상 처리 방법이 제공된다.

[0012] 또한, 본 발명의 일 실시예에 따르면, 기판 상에 형성된 레지스트막이 노광 처리된 후, 아민계 화합물 또는 피롤리돈계 화합물을 포함한 처리 가스 또는 처리액으로 처리된 상기 기판 상에, 현상액을 공급하여 레지스트 패턴을 현상 처리하는 현상 처리 장치로서, 상기 기판을 회전 가능하게 지지하는 스핀 척과, 상기 스핀 척에 지지되는 상기 기판 상에, 현상액을 공급하는 현상액 공급부를 가지고, 상기 현상액 공급부는, 상기 기판 상에 현상액을 토출하는 현상액 토출 노즐과, 제 1 현상액을 공급하는 제 1 현상액 공급부와, 상기 제 1 현상액보다 농도가 낮은 제 2 현상액을 공급하는 제 2 현상액 공급부와, 상기 제 1 현상액 공급부와 상기 제 2 현상액 공급부를 전환 가능하게 상기 현상액 토출 노즐에 접속하는 전환 기구를 가지는 현상 처리 장치가 제공된다.

**발명의 효과**

[0013] 본 발명에 따르면, 선단(先端)이 둥글지 않은 직사각형 형상을 가지는 레지스트 패턴을 현상할 수 있고, 레지스트 패턴을 마스크로 이용하여 하층의 피에칭막을 에칭 처리에 의해 가공할 때에 피에칭막을 정밀도 높게 가공할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- [0014] 도 1은 제 1 실시예에 따른 도포 현상 처리 시스템의 평면도이다.
- 도 2는 도 1에 도시한 도포 현상 처리 시스템의 정면도이다.
- 도 3은 도 1에 도시한 도포 현상 처리 시스템의 배면도이다.
- 도 4는 제 1 실시예에 따른 현상 처리 유닛을 도시한 단면도이다.
- 도 5는 도 4에 도시한 현상 처리 유닛을 도시한 평면도이다.
- 도 6은 제 1 실시예에 따른 현상 처리 유닛의 현상액 공급부의 개략 구성을 도시한 도이다.
- 도 7은 제 1 실시예에 따른 가열 처리 장치의 개략 구성을 도시한 단면도이다.
- 도 8은 제 1 실시예에 따른 실활(失活) 처리 장치의 종단면도이다.
- 도 9는 제 1 실시예에 따른 현상 처리 방법의 각 공정의 순서를 설명하기 위한 순서도이다.
- 도 10은 제 1 실시예에 따른 현상 처리 방법의 각 공정을 행할 때의 측면도이다.
- 도 11은 제 1 실시예에 따른 현상 처리 방법의 각 공정을 행할 때의 레지스트 패턴을 도시한 확대 단면도이다.
- 도 12는 표 1에 나타난 처리 레시피를 행할 경우에서의 현상액 농도의 변화를 나타내는 타임 차트이다.
- 도 13은 실험예 1에서 에칭 처리를 행했을 때의 각 에칭 처리 시간 경과 후의 패턴을 촬영한 사진이다.
- 도 14는 비교예 1에서 에칭 처리를 행했을 때의 각 에칭 처리 시간 경과 후의 패턴을 촬영한 사진이다.
- 도 15는 도 13 및 도 14에서 얻어진 결과에 기초하여 잔류막 측면 높이를 측정된 결과이다.
- 도 16은 제 2 실시예에 따른 가열 처리 장치의 개략 구성을 도시한 단면도이다.
- 도 17은 제 2 실시예에 따른 현상 처리 방법의 각 공정의 순서를 설명하기 위한 순서도이다.
- 도 18은 제 2 실시예에 따른 현상 처리 방법의 각 공정을 행할 때의 측면도이다.
- 도 19는 제 2 실시예에 따른 현상 처리 방법의 각 공정을 행할 때의 레지스트 패턴을 도시한 확대 단면도이다.
- 도 20은 제 3 실시예에 따른 현상 처리 유닛을 도시한 평면도이다.
- 도 21은 제 3 실시예에 따른 현상 처리 방법의 각 공정의 순서를 설명하기 위한 순서도이다.
- 도 22는 제 3 실시예에 따른 현상 처리 방법의 각 공정을 행할 때의 측면도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0015] 이하, 본 발명의 실시예를 도면에 기초하여 설명한다.
- [0016] (제 1 실시예)
- [0017] 먼저, 도 1 내지 도 15를 참조하여 제 1 실시예에 따른 현상 처리 장치 및 현상 처리 방법에 대하여 설명한다.
- [0018] 도 1 내지 도 3은 본 발명에 따른 도포 현상 처리 시스템의 전체 구성을 도시한 도면이며, 도 1은 그 평면도, 도 2는 정면도 및 도 3은 배면도이다.
- [0019] 도포 현상 처리 시스템(1)은 카세트 스테이션(10), 처리 스테이션(11) 및 인터페이스부(12)를 일체로 접속시킨 구성을 가진다. 카세트 스테이션(10)은 피처리 기관으로서 반도체 웨이퍼(W)를 웨이퍼 카세트(CR)에서 복수 매, 예를 들면 25 매 단위로 시스템에 대하여 외부로부터 반입 또는 외부로 반출한다. 또한, 카세트 스테이션(10)은 웨이퍼 카세트(CR)에 대하여 웨이퍼(W)를 반입·반출하거나 한다. 처리 스테이션(11)은 도포 현상 공정 중에 1 매씩 웨이퍼(W)에 소정의 처리를 실시하는 매업식의 각종 처리 유닛을 소정 위치에 다단 배치하여 이루어진다. 인터페이스부(12)는 처리 스테이션(11)과 이 처리 스테이션(11)에 인접하여 설치되는 노광 장치(도시하지 않음)와의 사이에서 웨이퍼(W)를 전달한다.
- [0020] 카세트 스테이션(10)은, 도 1에 도시한 바와 같이, 카세트 재치대(載置臺)(20), 웨이퍼 반송체(21)를 가진다. 카세트 재치대(20)에서는 카세트 재치대(20) 상의 돌기(20a)의 위치에 복수 개, 예를 들면 4 개까지의 웨이퍼 카세트(CR)가 각각의 웨이퍼 출입구를 처리 스테이션(11)측을 향하여 X 방향으로 일렬로 재치되어 있다. 웨이퍼

반송체(21)는 카세트 배열 방향(X 방향) 및 웨이퍼 카세트(CR) 내에 수납된 웨이퍼의 웨이퍼 배열 방향(Z 방향)으로 이동 가능하게 설치되어 있다. 또한, 웨이퍼 반송체(21)는 각 웨이퍼 카세트(CR)에 선택적으로 액세스하도록 되어 있다. 또한, 웨이퍼 반송체(21)는  $\theta$  방향으로 회전 가능하게 구성되고, 후술하는 바와 같이 처리 스테이션(11)측의 제 3 조(G3)의 다단 유닛부에 속하는 얼라이언트 유닛(ALIM) 및 익스텐션 유닛(EXT)에도 액세스할 수 있도록 되어 있다.

- [0021] 처리 스테이션(11)에서는, 도 1에 도시한 바와 같이, 중심부에 수직 반송형의 주웨이퍼 반송 기구(22)가 설치되고, 그 주위에 모든 처리 유닛이 1 조 또는 복수의 조가 다단으로 배치되어 있다. 이 예에서는, 5 조(G1, G2, G3, G4, G5)의 다단 배치 구성으로 되어 있다. 제 1 및 제 2 조(G1, G2)의 다단 유닛은 시스템 정면(도 1에서 앞)측에 병설되어 있다. 제 3 조(G3)의 다단 유닛은 카세트 스테이션(10)에 인접하여 배치되어 있다. 제 4 조(G4)의 다단 유닛은 인터페이스부(12)에 인접하여 배치되어 있다. 제 5 조(G5)의 다단 유닛은 배부(背部)측에 배치되어 있다. 또한, 제 5 조(G5)는 주웨이퍼 반송 기구(22)의 메인터넌스를 위하여 레일(25)을 따라 이동 가능하게 구성되어 있다.
- [0022] 도 3에 도시한 바와 같이, 주웨이퍼 반송 기구(22)는 웨이퍼 반송 장치(46)를 상하 방향(Z 방향)으로 승강 가능하게 장착하여 구비하고 있다. 통 형상 지지체(49)는 모터(도시하지 않음)의 회전축에 접속되어 있고, 이 모터의 회전 구동력에 의해 상기 회전축을 중심으로 하여 웨이퍼 반송 장치(46)와 일체로 회전한다. 따라서, 이 웨이퍼 반송 장치(46)는  $\theta$  방향으로 회전 가능하게 되어 있다. 웨이퍼 반송 장치(46)는 반송 암(48)을 가지고 있다.
- [0023] 도 2에 도시한 바와 같이, 제 1 조(G1)에서는 컵(CP) 내에서 웨이퍼(W)를 스핀 척에 재치(載置)하여 소정의 처리를 행하는 2 대의 스핀너형(spinner type) 처리 유닛, 예를 들면 레지스트 도포 처리 유닛(COT) 및 본 발명에 따른 현상 처리 유닛(DEV)이 아래로부터 차례로 2 단으로 적층되어 있다. 제 2 조(G2)에서도 2 대의 스핀너형 처리 유닛, 예를 들면 레지스트 도포 처리 유닛(COT) 및 현상 처리 유닛(DEV)이 아래로부터 차례로 2 단으로 적층되어 있다. 레지스트 도포 처리 유닛(COT)에서는 레지스트액의 배액(排液)이 기구적으로도 메인터넌스 상에서도 번거롭다는 점에서, 이와 같이 하단에 배치하는 것이 바람직하다. 그러나, 필요에 따라 상단에 배치하는 것도 가능하다.
- [0024] 또한, 제 1 조(G1), 제 2 조(G2)에는 Z 방향의 하측 등의 빈 스페이스에 레지스트 도포 처리 유닛(COT) 및 현상 처리 유닛(DEV)으로 각종 처리액을 공급하기 위한 케미컬실(13)이 설치되어도 좋다.
- [0025] 도 3에 도시한 바와 같이, 제 3 조(G3)에서는 웨이퍼(W)를 재치대에 재치하여 소정의 처리를 행하는 오븐형의 처리 유닛, 예를 들면 아래로부터 차례로 쿨링 유닛(COL), 어드히전 유닛(AD), 얼라이언트 유닛(ALIM), 익스텐션 유닛(EXT), 프리베이킹 유닛(PAB) 및 포스트 익스포저 베이킹 유닛(PEB)이 적층되어 있다. 제 4 조(G4)에서도 오븐형의 처리 유닛, 예를 들면 아래로부터 차례로 쿨링 유닛(COL), 익스텐션·쿨링 유닛(EXTCOL), 익스텐션 유닛(EXT), 쿨링 유닛(COL), 프리베이킹 유닛(PAB) 및 포스트 익스포저 베이킹 유닛(PEB)이 적층되어 있다. 또한, 현상 후에 가열 처리를 행하기 위한 포스트 베이킹 유닛이 배치되어도 좋다.
- [0026] 또한, 도 3에 도시한 바와 같이, 도 8을 이용하여 후술하는 바와 같은 아민(amine) 등의 처리 가스에 의한 실활(失活) 처리를 행하는 실활 처리 장치(200)가 배치되어도 좋다.
- [0027] 이와 같이 처리 온도가 낮은 쿨링 유닛(COL), 익스텐션·쿨링 유닛(EXTCOL)을 하단에 배치하고, 처리 온도가 높은 베이킹 유닛(PAB) 또는 포스트 익스포저 베이킹 유닛(PEB)을 상단에 배치한다. 이 상하 배치에 의해 유닛 간의 열적인 상호 간섭을 줄일 수 있다. 그러나, 랜덤인 다단 배치로 하는 것도 가능하다.
- [0028] 인터페이스부(12)는 깊이 방향에서는 처리 스테이션(11)과 동일한 치수를 가지지만, 폭 방향에서는 작은 사이즈로 만들어져 있다. 인터페이스부(12)의 정면부에는 포터블 픽업 카세트(PU)와 고정형의 버퍼 카세트(BR)가 2 단으로 배치되고, 배면부에는 주변 노광 장치(23)가 배치되고, 중앙부에는 웨이퍼 반송체(24)가 설치되어 있다. 이 웨이퍼 반송체(24)는 X, Z 방향으로 이동하여 양 카세트(PU, BR) 및 주변 노광 장치(23)에 액세스하도록 되어 있다. 또한, 웨이퍼 반송체(24)는  $\theta$  방향으로 회전 가능하게 구성되고, 처리 스테이션(11)측의 제 4 조(G4)의 다단 유닛에 속하는 익스텐션 유닛(EXT) 및 인접하는 노광 장치측의 웨이퍼 전달대(도시하지 않음)에도 액세스할 수 있도록 되어 있다.
- [0029] 도 4 및 도 5는 본 실시예에 따른 현상 처리 유닛(DEV)을 도시한 단면도 및 평면도이다. 이 현상 처리 유닛(DEV)의 중앙부에는 웨이퍼 반송 장치(46)의 반송 암(48)이 진퇴 가능하게 설치된 환상(環狀)의 컵(CP)이 배치되어 있다. 컵(CP)의 내측에는 웨이퍼(W)를 수평하게 또한 회전 가능하게 보지(保持)하는 스핀 척(52)이 배치

되어 있다. 스핀 척(52)은 진공 흡착에 의해 웨이퍼(W)를 고정 보지한 상태로 구동 모터(54)에 의해 회전 구동된다. 구동 모터(54)는 유닛 저판(底板)(50)에 형성된 개구(開口)에 승강 이동 가능하게 배치되고, 알루미늄으로 이루어지는 캡 형상의 플랜지 부재(58)를 개재하여 에어 실린더로 이루어지는 승강 구동 수단(60) 및 승강 가이드 수단(62)과 결합되어 있다. 구동 모터(54)의 측면에는, 예를 들면 스테인레스 스틸(SUS)로 이루어지는 통 형상의 냉각 자켓(64)이 장착되고, 플랜지 부재(58)는 냉각 자켓(64)의 상반부를 덮도록 장착되어 있다.

[0030] 현상액 도포 시, 플랜지 부재(58)의 하단(下端)은 유닛 저판(50)의 개구의 외주(外周) 부근에서 유닛 저판(50)에 밀착되고, 이에 의해 유닛 내부가 밀폐된다. 스핀 척(52)과 주웨이퍼 반송 기구(22)의 사이에서 웨이퍼(W)의 전달이 행해질 때에는 승강 구동 수단(60)이 구동 모터(54) 또는 스핀 척(52)을 상방으로 들어 올림으로써 플랜지 부재(58)의 하단이 유닛 저판(50)으로부터 뜨도록 되어 있다. 또한, 현상 처리 유닛(DEV)의 케이싱에는 반송 압(48)이 들어 오기 위한 윈도우(70)가 형성되어 있다.

[0031] 도 5에 도시한 바와 같이, 컵(CP) 내에 수용된 웨이퍼(W) 상에서, 이 웨이퍼(W)의 표면으로 현상액을 공급하기 위한 현상액 토출 노즐(86)은 노즐 스캔 암(92)의 선단부에 착탈 가능하게 장착되어 있다. 현상액 토출 노즐(86)로는 현상액 공급부(79a)와 순수 공급부(79b)로부터 현상액과 순수를 따로 송액(送液)할 수 있도록 되어 있다. 현상액 토출 노즐(86)은 긴 형상을 가지고, 예를 들면 도시하지 않은 복수의 홀 또는 슬릿 형상으로 형성된 공급구로부터 현상액 또는 순수가 공급되도록 되어 있다. 노즐 스캔 암(92)은 유닛 저판(50) 상에 일방향(Y 방향)으로 부설된 가이드 레일(91) 상에서 수평 이동 가능한 수직 지지 부재(93)의 상단부에 장착되어 있고, Y 방향 구동 기구(98)에 의해 수직 지지 부재(93)와 일체적으로 Y 방향으로 이동하도록 되어 있다. 또한, 현상액 토출 노즐(86)은 Z 축 구동 기구(99)에 의해 상하 방향(Z 방향)으로 이동 가능하도록 되어 있다.

[0032] 현상액의 도포 방법으로는 현상액 토출 노즐(86)로부터 현상액을 웨이퍼(W) 상에 띠 형상으로 토출시키면서, Y 축 구동 기구(98)에 의해 현상액 토출 노즐(86)을 가이드 레일(91)을 따라 웨이퍼(W) 상을 스캔하도록 이동시키는 방법 또는 현상액 토출 노즐(86)의 길이 방향이 웨이퍼(W)의 직경과 중첩되는 위치, 예를 들면 도 5에 도시한 위치까지 이동시키고, 그 상태로 현상액을 웨이퍼(W)에 토출시키면서 웨이퍼(W)를 적어도 1 / 2 회전시키는 방법 등을 들 수 있다.

[0033] 현상액 토출 노즐(86)은, 도 5에 도시한 바와 같이, 현상액을 도포한 후에 노즐 대기부(94)에 대기하도록 되어 있다. 노즐 대기부(94)에는 현상액 토출 노즐(86)을 세정하는 노즐 세정 기구(노즐 베스)(94a)가 설치되어 있다.

[0034] 현상 처리 유닛(DEV)은 웨이퍼(W)에 대하여 린스액을 토출하는 린스액 토출 노즐(95)을 가지고 있고, 린스액 공급부(90)로부터 린스액이 린스액 토출 노즐(95)로 공급된다. 린스액 토출 노즐(95)은 가이드 레일(91) 상을 Y 방향으로 이동 가능하게 설치된 노즐 스캔 암(96)의 선단에 장착되어 있고, 현상액에 의한 현상 처리의 종료 후에 웨이퍼(W) 상으로 이동되고 린스액을 웨이퍼(W)로 토출한다.

[0035] 린스액으로는 현상액의 용매인 순수가 적합하게 이용된다. 린스액 토출 노즐(95)의 형상에 제한은 없고, 예를 들면 파이프 형상의 스트레이트 노즐 등을 이용할 수 있다. 웨이퍼(W)로부터 흘러 넘치거나 또는 떨어진 현상액이나 린스액은 드레인(69)으로부터 배출된다. 또한, 현상액 토출 노즐(86)로부터 토출되는 순수에 의해 린스 처리를 행하는 것도 가능하지만, 최종적으로는 린스액 토출 노즐(95)에 의한 린스 처리를 행하는 것이 바람직하다.

[0036] 현상 처리 유닛(DEV)의 구동계의 동작은 제어부(97)에 의해 제어된다. 즉, 구동 모터(54), Y 축 구동 기구(98), Z 축 구동 기구(99)는 제어부(97)의 지령에 따라 구동, 제어된다. 또한, 현상액 공급부(79a), 순수 공급부(79b), 린스액 공급부(90)에 대해서도 제어부(97)로부터의 신호에 따라 구동계의 동작과 병행하여 제어된다.

[0037] 도 6은 현상액 공급부의 개략 구성을 도시한 도이다. 현상액 공급부(79a)는 제 1 현상액 공급부(81) 및 제 2 현상액 공급부(82)를 가진다. 제 1 현상액 공급부(81) 및 제 2 현상액 공급부(82)는 삼방 밸브(83)에 의해 전환 가능하도록 현상액 토출 노즐(86)에 접속되어 있다. 제 1 현상액 공급부(81) 및 제 2 현상액 공급부(82)는 각각 상이한 소정 농도로 조정된 2 종류의 현상액인 제 1 현상액 및 제 2 현상액을 공급한다. 따라서, 현상액 공급부(79a)는 각각 상이한 농도의 제 1 현상액 및 제 2 현상액을 전환 가능하게 현상액 토출 노즐(86)로 공급한다.

[0038] 제 1 현상액 공급부(81)에서는 도시하지 않은 순수 저장원으로부터 전자기 밸브(81a) 등의 유량 제어 수단을 통하여 순수가 혼합기(84)로 송액된다. 또한, 도시하지 않은 현상액 저장원으로부터 전자기 밸브(81b) 등의 유량 제어 수단을 통하여 소정 농도의 현상액이 혼합기(84)로 송액된다. 혼합기(84)에서는 이들 순수와 현상액이 균일하게 혼합되어, 제 1 현상액으로서 현상액 토출 노즐(86)로 송액된다.

- [0039] 또한, 제 1 현상액 공급부(81)에는 혼합기(84)를 거쳐 현상액 토출 노즐(86)로 공급되는 현상액의 농도를 감시하는 농도 센서(85)가 설치되어 있다. 농도 센서(85)는 제 1 현상액의 농도가 소정의 농도의 값이 되도록 전자기 밸브(81a, 81b)의 개폐량을 제어하여 유량을 제어함으로써, 원하는 농도를 가지는 제 1 현상액을 조정할 수 있다.
- [0040] 한편, 제 2 현상액 공급부(82)에서는 도시하지 않은 현상액 저장원으로부터 전자기 밸브(82a) 등의 유량 제어 수단을 통하여, 소정 농도의 현상액이 제 2 현상액으로서 현상액 토출 노즐(86)로 송액된다.
- [0041] 여기서, 제 1 현상액 및 제 2 현상액으로는 수산화테트라메틸암모늄 수용액(TMAH)을 이용할 수 있다. TMAH 현상액을 이용할 경우, 제 1 현상액 공급부(81)에서 혼합기(84)로 송액되는 현상액의 농도를, 예를 들면 4.76 wt%로 할 수 있다. 또한, 제 2 현상액 공급부(82)에서 제 2 현상액으로서 현상액 토출 노즐(86)로 송액되는 현상액의 농도를, 예를 들면 2.38 wt%로 할 수 있다.
- [0042] 또한, 제 2 현상액을 예를 들면 대략 2.38 wt%의 TMAH 현상액으로 하고, 제 1 현상액을 제 2 현상액보다 농도가 높은 예를 들면 3 wt%의 TMAH 현상액으로 해도 좋다. 또한, 제 1 현상액의 농도를 변경하지 않아도 될 경우에는 순수 저장원, 혼합기를 설치하지 않고, 제 1 현상액 공급부(81)로서 예를 들면 3 wt%의 TMAH 현상액을 공급하는 현상액 저장원을 직접 삼방 밸브(83)에 접속해도 좋다.
- [0043] 또한, 삼방 밸브(83)는 본 발명에서의 전환 기구에 상당한다.
- [0044] 도 7은 본 실시예에 따른 가열 처리 장치의 개략 구성을 도시한 단면도이다.
- [0045] 가열 처리 장치(150)는 케이싱(151) 내에 상하 이동 가능한 덮개체(152)와, 덮개체(152)의 하측에 위치하고, 덮개체(152)와 협동하여 처리실(153)을 구성하는 서포트 링(154)을 구비하고 있다.
- [0046] 서포트 링(154)은, 예를 들면 상하면이 개구된 대략 원통 형상의 형태를 가지고, 그 내측에 열 처리판으로서의 가열 플레이트(155)를 수용하고 있다. 가열 플레이트(155)를 수용함으로써 서포트 링(154)의 하면이 폐쇄되어 있다. 가열 플레이트(155)는 두께가 있는 원판 형상을 가지고, 그 상면에 피처리 기관인 웨이퍼(W)를 재치하여 가열하는 것이다. 가열 플레이트(155)에는 급전에 의해 발열하는 히터(156)가 내장되어 있고, 가열 플레이트(155) 자체를 소정의 온도에 의해 유지할 수 있도록 되어 있다. 즉, 소정의 온도로 가열된 가열 플레이트(155)에 웨이퍼(W)를 재치함으로써, 웨이퍼(W)를 소정 온도로 가열할 수 있다.
- [0047] 가열 플레이트(155)에는, 예를 들면 3 개의 관통홀(155a)이 형성되어 있고, 각 관통홀(155a)에는 웨이퍼(W)의 이면을 지지하여 승강하는 지지 핀(157)이 각각 삽입되어 있다. 지지 핀(157)은, 예를 들면 실린더 등을 구비한 승강 기구(158)에 의해 상하 이동한다. 지지 핀(157)은 가열 플레이트(155)의 상방까지 상승하여, 개구부(183)를 통하여 주웨이퍼 반송 기구(22)와의 사이에서 웨이퍼(W)를 전달하거나, 수취한 웨이퍼(W)를 가열 플레이트(155)에 재치할 수 있다.
- [0048] 또한, 가열 플레이트(155)는 본 발명에서의 가열 처리 수단에 상당한다.
- [0049] 서포트 링(154)의 상면에는 0 링(159)이 설치되고, 서포트 링(154)의 상면과 덮개체(152)의 주측부(周側部)(152b)의 하단부와의 간극으로부터 처리실(153) 내의 기체가 유출되지 않도록 되어 있다.
- [0050] 덮개체(152)는 상면부인 천판(152a)과 천판(152a)의 주단부(周端部)에 수직으로 설치되는 주측부(152b)에 의해 하면측이 개구된 대략 바닥이 있는 원통 형상의 형태를 가지고 있다. 천판(152a)은 가열 플레이트(155) 상의 웨이퍼(W)에 대향하고 있다. 천판(152a) 상의 중앙부에는 기체, 예를 들면 공기, 질소 가스 또는 불활성 가스 등의 가스의 가스 공급원(160)에 연통된 퍼지용 가스의 가스 공급관(161)이 접속하는 공급구(162)가 설치되어 있다. 따라서, 퍼지 가스 공급원(160)의 공기, 질소 가스 또는 불활성 가스 등의 가스를 가스 공급관(161)을 거쳐 공급구(162)로 공급하고, 공급구(162)로부터 처리실(153) 내로 도입할 수 있다.
- [0051] 또한, 천판(152a)의 측부에는 처리실(153) 내의 가스를 배기하는 복수, 예를 들면 서로 등간격의 4 개의 배기구(163)가 설치되어 있다. 각 배기구(163)에는 배기관(164)이 연통되어 있고, 배기관(164)에서의 각 배기구(163)와 대략 등거리의 부위에 설치된 배출구(165)에, 예를 들면 합성 수지제의 튜브로 형성되는 배기관(164)의 구경(口徑)에 비해 소구경의 배출 관로(166)가 접속되어 있다.
- [0052] 또한, 본 실시예에서는 서포트 링(154)의 상면에 0 링(159)이 설치되지 않아도 좋고, 서포트 링(154)의 상면과 덮개체(152)의 주측부(152b)의 하단부와의 간극으로부터 처리실(153) 내의 기체가 유출되는 구성이어도 좋다.
- [0053] 도 8은 본 실시예에 따른 실활(失活) 처리 장치의 종단면도이다. 실활 처리 장치(200)는 상부측이 개구되는 용



기 본체(202)와, 이 용기 본체(202)의 상부 개구를 덮도록 설치된 덮개체(203)를 구비하고 있다.

- [0054] 용기 본체(202)는 측벽부(221)와 저벽부(222)와, 저벽부(222)로 지지되도록 설치된 웨이퍼(W)의 재치대(204)를 구비하고 있고, 이 예에서, 저벽부(222)는 재치대(204)의 주연부를 지지하는 영역까지만 형성되고, 재치대(204)도 용기 본체(202)의 일부를 이루고 있다. 여기서, 저벽부(222)를 재치대(204)의 이면 전체를 지지하도록 구성하고, 용기 본체(202)를 측벽부(221)와 저벽부(222)에 의해 구성하도록 해도 좋다. 재치대(204)의 내부에는 도시하지 않은 가열 수단이 설치되어도 좋다.
- [0055] 한편, 덮개체(203)는 측벽부(231)와 상벽부(232)를 구비하고 있다. 이 예에서는 용기 본체(202)의 주연부를 이루는 측벽부(221)의 상면에 덮개체(203)의 주연부를 이루는 측벽부(231)의 하면이 접근한 상태로, 용기 본체(202)를 덮개체(203)로 덮음으로써, 용기 본체(202)의 상부측 개구가 덮개체(203)에 의해 닫혀져 있다. 그리고, 이들 사이에 처리실(220)이 구획 형성되도록 되어 있다.
- [0056] 재치대(204)에는 도시하지 않은 외부의 반송 수단과의 사이에서 웨이퍼(W)의 전달을 행하기 위한 복수 개의 승강 핀(241)이 설치되어 있고, 이 승강 핀(241)은 승강 기구(242)에 의해 승강 가능하게 구성되어 있다. 도면 중 243은 재치대(204)의 이면측에 설치되고, 승강 기구(242)의 주위를 둘러싸는 커버체이다. 용기 본체(202)와 덮개체(203)는 서로 상대적으로 승강 가능하게 구성되어 있다. 이 예에서는, 덮개체(203)측이 도시하지 않은 승강 기구에 의해 용기 본체(202)와 접촉하는 처리 위치와, 용기 본체(202)의 상방측에 위치하는 기관 반입·반출 위치와의 사이에서 승강 가능하게 구성되어 있다.
- [0057] 처리실(220)의 내부에는 재치대(204) 상의 기관에 대하여 처리실(220)의 중앙 상부로부터 후술하는 실활 처리 가스를 공급하도록, 예를 들면 덮개체(203)의 이면측 중앙부에 처리 가스 공급부(205)가 설치되어 있다.
- [0058] 덮개체(203)의 내부에는 처리 가스 공급부(205)와 접속하는 가스 공급로(233)가 형성되어 있다. 이 예에서, 가스 공급로(233)는 덮개체(203)의 상방측에서 굴곡되어 대략 수평하게 연장되도록 형성되고, 가스 공급로(233)의 상류단은 가스 공급관(261)을 거쳐 실활 처리 가스 공급원(262)에 접속되고, 또한 치환 가스 공급원(263)에 접속되어 있다.
- [0059] 또한, 실활 처리용 가스로서 헥사메틸다이실라제인(Hexamethyldisilazane; HMDS) 가스를 예시하지만, 아민계 화합물 또는 피롤리돈계 화합물을 포함하는 가스이면 좋고, HMDS 가스로 한정되지 않는다. 또한, 치환 가스로서는 N<sub>2</sub> 가스 등의 불활성 가스가 예시된다.
- [0060] 또한, 실활 처리 가스 공급원(262)으로는, 예를 들면 버블러-탱크, 스키머 탱크 등의 가스 발생기를 이용할 수 있다. 예를 들면, 실활 처리 가스가 HMDS 가스일 때, 공급원(262)은 HMDS 약액으로부터 가스를 발생시키고, 발생된 가스를 가스 공급로(233)로 공급한다.
- [0061] 가스 공급관(261)에는 HMDS 가스 공급원(262)과 가스 공급로(233)의 사이에, HMDS 가스의 공급 유량을 조정하기 위한 제 1 유량 조정 밸브(V1)가 설치되어 있다. 또한, N<sub>2</sub> 가스 공급원(263)과 가스 공급로(233)의 사이에 N<sub>2</sub> 가스의 공급 유량을 조정하기 위한 제 2 유량 조정 밸브(V2)가 설치되어 있다. 이들 유량 조정 밸브(V1, V2)는 개폐 기능과 유량 조정 기능을 구비하고 있고, 이들 유량 조정 밸브(V1, V2)에 의해 가스 공급로(233)로 공급되는 가스가, HMDS 가스와 N<sub>2</sub> 가스 간에 전환되도록 되어 있다. 또한, 각각의 가스가 그 공급 유량이 조정된 상태로 처리실(220) 내로 공급되도록 되어 있다. 혹은, HMDS 가스와 N<sub>2</sub> 가스를 동시에 처리실(220) 내로 공급하여, 공급되는 HMDS 가스를 희석할 수도 있다.
- [0062] 한편, 덮개체(203)에는 처리 가스 공급부(205)로부터 처리실(220) 내로 처리 가스가 공급되고 있을 때에, 재치대(204) 상의 웨이퍼(W)보다 외측으로부터 처리실(220) 내를 배기하기 위한 배기로(281)가 형성되어 있다.
- [0063] 또한, 덮개체(203) 상벽부(232)의 내부에는 처리 가스 공급부(205)가 설치되는 중앙 영역 이외의 영역에 면 형상으로 연장되고, 예를 들면 평면 형상이 링 형상을 가지는 편평한 공동부(空洞部)(282)가 형성되어 있다. 상술한 배기로(281)의 하류단은 이 공동부(282)에 접속되어 있다. 또한, 이 공동부(282)에는 예를 들면 덮개체(203)의 중앙 근방 영역에서 복수 개, 예를 들면 6 개의 배기관(283)이 접속되어 있다. 또한, 배기관(283)의 하류단은 배기 유량 조정 밸브(V4)를 개재하여 배기 수단(284)을 이루는 이젝터에 접속되어 있다.
- [0064] 또한, 이러한 실활 처리 장치(200)는 제어부(209)에 의해 제어되도록 구성되어 있다.
- [0065] 이어서, 이상 설명한 도포 현상 처리 시스템(1)의 일련의 처리 공정에 대하여 설명한다.

[0066] 먼저, 카세트 스테이션(10)에서 웨이퍼 반송체(21)가 카세트 재치대(20) 상의 처리 전의 웨이퍼를 수용하고 있는 카세트(CR)에 액세스하고, 이 카세트(CR)로부터 1 매의 웨이퍼(W)를 취출한다. 취출된 웨이퍼(W)는 얼라이먼트 유닛(ALIM)으로 반송되어 위치 조정이 행해진다. 그 후, 웨이퍼(W)는 주웨이퍼 반송 기구(22)에 의해 어드히전 유닛(AD)으로 반송되어 소수화 처리가 행해지고, 이어서 쿨링 유닛(COL)으로 반송되어 소정의 냉각 처리가 행해진다. 그 후, 레지스트 도포 처리 유닛(COT)으로 반송되어 레지스트 도포 처리가 행해지고, 프리베이킹 유닛(PAB)으로 반송되어 소정의 가열 처리가 행해지고, 쿨링 유닛(COL)으로 반송되어 소정의 냉각 처리가 행해진다. 그 후, 웨이퍼 반송체(24)에 의해 인터페이스부(12)를 개재하여 도시하지 않은 노광 장치로 반송되어 노광 처리가 행해진다. 노광 처리가 종료된 웨이퍼(W)는 포스트 익스포저 베이킹 유닛(PEB)으로 반송되어 소정의 가열 처리가 행해지고, 쿨링 유닛(COL)로 반송되어 소정의 냉각 처리가 행해진다. 이어서 현상 처리 유닛(DEV)으로 반송되어 현상 처리가 행해진다. 현상 처리 후에 소정의 가열 처리(포스트 베이킹)가 행해지는 경우도 있다. 그 후, 웨이퍼(W)는 쿨링 유닛(COL)으로 반송되어 소정의 냉각 처리가 행해지고, 익스텐션 유닛(EXT)을 개재하여 카세트(CR)로 되돌려진다.

[0067] 이어서, 도 9 내지 도 11을 참조하여 본 실시예에 따른 현상 처리 방법에 대하여 설명한다. 도 9는 각 공정의 순서를 설명하기 위한 순서도이다. 도 10은 각 공정을 행할 때의 측면도이며, 도 11은 각 공정을 행할 때의 레지스트 패턴을 도시한 확대 단면도이다.

[0068] 도 9에 도시한 바와 같이, 본 실시예에 따른 현상 처리 방법은 가열 처리 공정(단계(S11)), 실활 처리 공정(단계(S12)), 현상액 공급 공정(단계(S13) 및 단계(S14)), 린스액 공급 공정(단계(S15)) 및 건조 처리 공정(단계(S16))을 가진다. 현상액 공급 공정은 제 1 공급 공정(단계(S13)) 및 제 2 공급 공정(단계(S14))을 가진다.

[0069] 또한, 본 실시예에서의 실활 처리 공정은 본 발명에서의 아민 처리 공정에 상당한다. 또한, 아민 처리 공정은 후술하는 바와 같이 기관을 아민계 화합물 또는 피롤리돈계 화합물을 포함하는 처리 가스 또는 처리액으로 처리하는 것이면 좋다. 따라서, 노광된 화학 증폭형 레지스트막에서 발생하는 산(酸)이 중화됨으로써, 레지스트막이 가용화(可溶化)되기 위한 활성(活性)을 잃고 불용화되는 이른바 실활 처리가 일어나지 않는 온도 조건 등으로 처리하는 경우를 포함한다.

[0070] 또한, 도 9에 나타난 현상 처리 방법에서의 현상액 농도를 포함하는 처리 레시피의 예를 표 1에 나타낸다.

표 1

단계 번호	공정명	처리 시간(sec)	현상액의 농도(wt%)
S13	제 1 공급 공정 (현상액 공급 공정)	3	3
S14	제 2 공급 공정 (현상액 공급 공정)	60	2.38
S15	린스액 공급 공정	20	0

[0072] 표 1에서의 각 열은 왼쪽부터 차례로 단계 번호, 공정명, 처리 시간 및 현상액의 농도를 나타내는 것이다.

[0073] 또한, 표 1에 나타난 처리 레시피를 행하는 경우에서의 현상액 농도의 변화를 나타내는 타임 차트를 도 12에 나타낸다.

[0074] 본 실시예에서는 가열 처리 공정(단계(S11))을 행하기 전에, 도 11의 (a)에 도시한 바와 같이, 기관(101)에 반사 방지제를 도포하여 반사 방지막(Bottom Anti-Reflective Coating; BARC)(102)을 형성하고, 이어서 레지스트를 도포하여 레지스트막(103)을 형성하고, 노광 처리를 행해 둔다. 또한, 기관(101)은 후술하는 바와 같이 기관에 피에칭막이 형성된 것을 포함한다. 이 경우, 피에칭막을 부호 101로 표시하는 것으로 한다.

[0075] 본 실시예에서 기관(101)에 도포하는 레지스트의 일례는 화학 증폭형 레지스트이다. 화학 증폭형 레지스트의 일례는, 예를 들면 빛이 조사됨으로써 용제에 대하여 가용인 가용화 물질을 발생시키는 레지스트이다. 구체적인 일례로서, 예를 들면, 광산(光酸) 발생제(PhotoAcid Generator : PAG)를 함유하며 ArF 엑시머 레이저(파장 193 nm)를 광원으로 이용한 노광에 대응 가능한 화학 증폭형 레지스트를 이용할 수 있다. PAG는 빛이 닿으면 산(酸)을 발생시킨다. 산은 레지스트에 포함된 알칼리 불용성 보호기(保護基)와 반응하여, 알칼리 불용성 보호기를 알칼리 가용성기(가용화 물질)로 변화시킨다. 따라서, 노광 처리에서는 레지스트막(103)의 선택된 부분을 노광하여, 알칼리성의 용제(현상액)에 대하여 가용인 가용화 물질을 선택적으로 발생시킨다.

- [0076] 이와 같이 하여 얻어진 기관에 대하여 가열 처리 공정(단계(S11))을 행한다. 가열 처리 공정에서는 레지스트막이 형성된 후 노광 처리된 기관을 가열 처리한다.
- [0077] 도 10의 (a)에 도시한 바와 같이, 레지스트막이 형성된 후 노광 처리된 기관을 가열 처리 장치(150)의 내부의 가열 플레이트(155)에 재치하고, 히터(156)에 급전함으로써, 예를 들면 110℃에서 60 sec 동안 가열 처리를 행한다.
- [0078] 도 11의 (a)에 도시한 바와 같이, 기관을 가열 처리함으로써 노광 후 레지스트막(103) 중에 발생한 산을 활성화시켜, 알칼리 불용성 보호기의 알칼리 가용성기(가용화 물질)로의 변화를 촉진시킨다. 그리고 가용화 물질을 선택적으로 발생시킴으로써, 레지스트막(103) 중에, 예를 들면 알칼리성의 용제(현상액)에 대하여 가용인 가용층(103a) 및 불용(不溶)인 불용층(103b)의 패턴으로 이루어지는 노광 패턴을 얻는다.
- [0079] 이어서, 실활 처리 공정(단계(S12))을 행한다. 실활 처리 공정(단계(S12))에서는 기관(101)을 아민계 화합물 또는 피롤리돈계 화합물을 포함하는 실활 처리 가스로 처리하여, 레지스트막(103)이 가용화되기 위한 활성을 잃고 불용화되는 이른바 실활 처리를 행한다.
- [0080] 도 10의 (b)에 도시한 바와 같이, 기관(101)을 실활 처리 장치(200)의 내부의 재치대(204)에 재치하고, 실활 처리 가스 공급원(262)으로부터 아민계 화합물의 가스 혹은 액체, 또는 피롤리돈계 화합물의 가스 혹은 액체를 공급하여 레지스트막을 실활 처리한다.
- [0081] 아민계 화합물로는 전술한 바와 같이, 예를 들면 HMDS를 이용할 수 있다. 또한, 피롤리돈계 화합물로서, 예를 들면 N-메틸 피롤리돈(N-methylpyrrolidone; NMP)을 이용할 수 있다.
- [0082] 아민계 화합물 또는 피롤리돈계 화합물(이하 ‘실활제’라고 함)은 산을 중화시키기 위하여, 노광 후 레지스트막(103) 중에 발생한 산을 불활성화시킬(이하 ‘실활시킴’이라고 함) 수 있다. 여기서, 실활제는 레지스트막(103)의 표면과 접촉하기 위하여 주로 레지스트막(103)의 표면 부근에 발생한 산을 불활성화시킨다. 또한, 가용층(103a)의 선폭 방향의 분포에 대해서는 가용층(103a)의 중심 부근보다 불용층(103b)과의 계면 부근에서 발생한 산의 양이 적다. 그리고, 실활제는 가용층(103a)의 중심 부근보다 가용층(103a)의 불용층(103b)과의 계면 부근에서 발생한 산을 실활시키기 쉽다. 따라서, 도 11의 (b)에 도시한 바와 같이, 각각의 가용층(103a)에 대하여 가용층(103a)의 좌우 양측 상단 2 개소에 실활된 불용층(103c)의 영역이 새롭게 발생한다.
- [0083] 이어서, 현상액 공급 공정의 제 1 공급 공정(단계(S13))을 행한다. 제 1 공급 공정(단계(S13))에서는 기관(101)으로 제 1 현상액(41a)을 공급하여 레지스트막(103)의 노광된 부분의 현상액으로의 용해를 촉진시킨다.
- [0084] 먼저, 현상 처리 장치의 스핀 척(52)이 상승하여 웨이퍼 반송 기구(22)로부터 웨이퍼(W)를 수취하면, 스핀 척(52)이 하강하여 웨이퍼(W)가 컵(CP) 내에 수용된다. 그리고, 도 10의 (c)에 도시한 바와 같이, 현상액 토출 노즐(86)이 제 1 현상액(41a)을 토출하면서 웨이퍼(W) 상을 이동하고, 토출이 종료된 후에 웨이퍼(W)를 예를 들면 60 초 방치하여 현상 처리를 진행시킨다. 여기서, 고스루뚫화를 도모하기 위하여 웨이퍼(W)를 회전시키면서 제 1 현상액(41a)을 토출해도 상관없다. 이 때, 웨이퍼(W)를 소정의 회전수로 회전시켜 제 1 현상액(41a)을 확산시키고, 예를 들면 60 초간 방치함으로써 현상 처리를 진행시키게 된다.
- [0085] 현상액으로서 알칼리 용액을 이용할 수 있으며, 예를 들면 수산화테트라메틸암모늄 수용액(TMAH)을 이용할 수 있다.
- [0086] 제 1 공급 공정(단계(S13))에서는 가용층(103a)이 불용층(103c)으로 덮여 있어 현상 처리가 진행되기 어렵다. 또한, 그 외에 실활제에 의해 실활된 영역이 발생하는 경우도 있어, 종래의 통상적인 현상 처리보다 현상액에 용해되기 어려운 부분이 있다. 따라서, 제 1 공급 공정(단계(S13))에서는 현상액의 농도를 통상보다 높이거나 현상액의 온도를 통상보다 높인다.
- [0087] 구체적으로는, 통상적인 현상액의 농도를 2.38 wt%의 TMAH로 한 경우, 제 1 현상액(41a)의 농도를 2.38 wt% ~ 4.76 wt%로 할 수 있으며, 예를 들면 3 wt%로 할 수 있다.
- [0088] 이 결과, 도 11의 (c)에 도시한 바와 같이, 레지스트막(103)으로부터 알칼리성을 가지는 현상액에 대하여 가용인 가용층(103a)이 제거되어, 알칼리성을 가지는 현상액에 대하여 불용인 불용층(103b, 103c)이 남는다.
- [0089] 이어서, 현상액 공급 공정의 제 2 공급 공정(단계(S14))을 행한다. 제 2 공급 공정(단계(S14))에서는 기관에 제 2 현상액(41b)을 공급하여 레지스트막(103)의 노광된 부분에서의 용해 잔류물을 제거한다.
- [0090] 도 10의 (d)에 도시한 바와 같이, 현상액 토출 노즐(86)이 제 2 현상액(41b)을 토출하면서 웨이퍼(W) 상을 이동

하고, 토출이 종료된 후에 웨이퍼(W)를 예를 들면 60 초 방치하여 현상 처리를 진행시킨다. 여기서도 고스루뿔화를 도모하기 위하여 웨이퍼(W)를 회전시키면서 제 2 현상액(41b)을 토출해도 상관없다.

- [0091] 제 2 공급 공정(단계(S14))에서 불용층(103b)의 바닥부에서는 새롭게 가용 영역을 신장시키지 않아도 좋다. 한편, 불용층(103c)은 레지스트막(103)의 표면 부근의 부분이기 때문에, 후에 새롭게 공급된 제 2 현상액(41b)과 접촉하기 쉬워, 불용층(103b)의 바닥부에 비해 가용화가 진행되기 쉽다. 따라서 제 2 공급 공정(단계(S14))에서는 제 2 현상액(41b)의 농도를 제 1 현상액(41a)의 농도보다 낮게 하여 통상적인 현상액의 농도로 되돌린다. 구체적으로는, 통상적인 현상액의 농도를 2.38 wt%의 TMAH로 한 경우, 제 2 현상액(41b)의 농도를 대략 2.38 wt%로 할 수 있다.
- [0092] 도 11의 (d)에 도시한 바와 같이, 노광된 부분에 형성되어 있던 불용인 불용층(103c)이 제거되어, 노광되어 있지 않은 부분에 형성되어 있던 불용층(103b)이 남는다.
- [0093] 이어서, 린스액 공급 공정(단계(S15))을 행한다. 린스액 공급 공정(단계(S15))에서는 레지스트 패턴이 현상된 기판 상에 린스액을 공급하여, 노광 처리되지 않은 부분, 즉 불용층(103b)으로 이루어지는 레지스트 패턴의 형상 거칠기(Line EdgeRoughness; LER)를 조정한다.
- [0094] 현상액 토출 노즐(86)을 컵 외로 이동시키고, 린스액 토출 노즐(95)을 웨이퍼(W)의 중심 상으로 이동시킨다. 그리고, 도 10의 (e)에 도시한 바와 같이, 웨이퍼(W)를 회전시키면서 린스액(42)을 토출하여 제 2 현상액(41b)을 세정한다. 이때, 웨이퍼(W)를 회전시키면서 행하기 때문에, 제 2 현상액(41b)을 털어내면서 웨이퍼(W)의 표면을 린스액(42)으로 린스한다.
- [0095] 본 실시예의 일례로서 표 1에 나타낸 바와 같이, 제 1 현상액의 TMAH의 농도를 3 wt%, 제 1 공급 공정을 행하는 시간을 3 sec, 제 2 현상액의 TMAH의 농도를 2.38 wt%, 제 2 공급 공정을 행하는 시간을 60 sec, 린스액 공급 공정을 실시하는 시간을 20 sec로 할 수 있다. 따라서, 본 실시예에서의 현상액 공급 공정 및 린스액 공급 공정에서의 현상액 중에서의 TMAH의 농도의 타임 차트는 도 12에 나타낸 바와 같이 된다.
- [0096] 혹은, 제 1 현상액(41a) 및 제 2 현상액(41b)의 농도를 변화시키는 대신에, 제 2 현상액(41b)의 온도를 통상적인 온도, 예를 들면 23℃로 하고, 제 1 현상액(41a)의 온도를 통상적인 온도보다 높은 온도, 예를 들면 23℃ ~ 40℃로 한 경우에도 동일한 효과를 얻을 수 있다.
- [0097] 또한, 제 1 공급 공정 및 제 2 공급 공정에서의 각각 제 1 현상액(41a) 및 제 2 현상액(41b)의 토출액량은 300 ml / min ~ 1800 ml / min으로 할 수 있다. 또한, 제 1 공급 공정 및 제 2 공급 공정에서의 웨이퍼(W)의 회전수를 0 rpm ~ 1000 rpm으로 할 수 있다.
- [0098] 또한, 제 1 공급 공정, 제 2 공급 공정으로 이루어지는 현상액 공급 공정과 린스액 공급 공정을 교호로 반복해서 행해도 좋다. 교호로 반복해서 행함으로써, 용해 잔류물을 추가로 제거할 수 있고, 노광 처리되지 않은 부분, 즉 불용층(103b)으로 이루어지는 레지스트 패턴의 형상 거칠기(LER)를 추가로 조정할 수 있다. 현상액 공급 공정과 린스액 공급 공정을 교호로 반복하는 반복 횟수는 1 회(반복을 행하지 않는 경우에 상당함) ~ 3 회로 할 수 있다.
- [0099] 마지막으로, 건조 처리 공정(단계(S16))을 행한다. 건조 처리 공정(단계(S16))에서는 기판을 소정의 회전수로 회전시켜 건조 처리를 행한다.
- [0100] 도 10의 (f)에 도시한 바와 같이, 웨이퍼(W)를 1500 rpm ~ 2500 rpm, 보다 바람직하게는 2000 rpm의 고속 회전으로 회전시켜 웨이퍼(W)의 표면을 충분히 건조시킨다.
- [0101] 이어서, 도 13 내지 도 15를 참조하여 본 실시예에 의해 레지스트 패턴을 직사각형화 처리할 수 있는 작용에 대하여 설명한다.
- [0102] 전술한 바와 같이, 실활 처리 공정(단계(S12))에서는 불용층(103b)의 표면측 양단의 부분과 연속되는 가용층(103a)의 일부를 실활시켜 불용층(103c)을 형성한다. 또한, 제 1 공급 공정(단계(S13))에서는 현상액의 농도를 통상보다 높은 제 1 현상액(41a)을 기판(101)에 공급하여 레지스트막(103)의 노광된 부분의 현상액으로의 용해를 촉진시킨다. 또한, 제 2 공급 공정(단계(S14))에서는 현상액의 농도를 통상으로 되돌린 제 2 현상액(41b)을 공급하여 레지스트막(103)의 노광된 부분에서의 용해 잔류물을 제거한다.
- [0103] 또한, 본 실시예에서는 아민계 화합물 또는 피롤리돈계 화합물인 실활제가 가용층(103a)에서 이미 발생한 산을 중화시킬 뿐만 아니라, 가용층(103a)에서의 산의 생성 자체를 저해하는 기능도 가지고 있다. 따라서, 가용층

(103a)을 불용화시키는 실활 처리가 더욱 촉진된다.

- [0104] 한편, 실활 처리를 행하지 않을 때에는 가용층(103a)에서 이미 발생한 산을 중화시키지 않고, 또한 가용층(103a)에서의 산의 생성 자체를 저해하지 않는다. 따라서, 가용층(103a)은 직사각형 형상을 가지고 있고, 현상 처리가 진행됨에 따라 불용층(103b)의 표면측 양단의 부분이 가용화되어, 레지스트 패턴은 선단의 각부가 깎여 둥글어져서 직사각형 형상을 가지지 않게 된다.
- [0105] 따라서, 본 실시예에서는 실활 처리 공정과 현상액 공급 공정을 행함으로써 레지스트 패턴의 형상을 직사각형화할 수 있다.
- [0106] 또한, 제 1 현상액이 보다 고농도이고 제 2 현상액이 보다 저농도인 통상적인 농도일 때와, 제 1 현상액 및 제 2 현상액이 모두 통상적인 농도일 때를 비교한다. 도 11의 (b)에서 도시한 바와 같이, 실활 처리 공정(단계(S12))에서 불용층(103c)이 형성된다. 따라서, 제 1 공급 공정(단계(S13))에서 제 1 현상액이 보다 고농도인 쪽이 가용층(103a)에 충분히 현상액이 접할 수 있어, 가용층(103a)을 효율적으로 용해시킬 수 있다.
- [0107] 또한, 제 1 현상액이 보다 고농도이고 제 2 현상액이 보다 저농도인 통상적인 농도일 때와, 제 1 현상액 및 제 2 현상액이 모두 보다 고농도일 때를 비교한다. 이 때, 제 1 공급 공정(단계(S13))에서는 가용층(103a)에 의해 고농도의 제 1 현상액이 접하기 때문에, 도 11의 (c)에서 도시한 바와 같이 가용층(103a)을 완전하게 제거할 수 있다. 그러나, 제 2 공급 공정(단계(S14))에서 제 2 현상액이 보다 저농도의 통상적인 농도인 편이 불용층(103b)의 바닥부의 가용화를 진행시키지 않아, 레지스트 패턴이 바닥부에서 가늘어지는 것을 방지할 수 있다.
- [0108] 따라서, 본 실시예에서는 실활 처리 공정, 고농도 현상액에 의한 제 1 공급 공정, 저농도 현상액에 의한 제 2 공급 공정을 모두 행함으로써, 더욱 레지스트 패턴의 형상을 직사각형화할 수 있다.
- [0109] 이어서, 본 실시예에 의해 피에칭막의 가공을 정밀도 높게 실시할 수 있는 것에 대하여 실험예 1 및 비교예 1을 행하여 평가하였으므로, 그 결과에 대하여 설명한다.
- [0110] (실험예 1)
- [0111] 미리 기판 상에 테트라에톡시실란(tetra ethoxy silane; TEOS)을 원료 가스로 하여 화학 기상 성장(Chemical vapor Deposition; CVD)을 행하여 실리콘 산화막으로 이루어지는 피에칭막(101)을 성막하였다. 이어서, 피에칭막(101) 상에 반사 방지 재료를 도포하고 가열 처리를 행하여 반사 방지막(BARC)(102)을 성막하였다. 이어서, 반사 방지막(102) 상에 레지스트를 도포하고 가열 처리를 행하여 레지스트막(103)을 성막하였다. 이어서, 노광 장치 내에서 레지스트막(103)을 선택적으로 노광하는 노광 처리를 행하였다.
- [0112] 그 후, 도 9에 나타난 단계(S11) 내지 단계(S16)의 각 공정을 행하여 레지스트 패턴(103b)을 현상하였다. 단계(S13) 내지 단계(S15)의 각 공정의 조건은 표 1에 나타난 처리 레지피의 예에 따라 실시하였다. 또한, 제 1 현상액의 온도를 23℃로 하고, 제 2 현상액의 온도를 23℃로 하고, 제 1 현상액의 토출 유량을 750 ml / min으로 하고, 제 2 현상액의 토출 유량을 750 ml / min으로 하고, 제 1 현상액을 토출할 때의 웨이퍼의 회전수를 1200 rpm으로 하고, 제 2 현상액을 토출할 때의 웨이퍼의 회전수를 800 rpm으로 하였다.
- [0113] 그 후, 현상한 레지스트 패턴(103b)을 마스크로 하여 하층인 반사 방지막(102) 및 피에칭막(101)을 에칭 처리하였다. 에칭 조건은 처리 가스를 CHF<sub>3</sub>, Ar, O<sub>2</sub>로 하고, 가스 유량비를 CHF<sub>3</sub> = 115 sccm, O<sub>2</sub> = 5 sccm, Ar = 1000 sccm으로 하고, 파워를 200 W로 하였다.
- [0114] 도 13에 실험예 1에서 에칭 처리를 행했을 때의 각 에칭 처리 시간 경과 후의 패턴을 주사형 전자 현미경(SEM; Scanning Electron Microscope)을 이용하여 촬영한 사진을 나타낸다. 도 13의 좌측에서 우측에 걸쳐 횡방향으로 일렬로 나열하여 나타난 3 개의 사진은 각각 에칭 처리 시간으로서 0 초(에칭 처리 전), 60 초 및 140 초가 경과한 후의 패턴에 대응된다. 또한, 횡방향으로 일렬로 나열하여 나타난 3 개의 사진의 보다 좌측에는 에칭 처리 시간 0 초(에칭 처리 전)일 때의 구조를 설명하기 위한 도면을 도시한다.
- [0115] 도 13에 나타난 바와 같이, 에칭 처리 전에서의 레지스트 패턴(103b)의 선단에서의 선폭이 크고 양호한 직사각형 형상을 가지고 있다. 또한, 에칭 시간 60 초가 경과한 후에는 레지스트 패턴(103b)을 마스크로 하여 반사 방지막(102)이 에칭 처리되어 피에칭막(101)도 에칭 처리되기 시작하였으나, 남아 있는 레지스트 패턴(103b)은 아직 직사각형 형상을 가지고 있다. 또한, 에칭 시간 140 초가 경과한 후에는 피에칭막(101)의 에칭 처리가 더 진행되었으나, 남아 있는 레지스트 패턴(103b)은 아직 직사각형 형상을 가지고 있다.
- [0116] (비교예 1)

- [0117] 실활 처리(단계(S12)) 및 제 1 공급 공정(단계(S13))을 실시하지 않은 것 이외에는 실험예 1과 동일하게 하여 비교예 1을 실시하였다.
- [0118] 미리 기판 상에 피에칭막(101), 반사 방지막(102), 레지스트막(103)을 차례로 성막하여 노광 처리를 행하였다. 이어서, 도 9에 나타난 단계(S11) 내지 단계(S16) 중 단계(S12) 및 단계(S13)를 제외한 각 공정을 행하여 레지스트 패턴(103b)을 현상하였다. 그 후, 현상한 레지스트 패턴(103b)을 마스크로 하여 하층인 반사 방지막(102) 및 피에칭막(101)을 에칭 처리하였다.
- [0119] 도 14에 비교예 1에서 에칭 처리를 행했을 때의 각 에칭 처리 시간 경과 후의 패턴을 SEM을 이용하여 촬영한 사진을 나타낸다. 도 14에서도 도 13과 마찬가지로 좌측에서 우측에 걸쳐 각각 에칭 처리 시간으로서 0 초(에칭 처리전), 60 초 및 140 초가 경과한 후의 패턴에 대응되는 3 매의 사진을 횡방향으로 일렬로 나열하여 나타낸다. 또한, 횡방향으로 일렬로 나열하여 나타낸 3 매의 사진의 보다 좌측에는 에칭 처리 시간 0 초(에칭 처리 전)일 때의 구조를 설명하기 위한 도면을 도시한다.
- [0120] 도 14에 도시한 바와 같이, 에칭 처리 전에서의 레지스트 패턴(103b)의 선단은 그 양측의 각부가 깎여 둥그스름해져 양호한 직사각형 형상을 가지고 있지 않다. 또한, 에칭 시간 60 초 및 140 초가 경과한 후에도 남아 있는 레지스트 패턴(103b)은 직사각형 형상을 가지고 있지 않다.
- [0121] 도 13 및 도 14에서 얻어진 결과에 기초하여, 잔류막의 측면에서의 높이(이하 ‘잔류막 측면 높이’라고 함)를 측정된 결과를 도 15에 나타낸다. 도 15의 (a)는 잔류막 측면 높이의 에칭 시간 의존성을 나타낸 그래프이고, 도 15의 (b)는 잔류막 측면 높이의 정의를 설명하기 위한 도면이다.
- [0122] 도 15의 (b)에 도시한 바와 같이, 피에칭막(101)과 반사 방지막(102)의 계면에서의 패턴의 폭 치수를 CD1로 하고, 패턴의 폭 치수가 CD1의 값에서 10% 감소한 폭 치수, 즉 CD1의 90%인 폭 치수 CD2가 되는 높이를 잔류막 측면 높이(H)로 한다. 또한, 실험예 1에서의 잔류막 측면 높이(H)를 H1로 하고, 비교예 1에서의 잔류막 측면 높이(H)를 H2로 한다. 또한, 도 15의 (a)에서 좌측의 세로축은 잔류막 측면 높이(H)를 표시하고, 우측의 세로축은 실험예 1과 비교예 1에서의 잔류막 측면 높이(H)의 차, 즉  $H1 - H2$ 를 표시한다.
- [0123] 도 15의 (a)에 나타난 바와 같이, 실험예 1과 비교예 1이 모두 에칭 처리 시간의 증가에 수반하여 잔류막 측면 높이(H)가 균일하게 감소하고 있다. 그러나 동일한 에칭 처리 시간에서 비교하면, 실험예 1에서는 비교예 1에 비해 잔류막 측면 높이(H)가 커져 있다. 이는, 실험예 1에서는 비교예 1에 비해 패턴이 선단에서 테이퍼링 되기 어렵다는 것을 나타내고 있다. 또한, 비교예 1에 대한 실험예 1의 잔류막 측면 높이(H)의 차, 즉  $H1 - H2$ 도 에칭 처리 시간의 증대에 수반하여 증가하고 있다.
- [0124] 따라서, 본 실시예에 따른 현상 처리 방법을 행함으로써 선단이 둥글지 않은 직사각형 형상을 가지는 레지스트 패턴을 현상할 수 있어, 레지스트 패턴을 마스크로 이용하여 하층의 피에칭막을 에칭 처리에 의해 가공할 때에 피에칭막을 정밀도 높게 가공할 수 있다.
- [0125] (제 2 실시예)
- [0126] 이어서, 도 16 내지 도 19를 참조하여 제 2 실시예에 따른 현상 처리 장치 및 현상 처리 방법에 대하여 설명한다.
- [0127] 본 실시예에 따른 현상 처리 장치 및 현상 처리 방법은 실활 처리를 가열 처리 장치 내에서 행한다는 점에서 제 1 실시예에서의 현상 처리 장치 및 현상 처리 방법과 상이하다.
- [0128] 먼저, 도 16을 참조하여 본 실시예에 따른 현상 처리 장치에 대하여 설명한다.
- [0129] 본 실시예에서도 도 1 내지 도 3을 이용하여 설명한 제 1 실시예에 따른 도포 현상 처리 시스템과 동일한 도포 현상 처리 시스템을 이용할 수 있다. 또한, 도 4 내지 도 6을 이용하여 설명한 제 1 실시예에 따른 현상 처리 유닛(DEV)을 이용할 수 있다.
- [0130] 한편, 본 실시예에 따른 가열 처리 장치(PEB)는 도 7을 이용하여 설명한 제 1 실시예에 따른 가열 처리 장치(PEB)와 상이하다. 또한, 본 실시예에서는 도 8을 이용하여 설명한 실활 처리 장치를 가지고 있지 않다.
- [0131] 도 16은 본 실시예에 따른 가열 처리 장치의 개략 구성을 도시한 단면도이다.
- [0132] 도 16에 도시한 바와 같이, 가열 처리 장치(150a)는 제 1 실시예와 마찬가지로 케이싱(151), 덮개체(152), 처리실(153), 서포트 링(154), 가열 플레이트(155), 히터(156)를 가진다. 가열 플레이트(155), 서포트 링(154)의

구성, 덮개체(152)의 구성도 제 1 실시예와 동일하다.

- [0133] 한편, 본 실시예에서는 가스 공급원(160)에 추가로 실활 처리 가스 공급원(160a)을 구비하고 있어, 덮개체(152)의 천판(152a)의 공급구(162)에 아민계 화합물 또는 피롤리돈계 화합물을 포함한 실활 처리 가스를 가스 공급원(160)으로부터의 퍼지 gas와 전환 가능하게 공급할 수 있다.
- [0134] 이어서, 도 17 내지 도 19를 참조하여 본 실시예에 따른 현상 처리 방법에 대하여 설명한다. 도 17은 각 공정의 순서를 설명하기 위한 순서도이다. 도 18은 각 공정을 행할 때의 측면도이며, 도 19는 각 공정을 행할 때의 레지스트 패턴을 도시한 확대 단면도이다.
- [0135] 도 17에 도시한 바와 같이, 본 실시예에 따른 현상 처리 방법은 가열 처리 공정 + 실활 처리 공정(단계(S21)), 현상액 공급 공정(단계(S22) 및 단계(S23)), 린스액 공급 공정(단계(S24)) 및 건조 처리 공정(단계(S25))을 가진다. 현상액 공급 공정은 제 1 공급 공정(단계(S22)) 및 제 2 공급 공정(단계(S23))을 가진다.
- [0136] 또한, 본 실시예에서의 실활 처리 공정도 본 발명에서의 아민 처리 공정에 상당한다. 또한, 아민 처리 공정은 후술하는 바와 같이 기판을 아민계 화합물 또는 피롤리돈계 화합물을 포함한 처리 가스 또는 처리액으로 처리하는 것이면 좋다. 따라서, 노광된 화학 증폭형 레지스트막에서 발생하는 산이 중화됨으로써, 레지스트막이 가용화하기 위한 활성을 잃고 불용화되는 이른바 실활 처리가 일어나지 않는 온도 조건 등으로 처리하는 경우를 포함한다.
- [0137] 또한, 본 실시예에 따른 현상 처리 방법에서도 도 12 및 표 1에서 나타낸 처리 레시피의 예를 이용할 수 있다. 단, 표 1에서의 단계(S13) 및 단계(S14)는 각각 본 실시예에서의 단계(S22) 및 단계(S23)에 상당한다.
- [0138] 본 실시예에서는 미리 기판 상에 화학 증폭형 레지스트로 이루어지는 레지스트막이 형성된 후, 노광 처리된 기판에 대하여, 도 16을 이용하여 설명한 가열 처리 장치 내에서 가열 처리 공정과 실활 처리 공정을 동시에 행한다.
- [0139] 도 18의 (a)에 도시한 바와 같이, 노광 처리된 기판(101)(웨이퍼(W))을 가열 처리 장치(150a)의 내부의 가열 플레이트(155)에 재치한 상태로, 가열 처리 장치(150a) 내에 아민계 화합물 또는 피롤리돈계 화합물을 포함한 처리 가스를 공급한다. 또한, 실활 처리 가스를 공급한 상태로 예를 들면 110℃에서 60 sec 동안 가열 처리를 행한다. 이에 따라, 기판(101)(웨이퍼(W))에 대하여 레지스트막이 가용화하기 위한 활성을 잃고 불용화되는 이른바 실활 처리를 행하고, 노광 후 레지스트막(103) 중에 발생한 산을 활성화시켜, 알칼리 불용성 보호기의 알칼리 가용성기(가용화 물질)로의 변화를 촉진시킨다.
- [0140] 도 19의 (a)에 도시한 바와 같이, 기판(101)(웨이퍼(W))을 가열 처리함으로써 노광 후 레지스트막(103) 중에 발생한 산을 활성화시켜, 가용화 물질을 선택적으로 발생시킴으로써, 레지스트막(103) 중에, 예를 들면 알칼리성의 용제(현상액)에 대하여 가용인 가용층(103a) 및 불용인 불용층(103b)의 패턴으로 이루어지는 노광 패턴을 얻는다. 또한, 이와 동시에 각각의 가용층(103a)에서 가용층(103a)의 좌우 양측 상단 2 개소에 실활된 불용층(103c)의 영역이 새롭게 생성된다.
- [0141] 그 후 행하는 제 1 공급 공정(단계(S22)) 내지 건조 처리 공정(단계(S25))은 제 1 실시예에서 도 9를 이용하여 설명한 제 1 공급 공정(단계(S13)) 내지 건조 처리 공정(단계(S16))의 각각과 동일하게 행할 수 있다. 현상액 공급 공정(단계(S22) 및 단계(S23))과 린스액 공급 공정(단계(S24))을 교호로 반복해서 행해도 좋다. 또한, 제 1 공급 공정(단계(S22)) 내지 건조 처리 공정(단계(S25))을 행할 때의 각 공정을 행할 때의 측면도는 도 18의 (b) 내지 (e)의 각각(도 10의 (c) 내지 (f)의 각각과 동일함)이다. 또한, 제 1 공급 공정(단계(S22)) 및 제 2 공급 공정(단계(S23))의 각 공정을 행할 때의 레지스트 패턴의 확대 단면도는 도 19의 (b) 및 (c)의 각각이다.
- [0142] 본 실시예에서도 제 1 실시예와 마찬가지로 선단이 등글지 않은 직사각형 형상을 가지는 레지스트 패턴을 현상할 수 있어, 레지스트 패턴을 마스크로 이용하여 하층의 피에칭막을 에칭 처리에 의해 가공할 때에 피에칭막을 정밀도 높게 가공할 수 있다.
- [0143] 또한, 본 실시예에서는 실활 처리 장치를 구비하지 않아도 좋다. 이 때문에, 도포 현상 처리 시스템의 장치 수를 감소시킬 수 있고, 도포 현상 처리 시스템을 저비용화할 수 있다.
- [0144] 또한, 본 실시예에서도 아민계 화합물 또는 피롤리돈계 화합물을 포함한 실활 처리 가스 대신에 아민계 화합물 또는 피롤리돈계 화합물을 포함한 실활 처리액을 분무 등에 의해 기판에 공급하여 실활 처리를 행해도 좋다.
- [0145] 또한, 본 실시예에서는 가열 처리 장치 내에서 가열 처리 공정을 행할 때에 동시에 실활 처리 공정을 행하는 예

를 나타냈다. 그러나, 실활 처리는 가열 처리 공정과 동시에 행하지 않아도 좋다. 가열 처리 공정을 행하기 전에 행해도 좋고, 가열 처리 공정을 행한 후에 행해도 좋다.

- [0146] (제 3 실시예)
- [0147] 이어서, 도 20 내지 도 22를 참조하여 제 3 실시예에 따른 현상 처리 장치 및 현상 처리 방법에 대하여 설명한다.
- [0148] 본 실시예에 따른 현상 처리 장치 및 현상 처리 방법은 실활 처리를 현상 처리 장치내에서 실시한다는 점에서, 제 1 실시예에서의 현상 처리 장치 및 현상 처리 방법과 상이하다.
- [0149] 본 실시예에서도, 도 1부터 도 3을 이용하여 설명한 제 1 실시예에 따른 도포 현상 처리 시스템과 동일한 도포 현상 처리 시스템을 이용할 수 있다. 또한, 도 7을 이용하여 설명한 제 1 실시예에 따른 가열 처리 장치(PEB)를 이용할 수 있다.
- [0150] 한편, 본 실시예에 따른 현상 처리 유닛은 도 4 및 도 5를 이용해 설명한 제 1 실시예에 따른 현상 처리 유닛(DEV)와 상이하다. 또한, 본 실시예에서는 도 8을 이용해 설명한 실활 처리 장치를 가지고 있지 않다.
- [0151] 또한, 본 실시예에 따른 현상 처리 유닛은 본 발명에서의 현상 처리 장치에 상당한다.
- [0152] 도 20은 본 실시예에 따른 현상 처리 유닛을 나타내는 평면도이다.
- [0153] 본 실시예에 따른 현상 처리 유닛은 실활 처리액을 공급하는 실활 처리액 공급부를 가진다는 점 이외에는 도 4 및 도 5를 이용하여 설명한 제 1 실시예에 따른 현상 처리 유닛과 동일하다. 즉, 본 실시예에 따른 현상 처리 유닛은 실활 처리액 토출 노즐 및 실활 처리액 공급부를 가진다.
- [0154] 도 20에 도시한 바와 같이, 현상 처리 유닛(DEV)은 웨이퍼(W)에 대하여 실활 처리액을 토출하는 실활 처리액 토출 노즐(95a)을 가지고 있으며, 실활 처리액 공급부(90a)로부터 실활 처리액이 실활 처리액 토출 노즐(95a)로 공급된다. 실활 처리액 토출 노즐(95a)은 가이드 레일(91) 상을 Y 방향으로 이동 가능하게 설치된 노즐 스캔 암(96a)의 선단에 장착되어 있고, 현상액에 의한 현상 처리 종료 후에 웨이퍼(W) 상으로 이동되어 실활 처리액을 웨이퍼(W)에 토출한다. 또한, 실활 처리액으로는 아민계 화합물 또는 피롤리돈계 화합물의 액체를 공급한다. 아민계 화합물로서, 예를 들면 헥사메틸다이실라잔(HMDS)을 이용할 수 있다. 또한, 피롤리돈계 화합물로서 예를 들면 N-메틸 피롤리돈(NMP)을 이용할 수 있다.
- [0155] 또한, 실활 처리액 토출 노즐을 설치하지 않고, 실활 처리액 공급부(90a)가 현상액 공급부(79a) 및 순수 공급부(79b)와 전환 가능하게 현상액 토출 노즐(86)로 실활 처리액을 공급하도록 해도 좋다.
- [0156] 이어서, 도 21 및 도 22를 참조하여 본 실시예에 따른 현상 처리 방법에 대하여 설명한다. 도 21은 각 공정의 순서를 설명하기 위한 순서도이다. 도 22는 각 공정을 행할 때의 측면도이다.
- [0157] 도 21에 도시한 바와 같이, 본 실시예에 따른 현상 처리 방법은 가열 처리 공정(단계(S31)), 실활 처리 공정(단계(S32)), 현상액 공급 공정(단계(S33) 및 단계(S34)), 린스액 공급 공정(단계(S35)) 및 건조 처리 공정(단계(S36))을 가진다. 현상액 공급 공정은 제 1 공급 공정(단계(S33)) 및 제 2 공급 공정(단계(S34))을 가진다.
- [0158] 또한, 본 실시예에서의 실활 처리 공정도 본 발명에서의 아민 처리 공정에 상당한다. 또한, 아민 처리 공정은 후술하는 바와 같이 기관을 아민계 화합물 또는 피롤리돈계 화합물을 포함한 처리 가스 또는 처리액으로 처리하는 것이면 된다. 따라서, 노광된 화학 증폭형 레지스트막에서 발생하는 산이 중화됨으로써, 레지스트막이 가수화되기 위한 활성을 잃고 불용화되는 이른바 실활 처리가 일어나지 않는 온도 조건 등으로 처리하는 경우를 포함한다.
- [0159] 또한, 본 실시예에 따른 현상 처리 방법에서도 도 12 및 표 1에서 나타낸 처리 레시피의 예를 이용할 수 있다. 단, 표 1에서의 단계(S13) 및 단계(S14)는 각각 본 실시예에서의 단계(S33) 및 단계(S34)에 상당한다.
- [0160] 본 실시예에서는 미리 기관 상에 화학 증폭형 레지스트로 이루어지는 레지스트막이 형성된 후 노광 처리된 기관에 대하여, 도 20을 이용하여 설명한 현상 처리 장치 내에서 현상 처리 공정 전에 실활 처리 공정을 행한다.
- [0161] 도 22의 (a)에 도시한 바와 같이, 노광 처리된 기관(101)(웨이퍼(W))을 가열 처리 장치(150)의 내부의 가열 플레이트(155)에 재치한 상태로, 히터(156)에 급전함으로써 가열 처리 공정을 행한다(단계(S31)). 가열 처리 공정은 제 1 실시예와 동일하게 할 수 있다. 또한, 가열 처리 공정을 행할 때의 레지스트 패턴을 도시한 확대 단면도는 도 11의 (a)이다.



- [0162] 이어서, 실활 처리 공정(단계(S32))을 행한다. 실활 처리 공정(단계(S32))에서는 기관(101)(웨이퍼(W))을 아민계 화합물 또는 피롤리돈계 화합물을 포함한 실활 처리액으로 처리하여, 레지스트막(103)이 가용화되기 위한 활성을 잃고 불용화되는 이른바 실활 처리를 행한다.
- [0163] 도 22의 (b)에 도시한 바와 같이, 기관(101)(웨이퍼(W))을 현상 처리 장치의 스핀 척(52)을 이용하여 보지하고, 실활 처리액 공급부(90a)로부터 실활 처리액 토출 노즐(95a)을 거쳐 기관(101)(웨이퍼(W)) 상에 실활 처리액(40)을 공급하여 레지스트막(103)을 실활 처리한다. 또한, 실활 처리 공정을 행할 때의 레지스트 패턴을 도시한 확대 단면도는 도 11의 (b)이다. 도 11의 (b)에 도시한 바와 같이, 각각의 가용층(103a)에서 가용층(103a)의 좌우 양측 상단 2 개소에 실활된 불용층(103c)의 영역이 새롭게 생성된다.
- [0164] 그 후 행하는 제 1 공급 공정(단계(S33)) 내지 건조 처리 공정(단계(S36))은, 제 1 실시예에서 도 9를 이용하여 설명한 제 1 공급 공정(단계(S13)) 내지 건조 처리 공정(단계(S16))의 각각과 동일하게 행할 수 있다. 현상액 공급 공정(단계(S33)) 및 단계(S34))과 린스액 공급 공정(단계(S35))을 교호로 반복해서 행해도 좋다. 또한, 제 1 공급 공정(단계(S33)) 내지 건조 처리 공정(단계(S36))을 행할 때의 각 공정을 행할 때의 측면도는 도 22의 (c) 내지 (f)의 각각(도 10의 (c) 내지 (f)의 각각과 동일함)이다. 또한, 제 1 공급 공정(단계(S33)) 및 제 2 공급 공정(단계(S34))의 각 공정을 행할 때의 레지스트 패턴을 도시한 확대 단면도는 도 11의 (c) 및 (d)의 각각이다.
- [0165] 본 실시예에서도 제 1 실시예와 마찬가지로 선단이 둥글지 않은 직사각형 형상을 가지는 레지스트 패턴을 현상할 수 있어, 레지스트 패턴을 마스크로 이용하여 하층의 피에칭막을 에칭 처리에 의해 가공할 때에 피에칭막을 정밀도 높게 가공할 수 있다.
- [0166] 또한 본 실시예에서는 실활 처리 장치를 구비하지 않아도 좋다. 이 때문에, 도포 현상 처리 시스템의 장치 수를 감소시킬 수 있고, 도포 현상 처리 시스템을 저비용화할 수 있다.
- [0167] 또한, 본 실시예에서도 아민계 화합물 또는 피롤리돈계 화합물을 포함한 실활 처리액 대신에 아민계 화합물 또는 피롤리돈계 화합물을 포함한 실활 처리 가스를 분무 등에 의해 기관으로 공급하여 실활 처리를 행해도 좋다.
- [0168] 또한, 본 실시예에서는 현상 처리 장치 내에서 현상액 공급 공정을 행하기 전에 실활 처리 공정을 행하는 예를 나타냈다. 그러나, 실활 처리는 가열 처리 공정과 동시에 행해도 좋다.
- [0169] 이상, 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 기술하였으나, 본 발명은 이러한 특정의 실시예에 한정되지 않으며, 특허 청구의 범위 내에 기재된 본 발명의 요지의 범위 내에서 다양한 변형·변경이 가능하다.

**부호의 설명**

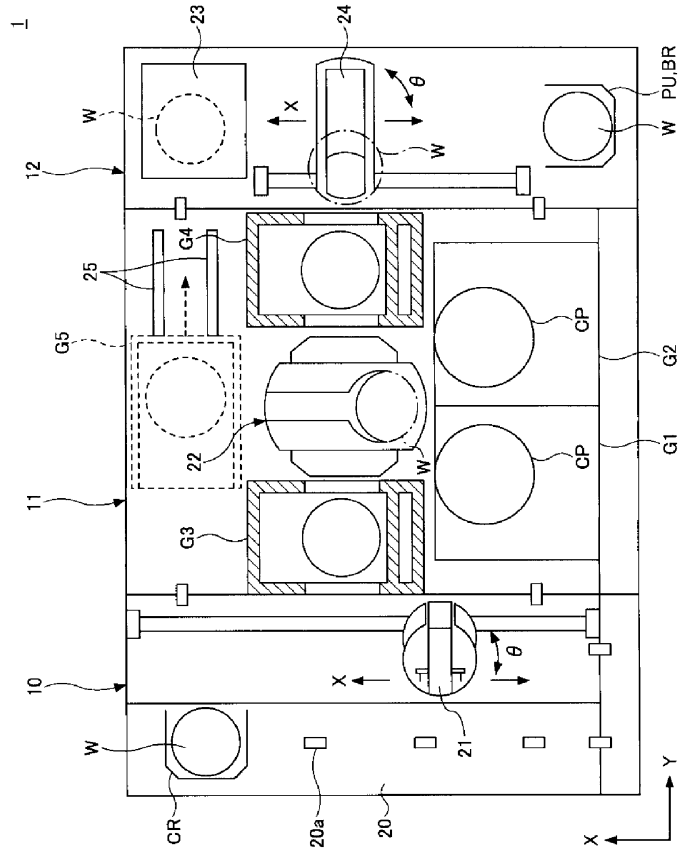
- [0170] 1 : 도포 현상 처리 시스템
- 41a : 제 1 현상액
- 41b : 제 2 현상액
- 42 : 린스액
- 52 : 스핀 척
- 79a : 현상액 공급부
- 81 : 제 1 현상액 공급부
- 82 : 제 2 현상액 공급부
- 83 : 삼방 밸브
- 86 : 현상액 토출 노즐
- 101 : 기관, 피에칭막
- 103 : 레지스트막
- 103a : 가용층
- 103b, 103c : 불용층

150 : 가열 처리 장치

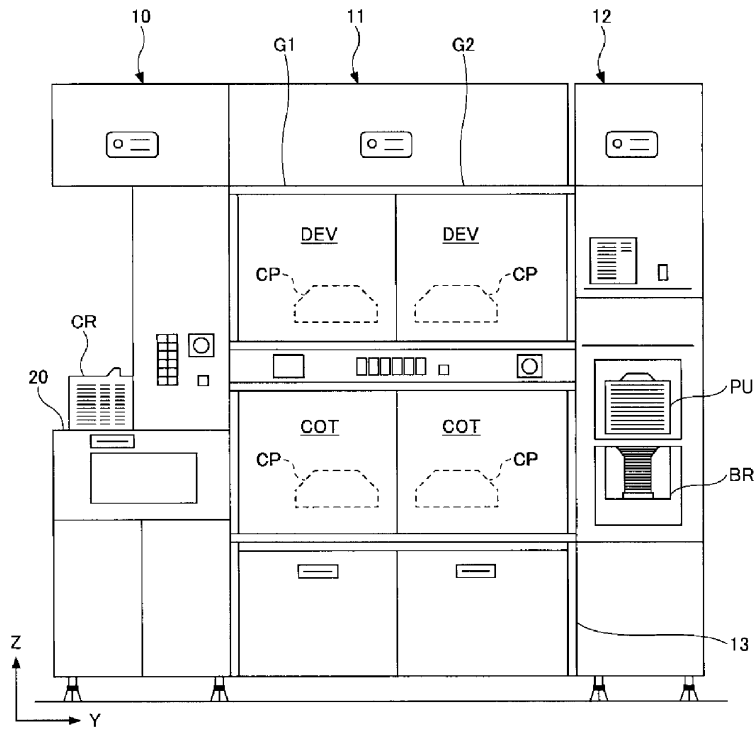
200 : 실활 처리 장치

도면

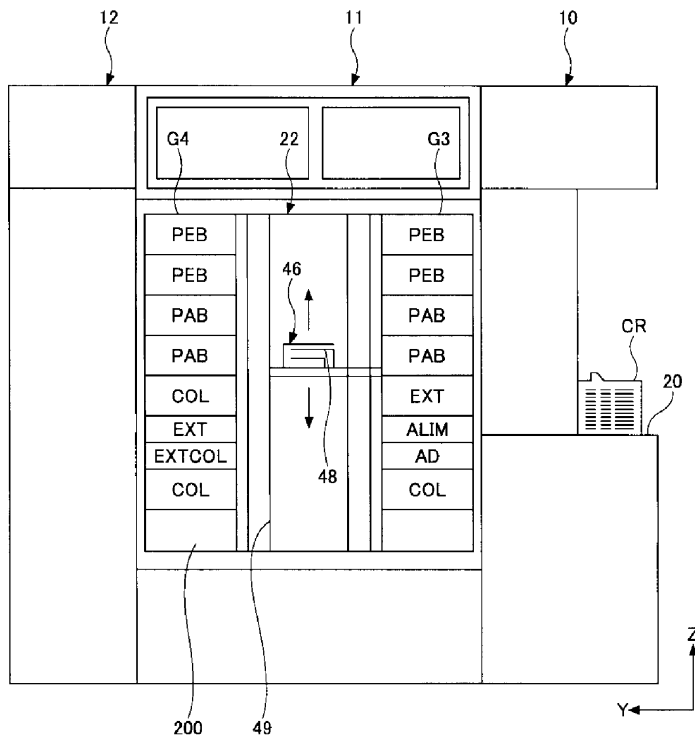
도면1



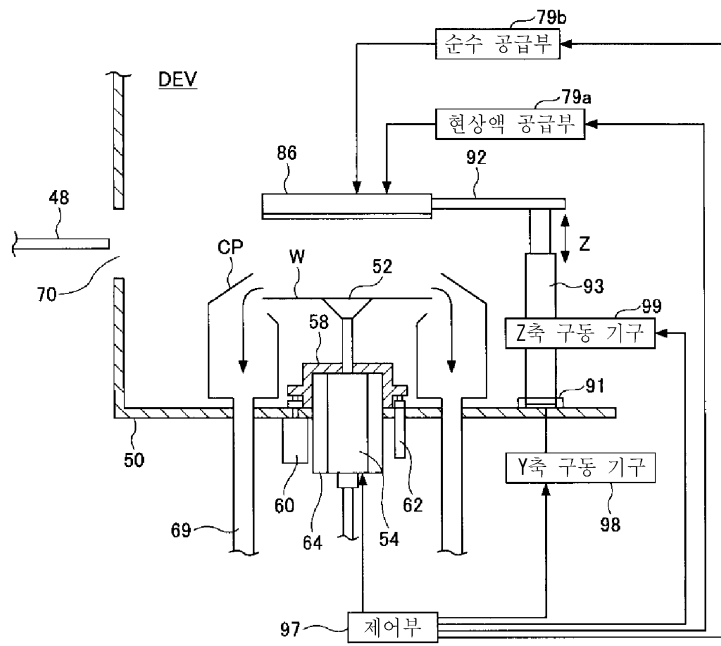
도면2



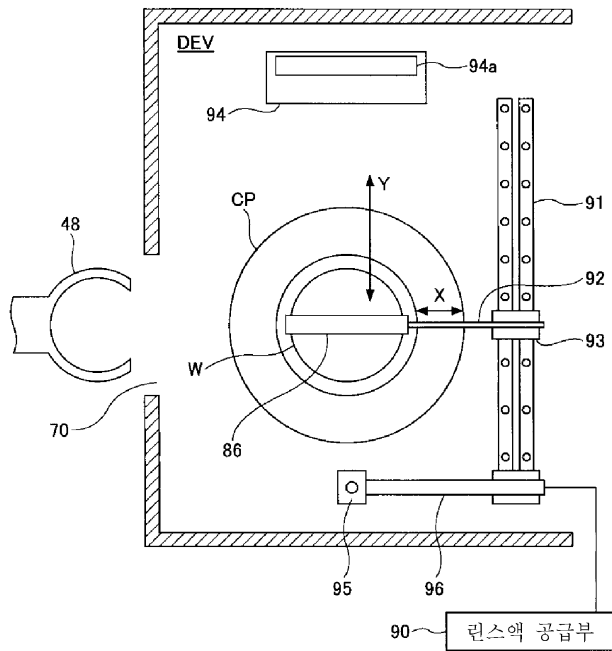
도면3



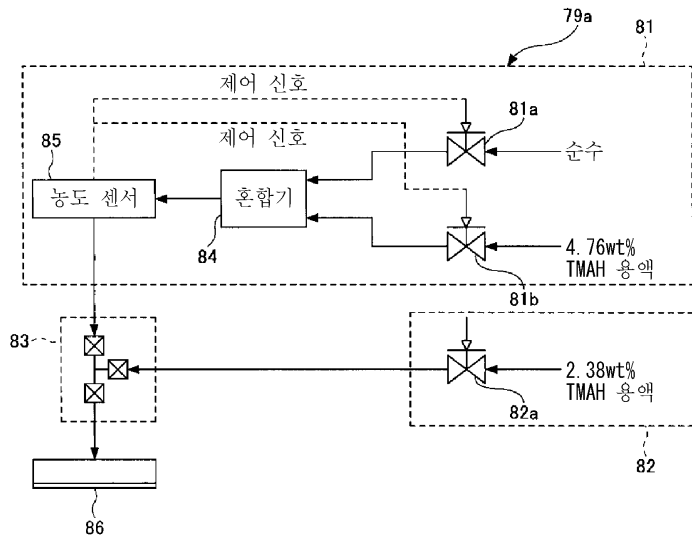
도면4



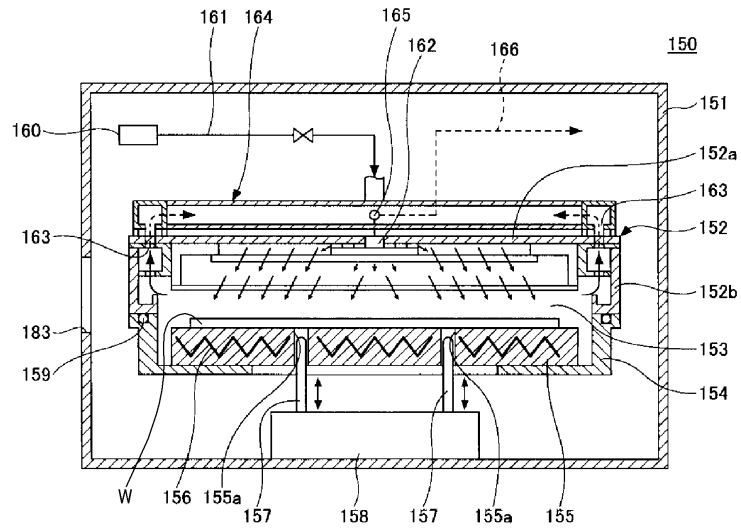
도면5



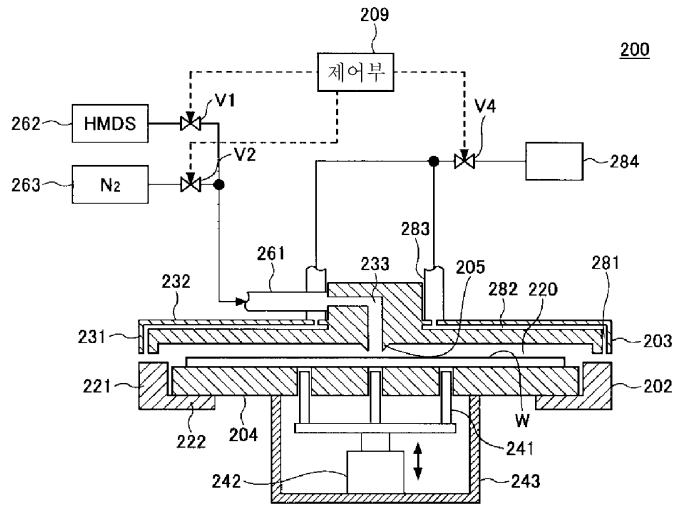
도면6



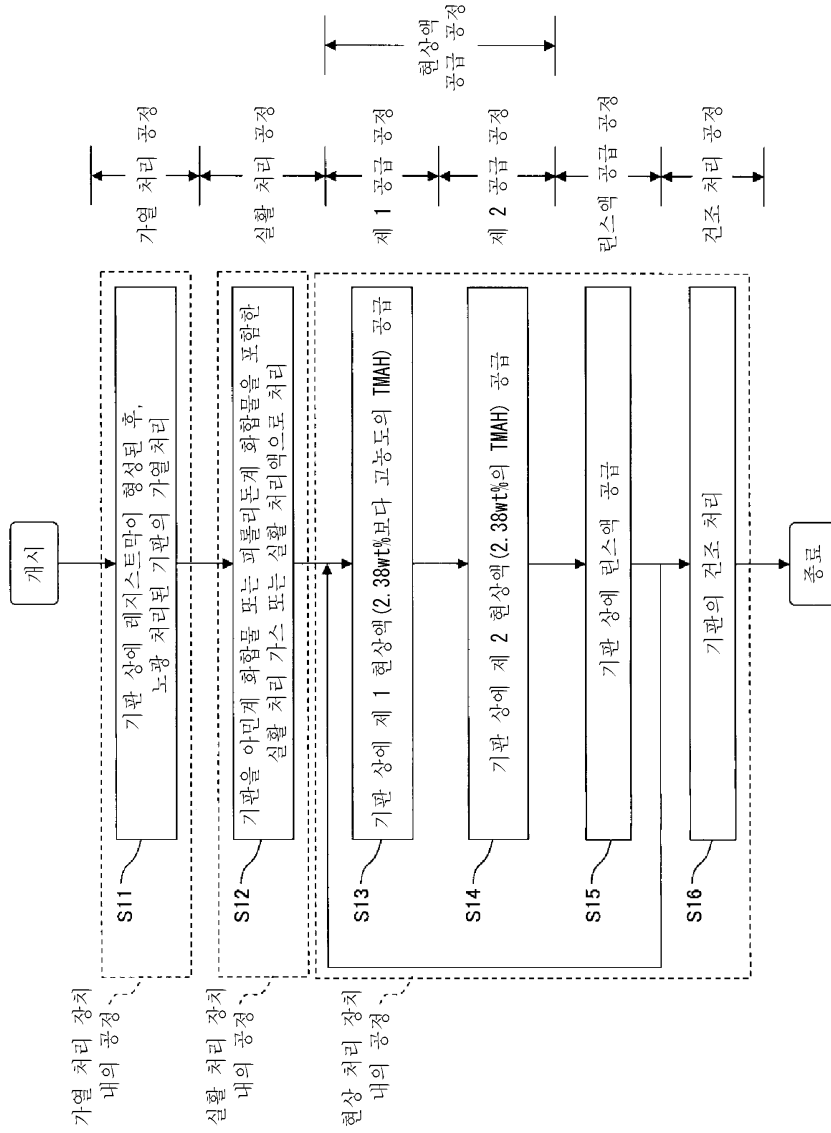
도면7



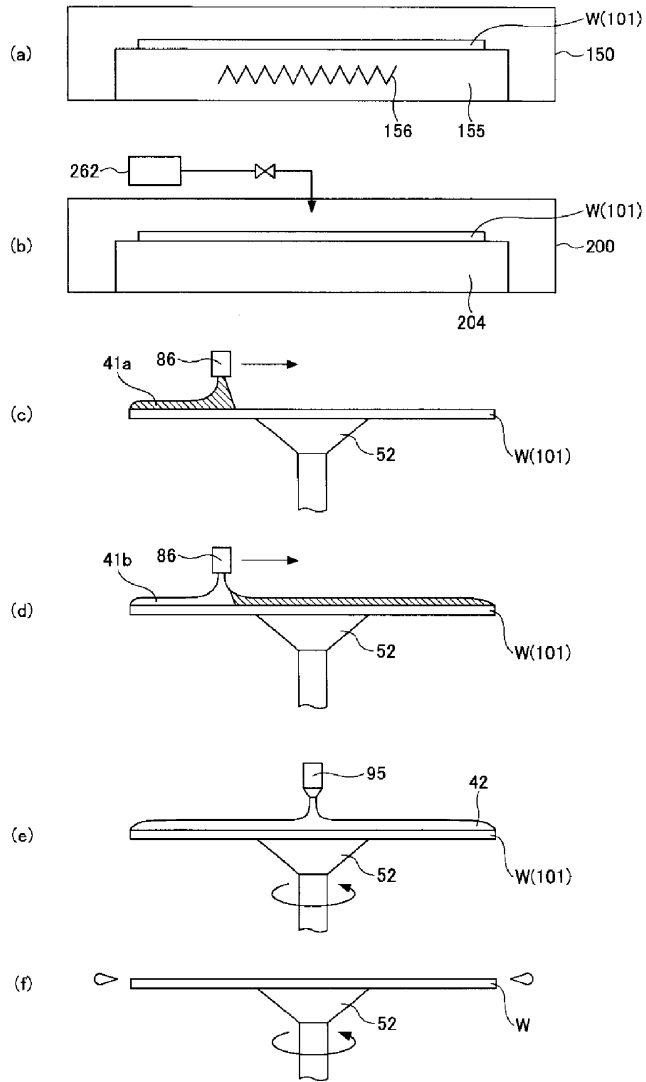
도면8



도면9

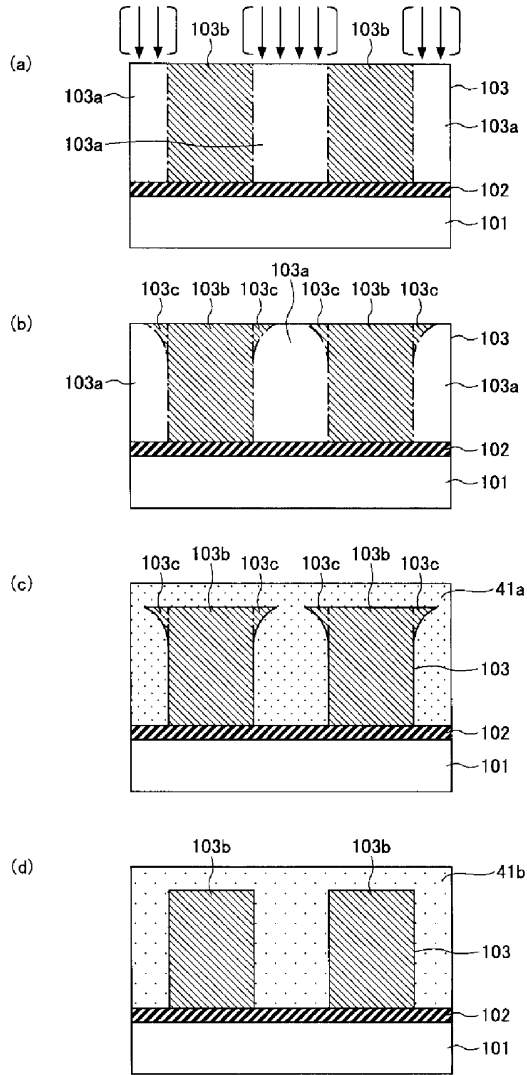


도면10

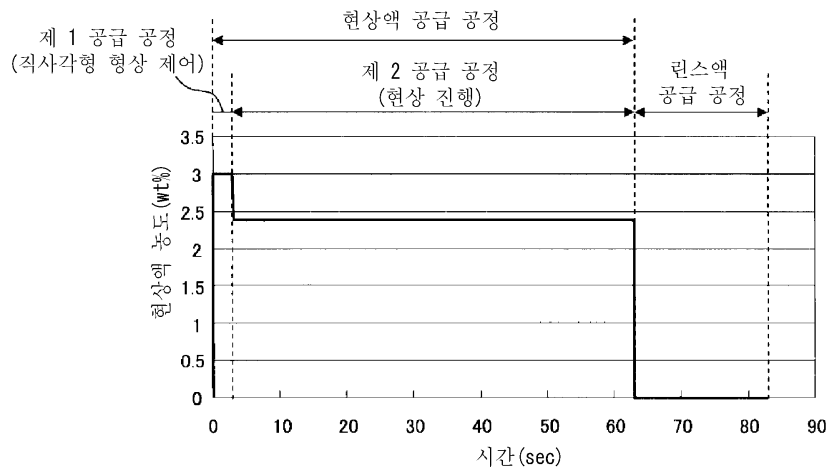




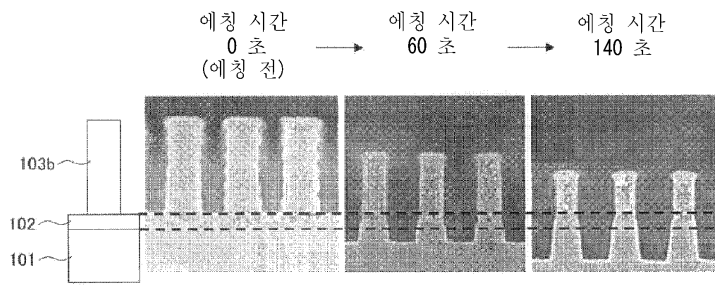
도면11



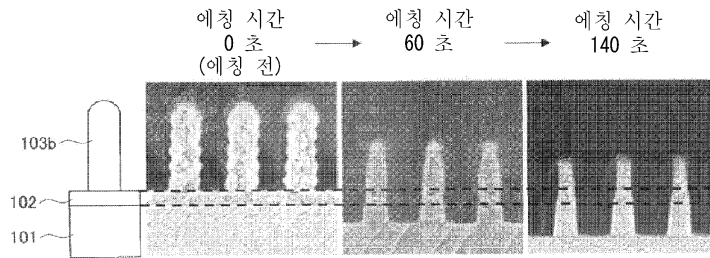
도면12



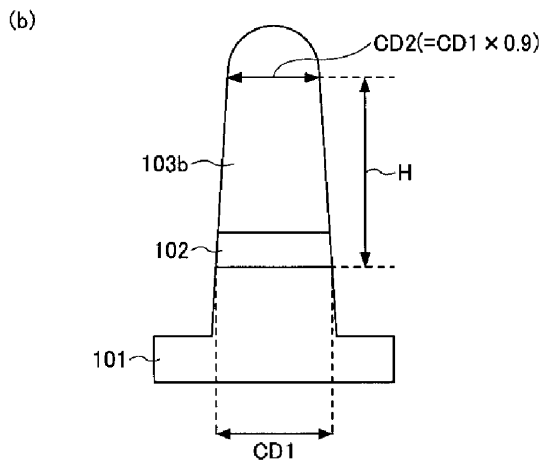
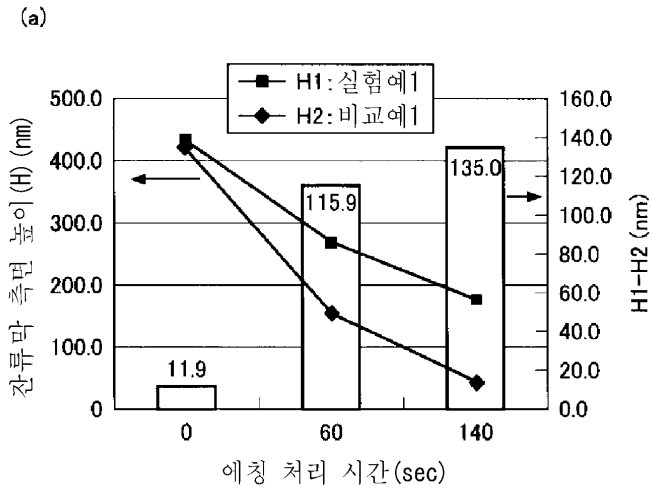
도면13



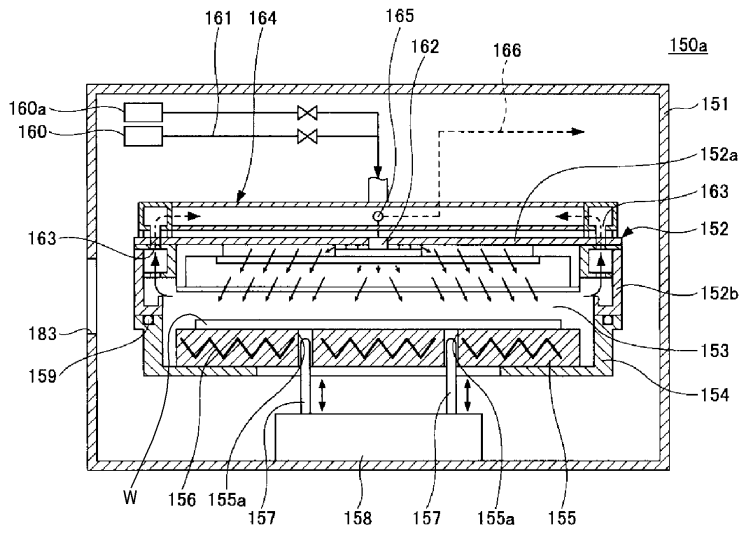
도면14



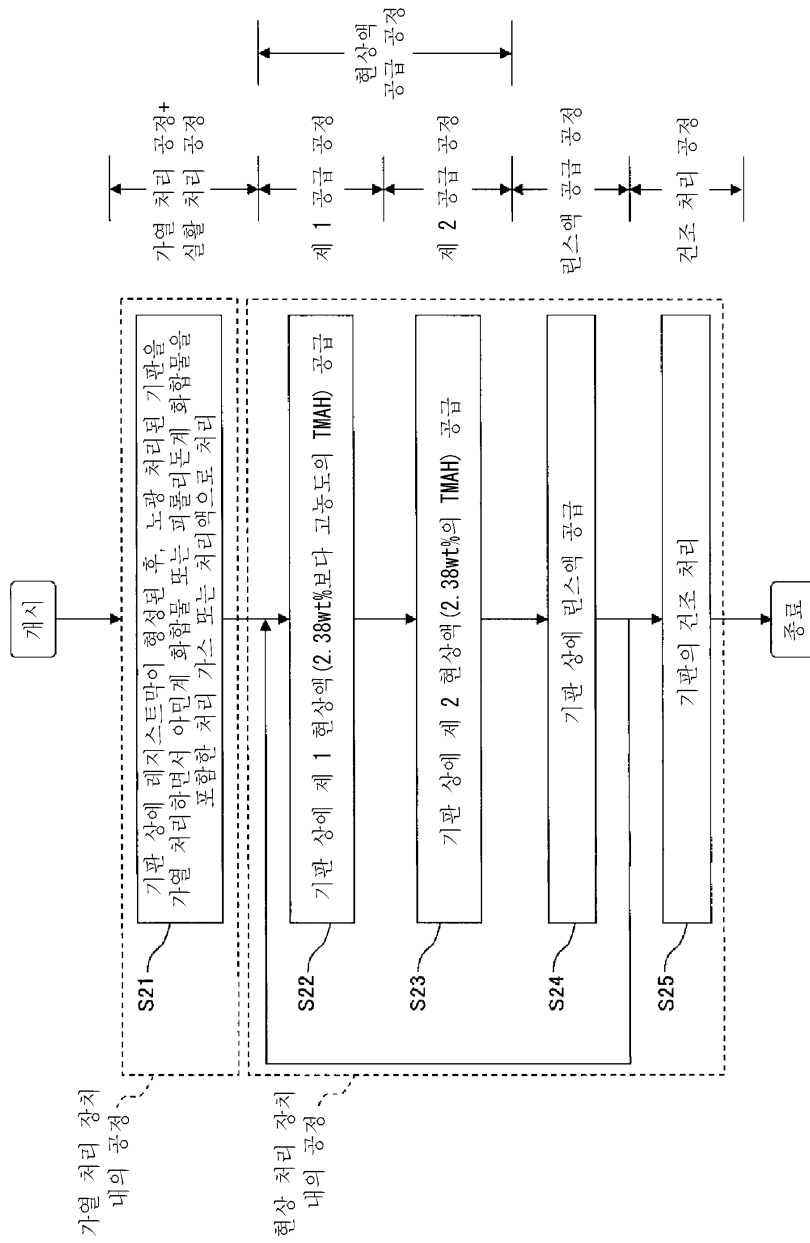
도면15



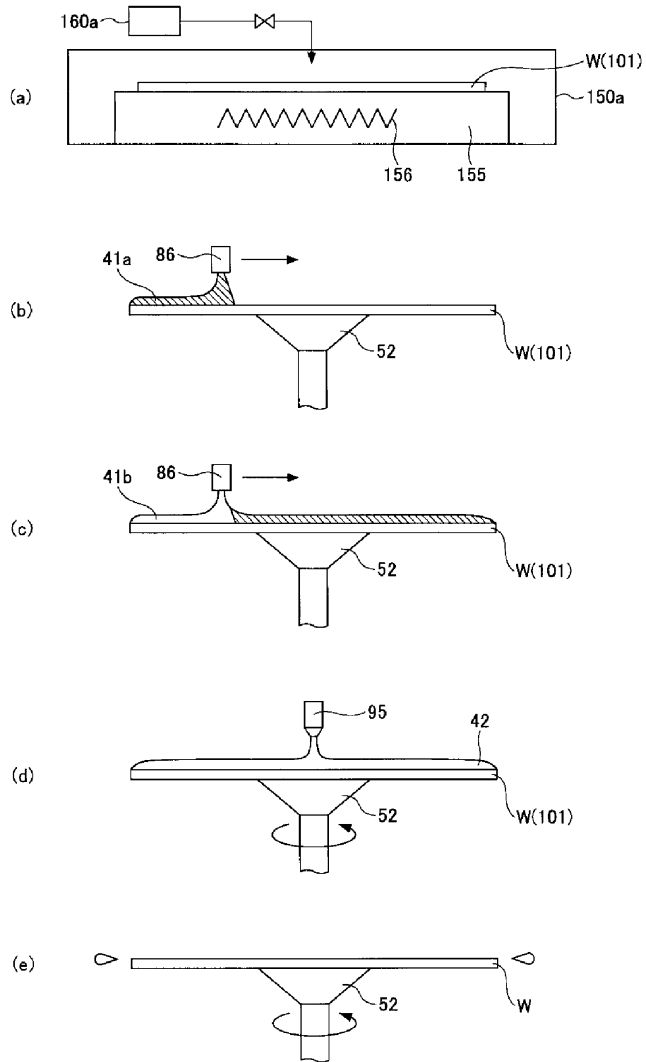
도면16



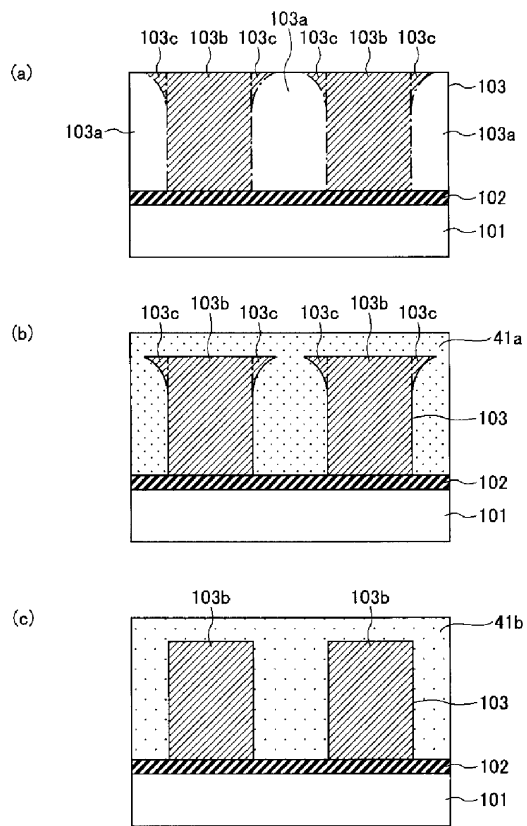
도면17



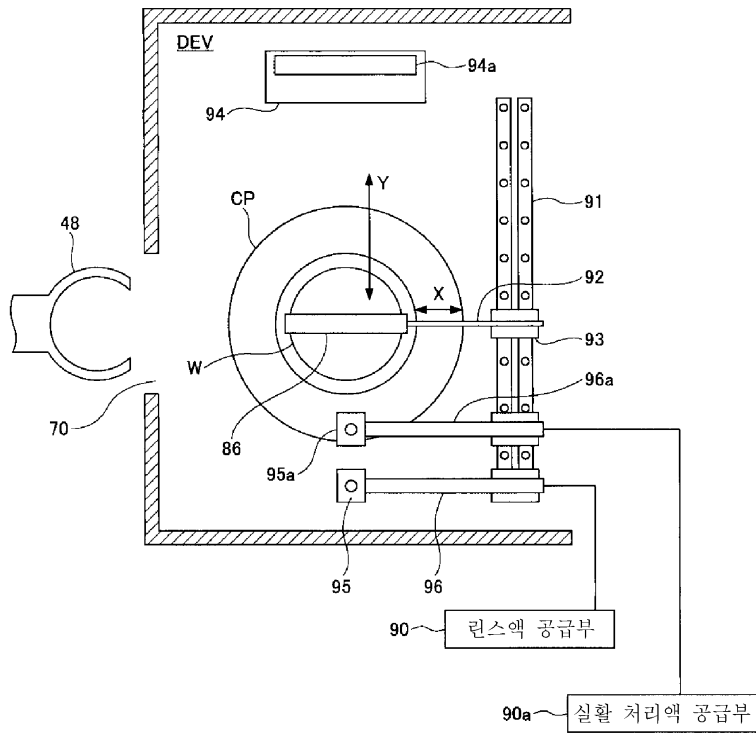
도면18



도면19

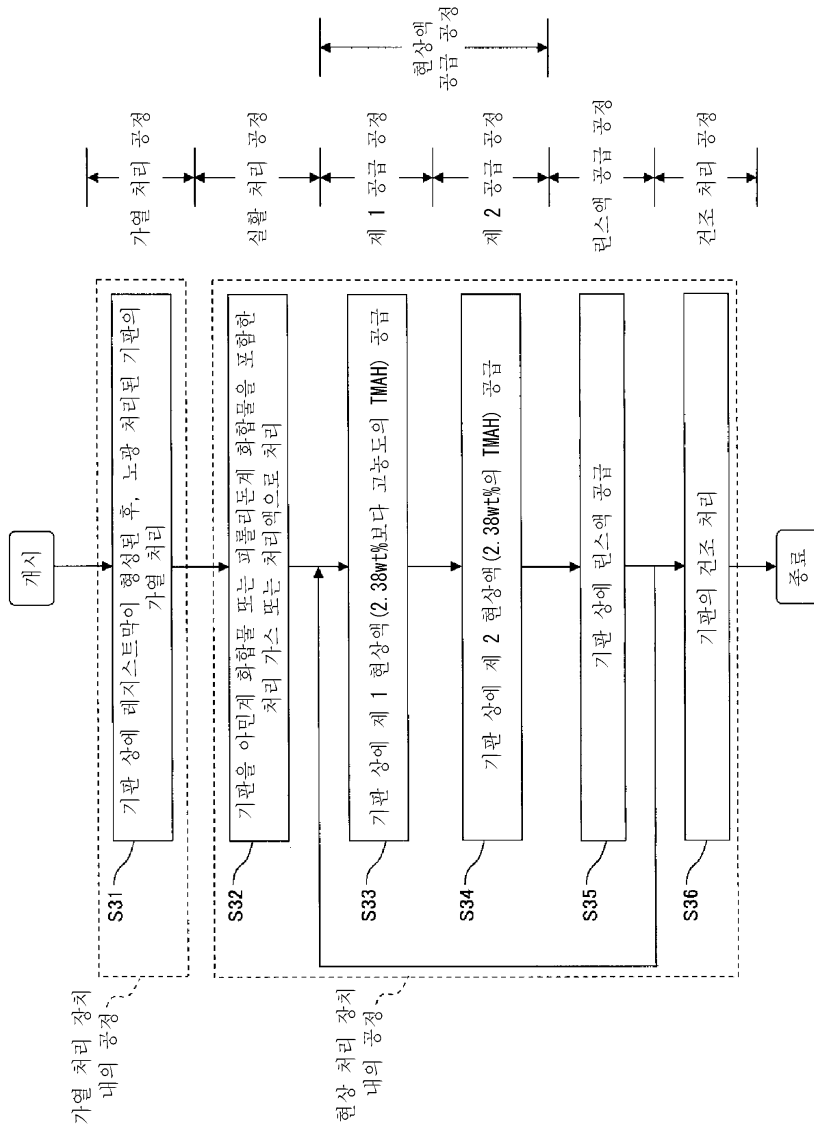


도면20





도면21



도면22

