



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0062440
(43) 공개일자 2018년06월08일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/67 (2006.01) H01L 21/02 (2006.01)
H01L 21/683 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
H01L 21/6704 (2013.01)
H01L 21/02052 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2018-0058989(분할)
- (22) 출원일자 2018년05월24일
심사청구일자 2018년05월24일
- (62) 원출원 특허 10-2013-0090350
원출원일자 2013년07월30일
심사청구일자 2017년02월06일
- (30) 우선권주장 JP-P-2012-175417 2012년08월07일 일본(JP)
(뒷면에 계속)

- (71) 출원인
도쿄엘렉트론가부시키키가이샤
일본 도쿄도 미나토쿠 아카사카 5초메 3반 1코
- (72) 발명자
가네코 미야코
일본, 야마나시켄, 니라사키시, 호사카쵸, 미즈자와, 650번지, 도쿄 엘렉트론 테크노로지 솔루션즈 가부시키키가이샤 내
오리이 타케히코
일본, 야마나시켄, 니라사키시, 호사카쵸, 미즈자와, 650번지, 도쿄 엘렉트론 테크노로지 솔루션즈 가부시키키가이샤 내
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
특허법인엠에이피에스

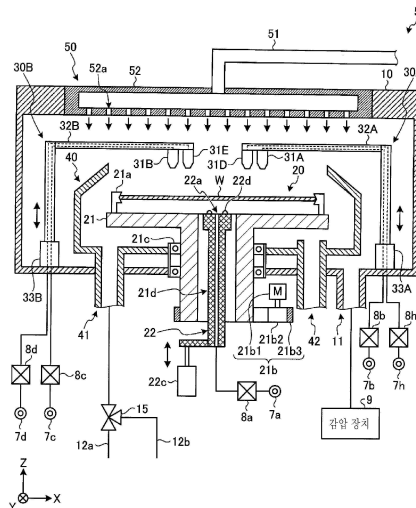
전체 청구항 수 : 총 28 항

(54) 발명의 명칭 기관 세정 장치, 기관 세정 시스템, 기관 세정 방법 및 기억 매체

(57) 요약

패턴 손상 또는 하지막의 침식을 억제하면서, 기관에 부착한 파티클을 제거하는 것이다. 실시예에 따른 기관 세정 장치는, 제 1 액 공급부와 제 2 액 공급부를 구비한다. 제 1 액 공급부는, 휘발 성분을 포함하고 기관 상에 막을 형성하기 위한 처리액을 기관으로 공급한다. 제 2 액 공급부는, 제 1 액 공급부에 의해 기관으로 공급되고, 휘발 성분이 휘발함으로써 기관 상에서 고화 또는 경화한 처리액에 대하여 처리액의 전부를 제거하는 알칼리성의 제거액을 공급한다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

H01L 21/67103 (2013.01)

H01L 21/6715 (2013.01)

H01L 21/6838 (2013.01)

(72) 발명자

시무라 사토루

일본, 쿠마모토켄, 코시시, 후쿠하라, 1-1, 도쿄
엘렉트론 큐슈 가부시키키가이샤 내

야마시타 마사미

일본, 쿠마모토켄, 코시시, 후쿠하라, 1-1, 도쿄
엘렉트론 큐슈 가부시키키가이샤 내

칸노 이타루

일본, 도쿄도, 미나토쿠, 아카사카 5초메, 3-1, 아
카사카 비즈 타워, 도쿄 엘렉트론 가부시키키가이샤
내

(30) 우선권주장

JP-P-2012-229166 2012년10월16일 일본(JP)

JP-P-2013-095996 2013년04월30일 일본(JP)

명세서

청구범위

청구항 1

휘발 성분을 포함하고 기관 상에 막을 형성하기 위한 처리액을 상기 기관으로 공급하는 제 1 액 공급부와,

상기 제 1 액 공급부에 의해 상기 기관으로 공급되고, 상기 휘발 성분이 휘발됨으로써 상기 기관 상에서 고화 또는 경화한 처리액에 대하여 상기 처리액의 전부를 제거하는 알칼리성의 제거액을 공급하는 제 2 액 공급부를 구비하고,

상기 제 1 액 공급부로부터 공급된 상기 기관 상의 패턴을 덮은 처리액의 고화 또는 경화시 발생하는 체적 변화에 의해 상기 기관 상의 패턴에 부착한 파티클을 제거하는 것을 특징으로 하는 기관 세정 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 기관을 보지하는 기관 보지부와,

상기 제 1 액 공급부, 상기 제 2 액 공급부 및 상기 기관 보지부를 수용하는 챔버를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 기관 세정 장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 기관 보지부는 상기 기관의 주연부를 보지하는 보지 기구를 구비하고 있고,

상기 보지 기구에 대하여 상기 제거액을 공급하는 제 3 액 공급부를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 기관 세정 장치.

청구항 4

제 2 항에 있어서,

상기 기관 보지부는 상기 기관을 보지하는 제 1 보지부와, 상기 제 1 보지부와 독립하여 동작 가능한 제 2 보지부를 구비하는 것을 특징으로 하는 기관 세정 장치.

청구항 5

제 2 항에 있어서,

상기 기관 보지부는 상기 기관을 흡착 보지하는 흡착 보지부이며, 흡착 보지한 상기 기관을 가열하는 가열 기구를 구비하는 것을 특징으로 하는 기관 세정 장치.

청구항 6

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1 액 공급부에 의해 공급되는 처리액과 친화성이 있는 용제를 상기 기관으로 공급하는 용제 공급부를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 기관 세정 장치.

청구항 7

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 처리액은 합성 수지를 포함하는 것을 특징으로 하는 기관 세정 장치.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 처리액은 상기 기관, 상기 기관 상에 구성되는 재료 또는 상기 기관 상에 부착하는 이물을 용해하는 소정의 약액을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 기관 세정 장치.

청구항 9

제 7 항에 있어서,

상기 합성 수지는 아크릴 수지 또는 페놀 수지인 것을 특징으로 하는 기관 세정 장치.

청구항 10

제 7 항에 있어서,

상기 합성 수지는,

에폭시 수지, 멜라닌 수지, 요소 수지, 불포화 폴리에스테르 수지, 알키드 수지, 폴리우레탄, 폴리이미드, 폴리 에틸렌, 폴리프로필렌, 폴리염화비닐, 폴리스틸렌, 폴리초산비닐, 폴리테트라 플루오르 에틸렌, 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 수지, 아크릴로니트릴 스티렌 수지, 폴리아미드, 나일론, 폴리아세탈, 폴리카보네이트, 변성 폴리페닐렌 에테르, 폴리부틸렌 테레프탈레이트, 폴리에틸렌 테레프탈레이트, 폴리페닐렌 설파이드, 폴리술폰, 폴리에테르 에테르 케톤, 폴리아미드 이미드 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 기관 세정 장치.

청구항 11

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 처리액은 톱 코트액, 레지스트액 또는 반사 방지막액 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 기관 세정 장치.

청구항 12

제 1 항에 있어서,

상기 제거액은 암모니아, 테트라메틸 암모늄 하이드록사이드, 코린 수용액 중 적어도 하나를 포함하는 것을 특징으로 하는 기관 세정 장치.

청구항 13

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제거액은 유기 용제인 것을 특징으로 하는 기관 세정 장치.

청구항 14

제 1 항 내지 제 5 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 처리액에 포함되는 휘발 성분의 휘발을 촉진시키는 휘발 촉진부를 더 구비하는 것을 특징으로 하는 기관 세정 장치.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 휘발 촉진부는, 상기 처리액을 가열함으로써 상기 휘발 성분의 휘발을 촉진시키는 것을 특징으로 하는 기관 세정 장치.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 휘발 촉진부는, 고온의 유체를 상기 기관의 하면으로 공급함으로써 상기 기관을 가열하여 상기 휘발 성분의 휘발을 촉진시키는 것을 특징으로 하는 기관 세정 장치.

청구항 17

제 14 항에 있어서,

상기 휘발 촉진부는, 장치 내부를 감압함으로써 상기 휘발 성분의 휘발을 촉진시키는 것을 특징으로 하는 기관 세정 장치.

청구항 18

제 14 항에 있어서,

상기 휘발 촉진부는, 장치 내부의 습도를 저하시킴으로써 상기 휘발 성분의 휘발을 촉진시키는 것을 특징으로 하는 기관 세정 장치.

청구항 19

제 14 항에 있어서,

상기 휘발 촉진부는, 상기 처리액에 대하여 자외선을 조사함으로써 상기 휘발 성분의 휘발을 촉진시키는 것을 특징으로 하는 기관 세정 장치.

청구항 20

기관을 세정하는 기관 세정 장치와,

상기 기관 세정 장치를 제어하는 제어부를 구비하고,

상기 기관 세정 장치는,

휘발 성분을 포함하고 기관 상에 막을 형성하기 위한 처리액을 상기 기관으로 공급하는 제 1 액 공급부와,

상기 제 1 액 공급부에 의해 상기 기관으로 공급되고, 상기 휘발 성분이 휘발함으로써 상기 기관 상에서 고화 또는 경화한 처리액에 대하여 상기 처리액의 전부를 제거하는 알칼리성의 제거액을 공급하는 제 2 액 공급부를 구비하고,

상기 제 1 액 공급부로부터 공급된 상기 기관 상의 패턴을 덮은 처리액의 고화 또는 경화시 발생하는 체적 변화에 의해 상기 기관 상의 패턴에 부착한 파티클을 제거하는 것을 특징으로 하는 기관 세정 시스템.

청구항 21

휘발 성분을 포함하고 기관 상에 막을 형성하기 위한 처리액을 상기 기관으로 공급하는 제 1 액 공급 공정과,

상기 제 1 액 공급 공정에 있어서 상기 기관으로 공급되고, 상기 휘발 성분이 휘발함으로써 상기 기관 상에서 고화 또는 경화한 처리액에 대하여 상기 처리액의 전부를 제거하는 알칼리성의 제거액을 공급하는 제 2 액 공급 공정을 포함하고,

상기 제 1 액 공급 공정에서 공급된 상기 기관 상의 패턴을 덮은 처리액의 고화 또는 경화시 발생하는 체적 변화에 의해 상기 기관 상의 패턴에 부착한 파티클을 제거하는 것을 특징으로 하는 기관 세정 방법.

청구항 22

제 21 항에 있어서,

상기 제 1 액 공급 공정과 상기 제 2 액 공급 공정을 동일한 챔버 내에서 행하고, 상기 제 1 액 공급 공정과 상기 제 2 액 공급 공정의 사이에 상기 기관의 반송 공정을 포함하지 않는 것을 특징으로 하는 기관 세정 방법.

청구항 23

제 21 항에 있어서,

상기 제 1 액 공급 공정에서 상기 기관으로 상기 처리액을 공급한 후, 상기 처리액에 포함되는 휘발 성분의 휘발을 촉진시키는 휘발 촉진 공정을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 기관 세정 방법.

청구항 24

제 21 항 내지 제 23 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제 1 액 공급 공정에서 공급되는 처리액과 친화성이 있는 용제를 상기 기관으로 공급하는 용제 공급 공정을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 기관 세정 방법.

청구항 25

컴퓨터 상에서 동작하고, 기관 세정 장치를 제어하는 프로그램이 기억된 컴퓨터 판독 가능한 기억 매체로서,

상기 프로그램은, 실행 시에, 제 21 항 내지 제 23 항 중 어느 한 항에 기재된 기관 세정 방법이 행해지도록, 컴퓨터에 상기 기관 세정 장치를 제어시키는 것을 특징으로 하는 기억 매체.

청구항 26

제 1 항에 있어서,

상기 체적 변화는 상기 처리액의 고화 또는 경화시 발생하는 상기 막의 체적 수축인 것인, 기관 세정 장치.

청구항 27

제 20 항에 있어서,

상기 체적 변화는 상기 처리액의 고화 또는 경화시 발생하는 상기 막의 체적 수축인 것인, 기관 세정 시스템.

청구항 28

제 21 항에 있어서,

상기 체적 변화는 상기 처리액의 고화 또는 경화시 발생하는 상기 막의 체적 수축인 것인, 기관 세정 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 개시된 실시예는, 기관 세정 장치, 기관 세정 시스템, 기관 세정 방법 및 기억 매체에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 종래, 실리콘 웨이퍼 또는 화합물 반도체 웨이퍼 등의 기관에 부착한 파티클의 제거를 행하는 기관 세정 장치가 알려져 있다.

[0003] 이런 종류의 기관 세정 장치로서는, 기관의 표면으로 액체 또는 기체 등의 유체를 공급함으로써 발생하는 물리력을 이용하여 파티클을 제거하는 것이 있다(특허 문헌 1 참조). 또한, 기관의 표면으로 SC1 등의 약액을 공급하고, 공급한 약액이 가지는 화학적 작용(예를 들면, 에칭 작용)을 이용하여 파티클을 제거하는 기관 세정 장치도 알려져 있다(특허 문헌 2 참조).

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 일본특허공개공보 평8-318181호
 (특허문헌 0002) 일본특허공개공보 2007-258462호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 그러나, 특허 문헌 1에 기재된 기술과 같이 물리력을 이용하여 파티클을 제거하는 방법에서는, 기관의 표면에

형성된 패턴이 물리력에 의해 손상될 우려가 있었다.

[0006] 또한 특허 문헌 2에 기재된 기술과 같이, 약액의 화학적 작용을 이용하여 파티클을 제거하는 방법에서는, 예를 들면 에칭 작용 등에 의해 기관의 하지막이 침식될 우려가 있었다.

[0007] 실시예의 일태양은, 패턴 손상 또는 하지막의 침식을 억제하면서, 기관에 부착한 파티클을 제거할 수 있는 기관 세정 장치, 기관 세정 시스템, 기관 세정 방법 및 기억 매체를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0008] 실시예의 일태양에 따른 기관 세정 장치는, 휘발 성분을 포함하고 기관 상에 막을 형성하기 위한 처리액을 상기 기관으로 공급하는 제 1 액 공급부와, 상기 제 1 액 공급부에 의해 상기 기관으로 공급되고, 상기 휘발 성분이 휘발됨으로써 상기 기관 상에서 고화 또는 경화한 처리액에 대하여 상기 처리액의 전부를 제거하는 알칼리성의 제거액을 공급하는 제 2 액 공급부를 구비한다.

발명의 효과

[0009] 실시예의 일태양에 따르면, 패턴 손상 또는 하지막의 침식을 억제하면서, 기관에 부착한 파티클을 제거할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0010] 도 1은 제 1 실시예에 따른 기관 세정 시스템의 개략 구성을 도시한 모식도이다.
- 도 2a는 기관 세정 방법의 설명도이다.
- 도 2b는 기관 세정 방법의 설명도이다.
- 도 2c는 기관 세정 방법의 설명도이다.
- 도 3은 제 1 실시예에 따른 기관 세정 장치의 구성을 도시한 모식도이다.
- 도 4는 기관 세정 장치가 실행하는 기관 세정 처리의 처리 순서를 나타낸 순서도이다.
- 도 5a는 기관 세정 장치의 동작 설명도이다.
- 도 5b는 기관 세정 장치의 동작 설명도이다.
- 도 5c는 기관 세정 장치의 동작 설명도이다.
- 도 5d는 기관 세정 장치의 동작 설명도이다.
- 도 5e는 기관 세정 장치의 동작 설명도이다.
- 도 5f는 기관 세정 장치의 동작 설명도이다.
- 도 6은 제 2 실시예에 따른 기관 세정 장치의 구성을 도시한 모식도이다.
- 도 7은 제 3 실시예에 따른 기관 세정 장치의 구성을 도시한 모식도이다.
- 도 8은 제 3 실시예에 따른 기관 세정 장치의 동작 설명도이다.
- 도 9는 제 4 실시예에 따른 기관 세정 장치의 구성을 도시한 모식도이다.
- 도 10a는 제 5 실시예에 따른 회전 보지(保持) 기구의 구성을 도시한 모식도이다.
- 도 10b는 제 5 실시예에 따른 회전 보지 기구의 구성을 도시한 모식도이다.
- 도 11a는 웨이퍼의 보지의 교체 타이밍을 나타낸 도이다.
- 도 11b는 웨이퍼의 보지의 교체 타이밍의 다른 예를 나타낸 도이다.
- 도 12a는 본 세정 방법과 2 유체 세정의 비교 조건의 설명도이다.
- 도 12b는 본 세정 방법과 2 유체 세정의 비교 조건의 설명도이다.
- 도 13은 본 세정 방법과 2 유체 세정의 비교 결과를 나타낸 도이다.

도 14는 본 세정 방법과 약액 세정의 비교 결과를 나타낸 도이다.

도 15는 본 세정 방법과 약액 세정의 비교 결과를 나타낸 도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0011] 이하에, 첨부 도면을 참조하여, 본원이 개시하는 기관 세정 장치, 기관 세정 시스템, 기관 세정 방법 및 기억 매체의 실시예를 상세히 설명한다. 또한, 이하에 나타낸 실시예에 의해 본 발명이 한정되는 것은 아니다.
- [0012] (제 1 실시예)
- [0013] <기관 세정 시스템의 개략 구성>
- [0014] 우선, 제 1 실시예에 따른 기관 세정 시스템의 개략 구성에 대하여 도 1을 이용하여 설명한다. 도 1은, 제 1 실시예에 따른 기관 세정 시스템의 개략 구성을 도시한 도이다.
- [0015] 또한 이하에서는, 위치 관계를 명확하게 하기 위하여, 서로 직교하는 X 축, Y 축 및 Z 축을 규정하고, Z 축 정 방향을 수직 상향 방향으로 한다. 또한 이하에서는, X 축 부방향측을 기관 세정 시스템의 전방, X 축 정방향측을 기관 세정 시스템의 후방으로 규정한다.
- [0016] 도 1에 도시한 바와 같이, 기관 세정 시스템(100)은, 반입출 스테이션(1)과 반송 스테이션(2)과 처리 스테이션(3)을 구비한다. 이들 반입출 스테이션(1), 반송 스테이션(2) 및 처리 스테이션(3)은, 기관 세정 시스템(100)의 전방에서 후방으로, 반입출 스테이션(1), 반송 스테이션(2) 및 처리 스테이션(3)의 순으로 배치된다.
- [0017] 반입출 스테이션(1)은, 복수매(예를 들면, 25 매)의 웨이퍼(W)를 수평 상태로 수용하는 캐리어(C)가 재치(載置)되는 장소이며, 예를 들면 4 개의 캐리어(C)가 반송 스테이션(2)의 전벽에 밀착시킨 상태로 좌우로 배열되어 재치된다.
- [0018] 반송 스테이션(2)은 반입출 스테이션(1)의 후방에 배치되고, 내부에 기관 반송 장치(2a)와 기관 전달대(2b)를 구비한다. 이러한 반송 스테이션(2)에서는, 기관 반송 장치(2a)가, 반입출 스테이션(1)에 재치된 캐리어(C)와 기관 전달대(2b)의 사이에서 웨이퍼(W)의 전달을 행한다.
- [0019] 처리 스테이션(3)은 반송 스테이션(2)의 후방에 배치된다. 이러한 처리 스테이션(3)에는 중앙부에 기관 반송 장치(3a)가 배치되고, 이러한 기관 반송 장치(3a)의 좌우 양측에 각각 복수(여기서는, 6 개씩)의 기관 세정 장치(5)가 전후 방향으로 배열되어 배치된다. 이러한 처리 스테이션(3)에서는, 기관 반송 장치(3a)가, 반송 스테이션(2)의 기관 전달대(2b)와 각 기관 세정 장치(5)의 사이에서 웨이퍼(W)를 1 매씩 반송하고, 각 기관 세정 장치(5)가, 웨이퍼(W)에 대하여 1 매씩 기관 세정 처리를 행한다.
- [0020] 또한, 기관 세정 시스템(100)은 제어 장치(6)를 구비한다. 제어 장치(6)는 기관 세정 시스템(100)의 동작을 제어하는 장치이다. 이러한 제어 장치(6)는 예를 들면 컴퓨터이며, 도시하지 않은 제어부와 기억부를 구비한다. 기억부에는, 기관 세정 처리 등의 각종의 처리를 제어하는 프로그램이 저장된다. 제어부는 기억부에 기억된 프로그램을 독출하여 실행함으로써 기관 세정 시스템(100)의 동작을 제어한다.
- [0021] 또한, 이러한 프로그램은 컴퓨터에 의해 판독 가능한 기억 매체에 기록되어 있던 것으로서, 그 기억 매체로부터 제어 장치(6)의 기억부에 인스톨된 것이어도 된다. 컴퓨터에 의해 판독 가능한 기억 매체로서는, 예를 들면 하드 디스크(HD), 플렉시블 디스크(FD), 콤팩트 디스크(CD), 마그넷 옵티컬 디스크(MO), 메모리 카드 등이 있다.
- [0022] 또한 도 1에서는, 편의상, 제어 장치(6)가 기관 세정 시스템(100)의 외부에 설치되는 경우를 도시하고 있지만, 제어 장치(6)는 기관 세정 시스템(100)의 내부에 설치되어도 된다. 예를 들면, 제어 장치(6)는 기관 세정 장치(5)의 상부 스페이스에 수용될 수 있다.
- [0023] 이와 같이 구성된 기관 세정 시스템(100)에서는, 우선 반송 스테이션(2)의 기관 반송 장치(2a)가, 반입출 스테이션(1)에 재치된 캐리어(C)로부터 1 매의 웨이퍼(W)를 취출하고, 취출한 웨이퍼(W)를 기관 전달대(2b)에 재치한다. 기관 전달대(2b)에 재치된 웨이퍼(W)는, 처리 스테이션(3)의 기관 반송 장치(3a)에 의해 반송되고, 어느 한 기관 세정 장치(5)로 반입된다.
- [0024] 기관 세정 장치(5)로 반입된 웨이퍼(W)는, 이러한 기관 세정 장치(5)에 의해 기관 세정 처리가 실시된 후, 기관 반송 장치(3a)에 의해 기관 세정 장치(5)로부터 반출되고, 기관 전달대(2b)에 다시 재치된다. 그리고, 기관 전달대(2b)에 재치된 처리 완료된 웨이퍼(W)는, 기관 반송 장치(2a)에 의해 캐리어(C)로 되돌려진다.

- [0025] 여기서, 종래의 기관 세정 장치에서는, 물리력을 이용한 파티클 제거 또는 약액의 화학적 작용을 이용한 파티클 제거를 행하고 있었다. 그러나 이들 방법에서는, 웨이퍼의 표면에 형성된 패턴이 물리력에 의해 손상되거나, 에칭 작용 등에 의해 웨이퍼의 하지막이 침식될 우려가 있었다.
- [0026] 따라서, 제 1 실시예에 따른 기관 세정 장치(5)에서는, 이들 방법 대신에, 처리액의 체적 변화를 이용한 파티클 제거를 행함으로써, 패턴 손상 또는 하지막의 침식을 억제하면서, 웨이퍼(W)에 부착한 파티클을 제거하는 것으로 했다.
- [0027] <기관 세정 방법>
- [0028] 이어서, 제 1 실시예에 따른 기관 세정 장치(5)가 행하는 기관 세정 방법의 내용에 대하여 도 2a ~ 도 2c를 이용하여 설명한다. 도 2a ~ 도 2c는 기관 세정 방법의 설명도이다.
- [0029] 도 2a에 도시한 바와 같이, 제 1 실시예에서는 처리액으로서, 휘발 성분을 포함하고 웨이퍼(W) 상에 막을 형성하기 위한 처리액(이하, '성막용 처리액'이라 기재함)을 이용한다. 구체적으로, 웨이퍼(W) 상에 톱 코트막을 형성하기 위한 성막용 처리액(이하, '톱 코트액'이라 기재함)을 이용하는 것으로 했다. 또한 톱 코트막이란, 레지스트막에의 액침액의 침투를 방지하기 위하여 레지스트막의 상면에 도포되는 보호막이다. 액침액은, 예를 들면 리소그래피 공정에서의 액침 노광에 이용되는 액체이다.
- [0030] 도 2a에 도시한 바와 같이, 기관 세정 장치(5)는 톱 코트액을 웨이퍼(W) 상으로 공급한다. 웨이퍼(W) 상으로 공급된 톱 코트액은, 그 내부에 포함되는 휘발 성분이 휘발함으로써 체적 수축을 일으킨다. 또한 톱 코트액에는, 고화(固化) 또는 경화할 시 체적이 수축하는 성질을 가지는 아크릴 수지가 포함되어 있고, 이러한 아크릴 수지의 경화 수축에 의해서도 톱 코트액의 체적 수축이 일어난다. 또한, 여기서 말하는 '고화'란 고체화하는 것을 의미하고, '경화'란 분자끼리가 연결되어 고분자화하는 것(예를 들면 가교 또는 중합 등)을 의미한다.
- [0031] 그리고 톱 코트액은, 체적 수축을 일으키면서 고화 또는 경화하고, 톱 코트막이 된다. 이 때, 톱 코트액의 체적 수축에 의해 발생하는 변형(장력)에 의해, 패턴 등에 부착한 파티클은 패턴 등으로부터 떨어진다(도 2b 참조).
- [0032] 톱 코트액은, 휘발 성분의 휘발 및 아크릴 수지의 경화 수축에 의해 체적 수축이 일어나기 때문에, 휘발 성분만을 포함하는 성막용 처리액과 비교하여 체적 수축율이 커, 파티클을 강력하게 떨어뜨릴 수 있다. 특히, 아크릴 수지는 에폭시 수지 등의 다른 수지와 비교하여 경화 수축이 크기 때문에, 파티클에 장력을 부여한다는 점에서 톱 코트액은 유효하다.
- [0033] 이 후, 기관 세정 장치(5)는, 톱 코트막을 용해시키는 제거액을 톱 코트막 상으로 공급함으로써 톱 코트막을 용해시켜, 웨이퍼(W)로부터 톱 코트막을 전부 제거한다. 이에 의해, 파티클은 톱 코트막과 함께 웨이퍼(W)로부터 제거된다.
- [0034] 톱 코트막은 제거액에 의해 용해될 때 팽윤(膨潤)한다. 이 때문에, 제 1 실시예에 따른 기관 세정 방법에 의하면, 톱 코트막의 휘발에 따른 체적 수축과 함께, 톱 코트막의 팽윤에 따른 체적 팽창에 의해서도, 파티클을 패턴 등으로부터 강력하게 떨어뜨릴 수 있다.
- [0035] 이와 같이, 제 1 실시예에서는, 성막용 처리액의 체적 변화를 이용하여 파티클의 제거를 행한다. 이에 의해, 종래의 물리력을 이용한 파티클 제거와 비교하여, 약한 힘으로 파티클을 제거할 수 있기 때문에, 패턴 손상을 억제할 수 있다. 또한, 화학적 작용을 이용하지 않고 파티클 제거를 행하기 때문에, 에칭 작용 등에 의한 하지막의 침식을 억제할 수도 있다. 따라서, 제 1 실시예에 따른 기관 세정 방법에 의하면, 패턴 손상 또는 하지막의 침식을 억제하면서, 웨이퍼(W)에 부착한 파티클을 제거할 수 있다. 또한, 톱 코트막은 웨이퍼(W)에 성막된 후, 패턴 노광을 행하지 않고 웨이퍼(W)로부터 전부 제거된다.
- [0036] 또한, 제 1 실시예에 따른 기관 세정 방법에 의하면, 물리력을 이용한 기관 세정 방법에서는 제거가 곤란했던, 입자 직경이 작은 파티클 또는 패턴의 간극에 침입한 파티클도 용이하게 제거할 수 있다.
- [0037] 또한 제 1 실시예에서는, 제거액으로서 알칼리성을 가지는 것을 이용함으로써, 파티클의 제거 효율을 높이는 것으로 하고 있다. 구체적으로, 알칼리 현상액을 제거액으로서 이용하는 것으로 하고 있다. 알칼리 현상액으로서, 예를 들면 암모니아, 테트라메틸 암모늄 하이드록사이드(TMAH : Tetra Methyl Ammonium Hydroxide), 코린 수용액 중 적어도 하나를 포함하고 있으면 된다.
- [0038] 알칼리 현상액을 공급함으로써, 웨이퍼(W) 또는 패턴의 표면과 파티클의 표면에는, 도 2c에 도시한 바와 같이, 동일 극성(여기서는, 마이너스)의 제타 전위가 발생한다. 톱 코트액의 체적 변화에 의해 웨이퍼(W) 등으로부터

떨어진 파티클은, 웨이퍼(W) 등과 동일 극성의 제타 전위로 대전됨으로써, 웨이퍼(W) 등과 서로 반발하게 된다. 이에 의해, 파티클의 웨이퍼(W) 등에서의 재부착이 방지된다.

- [0039] 이와 같이, 톱 코트액의 체적 수축을 이용하여 웨이퍼(W) 등으로부터 파티클을 떨어뜨린 후, 알칼리 현상액을 공급하여, 톱 코트막을 용해하면서 웨이퍼(W) 등과 파티클에 동일 극성의 제타 전위를 발생시킨다. 이에 의해, 파티클의 재부착이 방지되기 때문에, 파티클의 제거 효율을 보다 높일 수 있다.
- [0040] 또한, 웨이퍼(W)에 대하여 공급되는 톱 코트액 등의 성막용 처리액은, 최종적으로는 웨이퍼(W)로부터 전부 제거된다. 따라서, 세정 후의 웨이퍼(W)는 톱 코트액을 도포하기 전의 상태, 구체적으로 회로 형성면이 노출된 상태가 된다.
- [0041] <기관 세정 장치의 구성 및 동작>
- [0042] 이어서, 제 1 실시예에 따른 기관 세정 장치(5)의 구성 및 동작에 대하여 구체적으로 설명한다. 도 3은, 제 1 실시예에 따른 기관 세정 장치(5)의 구성을 도시한 모식도이다. 또한 도 3에서는, 기관 세정 장치(5)의 특징을 설명하기 위하여 필요한 구성 요소만을 도시하고 있고, 일반적인 구성 요소에 대한 기재 생략하고 있다.
- [0043] 도 3에 도시한 바와 같이, 기관 세정 장치(5)는, 챔버(10) 내에 기관 보지부(20)와 액 공급부(30A, 30B)와 회수 컵(40)과 기류 형성 유닛(50)을 구비한다.
- [0044] 기관 보지부(20)는, 웨이퍼(W)를 회전 가능하게 보지하는 회전 보지 기구(21)와, 이러한 회전 보지 기구(21)의 중공부(21d)에 삽입 관통되고, 웨이퍼(W)의 하면으로 기체를 공급하는 기체 공급부(22)를 구비한다.
- [0045] 회전 보지 기구(21)는 챔버(10)의 대략 중앙에 설치된다. 이러한 회전 보지 기구(21)의 상면에는, 웨이퍼(W)를 측면으로부터 보지하는 보지부(21a)가 설치되어 있고, 웨이퍼(W)는, 이러한 보지부(21a)에 의해 회전 보지 기구(21)의 상면으로부터 약간 이간한 상태로 수평 보지된다. 또한, 보지부(21a)는 웨이퍼(W)의 주연부를 보지하는 보지 기구의 일례이다.
- [0046] 또한, 회전 보지 기구(21)는 구동 기구(21b)를 구비하고, 이러한 구동 기구(21b)에 의해 수직축 중심으로 회전한다. 구체적으로, 구동 기구(21b)는 모터(21b1)와, 모터(21b1)의 출력축에 장착된 폴리(21b2)와, 폴리(21b2) 및 회전 보지 기구(21)의 외주부에 권회(捲回)된 벨트(21b3)를 구비한다.
- [0047] 이러한 구동 기구(21b)는 모터(21b1)의 회전에 의해 폴리(21b2)를 회전시키고, 이러한 폴리(21b2)의 회전을 벨트(21b3)에 의해 회전 보지 기구(21)로 전달함으로써, 회전 보지 기구(21)를 수직축 중심으로 회전시킨다. 그리고, 회전 보지 기구(21)가 회전함으로써, 회전 보지 기구(21)에 보지된 웨이퍼(W)가 회전 보지 기구(21)와 일체로 회전한다. 또한, 회전 보지 기구(21)는 축받이(21c)를 개재하여 챔버(10) 및 회수 컵(40)에 회전 가능하게 지지된다.
- [0048] 기체 공급부(22)는 회전 보지 기구(21)의 중앙에 형성된 중공부(21d)에 삽입 관통된 길이가 긴 부재이다. 기체 공급부(22)의 내부에는 유로(22a)가 형성된다. 이러한 유로(22a)에는 밸브(8a)를 개재하여 N₂ 공급원(7a)이 각각 접속되어 있다. 기체 공급부(22)는, N₂ 공급원(7a)으로부터 공급되는 N₂ 가스를 밸브(8a) 및 유로(22a)를 거쳐 웨이퍼(W)의 하면으로 공급한다.
- [0049] 여기서, 밸브(8a)를 거쳐 공급되는 N₂ 가스는 고온(예를 들면, 90℃ 정도)의 N₂ 가스이며, 후술하는 휘발 촉진 처리에 이용된다.
- [0050] 기체 공급부(22)는 웨이퍼(W)의 전달을 행할 때에도 이용된다. 구체적으로, 기체 공급부(22)의 기반부에는, 기체 공급부(22)를 수직 방향으로 이동시키는 승강 기구(22c)가 설치된다. 또한, 기체 공급부(22)의 상면에는 웨이퍼(W)를 지지하기 위한 지지 핀(22d)이 설치된다.
- [0051] 기관 보지부(20)는, 기관 반송 장치(3a)(도 1 참조)로부터 웨이퍼(W)를 수취할 경우에는, 승강 기구(22c)를 이용하여 기체 공급부(22)를 상승시킨 상태로, 지지 핀(22d)의 상부에 웨이퍼(W)를 재치시킨다. 이 후, 기관 보지부(20)는 기체 공급부(22)를 소정의 위치까지 강하시킨 후, 회전 보지 기구(21)의 보지부(21a)로 웨이퍼(W)를 전달한다. 또한, 기관 보지부(20)는 처리 완료된 웨이퍼(W)를 기관 반송 장치(3a)로 전달할 경우에는, 승강 기구(22c)를 이용하여 기체 공급부(22)를 상승시키고, 보지부(21a)에 의해 보지된 웨이퍼(W)를 지지 핀(22d) 상에 재치시킨다. 그리고, 기관 보지부(20)는 지지 핀(22d) 상에 재치시킨 웨이퍼(W)를 기관 반송 장치(3a)로 전달한다.

- [0052] 액 공급부(30A, 30B)는 웨이퍼(W)의 외방으로부터 웨이퍼(W)의 상방으로 이동하고, 기관 보지부(20)에 의해 보지된 웨이퍼(W)의 상면을 향해 처리액을 공급한다. 액 공급부(30A)는 노즐(31A, 31D)과, 노즐(31A, 31D)을 수평으로 지지하는 암(32A)과, 암(32A)을 선회 및 승강시키는 선회 승강 기구(33A)를 구비한다. 또한, 액 공급부(30B)는 노즐(31B, 31E)과, 노즐(31B, 31E)을 수평으로 지지하는 암(32B)과, 암(32B)을 선회 및 승강시키는 선회 승강 기구(33B)를 구비한다.
- [0053] 액 공급부(30A)는, 웨이퍼(W)에 대하여, 성막용 처리액인 톱 코트액을 노즐(31A)로부터 공급하고, 톱 코트액과 친화성이 있는 용제로서 MIBC(4-메틸-2-펜타놀)를 노즐(31D)로부터 공급한다. 구체적으로, 노즐(31A)에는 밸브(8b)를 개재하여 성막용 처리액 공급원(7b)이 접속되고, 이러한 성막용 처리액 공급원(7b)으로부터 공급되는 톱 코트액이 노즐(31A)로부터 웨이퍼(W) 상으로 공급된다. 또한, 노즐(31D)(‘용제 공급부’에 상당)에는 밸브(8h)를 개재하여 용제 공급원(7h)이 접속되고, 이러한 용제 공급원(7h)으로부터 공급되는 MIBC가 노즐(31D)로부터 웨이퍼(W) 상으로 공급된다.
- [0054] MIBC는 톱 코트액에 함유되어 있고, 톱 코트액과 친화성이 있다. 또한, MIBC 이외의 톱 코트액과 친화성이 있는 용제로서는, 예를 들면 PGME(프로필렌 글리콜 모노메틸 에테르), PGMEA(프로필렌 글리콜 모노메틸 에테르 아세테이트) 등을 이용해도 된다.
- [0055] 액 공급부(30B)는, 웨이퍼(W)에 대하여, 제거액인 알칼리 현상액을 노즐(31B)로부터 공급하고, 린스 처리에 이용하는 CDIW를 노즐(31E)로부터 공급한다. 구체적으로, 노즐(31B)에는 밸브(8c)를 개재하여 제거액 공급원(7c)이 접속되고, 이러한 제거액 공급원(7c)으로부터 공급되는 알칼리 현상액이 노즐(31B)로부터 웨이퍼(W) 상으로 공급된다. 또한, 노즐(31E)에는 밸브(8d)를 개재하여 CDIW 공급원(7d)이 접속되고, 이러한 CDIW 공급원(7d)으로부터 공급되는 CDIW가 노즐(31E)로부터 웨이퍼(W) 상으로 공급된다. 또한, CDIW는 상온(23 ~ 25℃ 정도)의 순수이다.
- [0056] 또한 여기서는, 처리액별로 전용의 노즐(31A, 31D, 31B, 31E)을 설치하는 것으로 했지만, 복수의 처리액에서 노즐을 공용해도 된다. 예를 들면, 암(32A)(도 3 참조)에 1 개의 노즐을 설치하고, 이러한 노즐로부터 톱 코트액 및 MIBC를 선택적으로 공급해도 된다. 마찬가지로, 암(32B)에 1 개의 노즐을 설치하고, 이러한 노즐로부터 알칼리 현상액 및 CDIW를 선택적으로 공급해도 된다. 단, 노즐을 공용화하면, 예를 들면 처리액끼리를 혼합하고자 하지 않을 경우 등에, 노즐 또는 배관에 잔존하는 처리액을 일단 배출하는 공정이 필요해져, 처리액이 낭비되어 소비 된다. 이에 대하여, 전용의 노즐(31A, 31D, 31B, 31E)을 설치하는 것으로 하면, 상기와 같이 처리액을 배출하는 공정이 필요하지 않기 때문에, 처리액을 낭비되게 소비하지 않는다.
- [0057] 회수 컵(40)은, 처리액의 주위로의 비산을 방지하기 위하여, 회전 보지 기구(21)를 둘러싸도록 배치된다. 이러한 회수 컵(40)의 저부에는 배액구(41)가 형성되어 있고, 회수 컵(40)에 의해 회수된 처리액은, 이러한 배액구(41)로부터 기관 세정 장치(5)의 외부로 배출된다. 또한, 회수 컵(40)의 저부에는 배기구(42)가 형성되어 있고, 기체 공급부(22)에 의해 공급되는 N₂ 가스 혹은 후술하는 기류 형성 유닛(50)으로부터 기관 세정 장치(5) 내로 공급되는 기체가, 이러한 배기구(42)로부터 기관 세정 장치(5)의 외부로 배출된다.
- [0058] 배액구(41)에는 폐액 라인(12a)과 회수 라인(12b)이 설치되어 있고, 이들 라인(12a, 12b)을 전환 밸브(15)에 의해 전환 가능하게 구성되어 있다. 기관 세정 장치(5)는, 전환 밸브(15)를 이용하여 이들 라인(12a, 12b)을 전환함으로써, 웨이퍼(W)로부터 제거된 톱 코트액에 대해서는 폐액 라인(12a)으로 배출하고, 재이용 가능한 알칼리 제거액에 대해서는 회수 라인(12b)으로 각각 배출할 수 있다.
- [0059] 또한, 챔버(10)의 저부에는 배기구(11)가 형성되어 있고, 이러한 배기구(11)에는 감압 장치(9)가 접속된다. 감압 장치(9)는 예를 들면 진공 펌프이며, 챔버(10) 내를 흡기에 의해 감압 상태로 한다.
- [0060] 기류 형성 유닛(50)은 챔버(10)의 천장부에 장착되어 있고, 챔버(10) 내에 다운 플로우를 형성하는 기류 발생부이다. 구체적으로, 기류 형성 유닛(50)은 다운 플로우 가스 공급관(51)과, 이러한 다운 플로우 가스 공급관(51)에 연통하는 버퍼실(52)을 구비한다. 다운 플로우 가스 공급관(51)은, 도시하지 않은 다운 플로우 가스 공급원과 접속한다. 또한, 버퍼실(52)의 저부에는 버퍼실(52)과 챔버(10) 내를 연통하는 복수의 연통구(52a)가 형성된다.
- [0061] 이러한 기류 형성 유닛(50)은, 다운 플로우 가스 공급관(51)을 거쳐 다운 플로우 가스(예를 들면, 청정 기체 또는 드라이 에어 등)를 버퍼실(52)로 공급한다. 그리고, 기류 형성 유닛(50)은 버퍼실(52)로 공급된 다운 플로우 가스를 복수의 연통구(52a)를 거쳐 챔버(10) 내로 공급한다. 이에 의해, 챔버(10) 내에는 다운 플로우가 형성된다. 챔버(10) 내에 형성된 다운 플로우는, 배기구(42) 및 배기구(11)로부터 기관 세정 장치(5)의 외부로 배출된

다.

- [0062] 이어서, 기관 세정 장치(5)의 구체적 동작에 대하여 설명한다. 도 4는, 기관 세정 장치(5)가 실행하는 기관 세정 처리의 처리 순서를 나타낸 순서도이다. 또한 도 5a ~ 도 5f는, 기관 세정 장치(5)의 동작 설명도이다. 구체적으로 도 5a 및 도 5b에는, 도 4에서의 성막용 처리액 공급 처리(단계(S103))의 동작예를, 도 5c에는, 도 4에서의 휘발 촉진 처리(단계(S104))의 동작예를 도시하고 있다. 또한 도 5d는, 도 4에서의 제거액 공급 처리(단계(S105))의 동작예를, 도 5e는, 도 4에서의 린스 처리(단계(S106))의 동작예를, 도 5f는, 도 4에서의 건조 처리(단계(S107))의 동작예를 도시하고 있다. 또한, 도 4에 나타난 각 처리 순서는 제어 장치(6)의 제어에 기초하여 행해진다.
- [0063] 도 4에 도시한 바와 같이, 기관 세정 장치(5)에서는, 우선 기관 반입 처리가 행해진다(단계(S101)). 이러한 기관 반입 처리에서는, 기관 반송 장치(3a)가 기체 공급부(22)의 지지 핀(22d) 상에 웨이퍼(W)를 재치한 후, 이러한 웨이퍼(W)를 회전 보지 기구(21)의 보지부(21a)가 보지한다. 이 때 웨이퍼(W)는, 회로 형성면이 상향의 상태로 보지부(21a)에 보지된다. 이 후, 구동 기구(21b)에 의해 회전 보지 기구(21)가 회전한다. 이에 의해, 웨이퍼(W)는, 회전 보지 기구(21)에 수평 보지된 상태로 회전 보지 기구(21)와 함께 회전한다.
- [0064] 이어서, 기관 세정 장치(5)에서는 용제 공급 처리가 행해진다(단계(S102)). 용제 공급 처리는, 성막용 처리액인 톱 코트액을 웨이퍼(W)로 공급하기 전에, 이러한 톱 코트액과 친화성이 있는 MIBC를 웨이퍼(W)로 공급하는 처리이다.
- [0065] 구체적으로, 액 공급부(30A)의 노즐(31D)이 웨이퍼(W)의 중앙 상방에 위치하고, 이 후 노즐(31D)로부터 웨이퍼(W)의 상면으로 MIBC가 공급된다. 웨이퍼(W)의 상면으로 공급된 MIBC는, 웨이퍼(W)의 회전에 수반하는 원심력에 의해 웨이퍼(W)의 상면에 확산된다.
- [0066] 이와 같이, 톱 코트액과 친화성이 있는 MIBC를 사전에 웨이퍼(W)에 확산시킴으로써, 후술하는 성막용 처리액 공급 처리에서, 톱 코트액이 웨이퍼(W)의 상면에 쉽게 확산되고, 또한 패턴의 간극에도 쉽게 침입한다. 따라서, 톱 코트액의 사용량을 줄일 수 있고, 또한 패턴의 간극에 침입한 파티클을 보다 확실히 제거하는 것이 가능해진다. 또한, 성막용 처리액 공급 처리의 처리 시간의 단축화를 도모할 수도 있다.
- [0067] 이와 같이, 톱 코트액을 웨이퍼(W)의 상면에 단시간에 효율적으로 확산하고자 할 경우 등에는, 상술한 용제 공급 처리를 행하는 것이 바람직하다. 또한, 용제 공급 처리는 반드시 실시될 필요는 없다.
- [0068] 또한 용제 공급 처리에서는, 회수 컵(40)(도 3 참조)의 배액구(41)가 회수 라인(12b)에 접속된다. 이에 의해, 원심력에 의해 웨이퍼(W) 상으로부터 비산한 MIBC는, 회수 컵(40)의 배액구(41)로부터 전환 밸브(15)를 거쳐 회수 라인(12b)으로 배출된다.
- [0069] 이어서 기관 세정 장치(5)에서는, 성막용 처리액 공급 처리가 행해진다(단계(S103)). 이러한 성막용 처리액 공급 처리에서는, 액 공급부(30A)의 노즐(31A)이 웨이퍼(W)의 중앙 상방에 위치한다. 이 후 도 5a에 도시한 바와 같이, 성막용 처리액인 톱 코트액이, 레지스트막이 형성되어 있지 않은 회로 형성면인 웨이퍼(W)의 상면으로 노즐(31A)로부터 공급된다.
- [0070] 웨이퍼(W)의 상면으로 공급된 톱 코트액은, 웨이퍼(W)의 회전에 수반하는 원심력에 의해 웨이퍼(W)의 상면에 확산된다. 이에 의해, 도 5b에 도시한 바와 같이, 웨이퍼(W)의 상면 전체에 톱 코트액의 액막이 형성된다. 성막용 처리액 공급 처리가 완료되면, 노즐(31A)이 웨이퍼(W)의 외방으로 이동한다.
- [0071] 또한 성막용 처리액 공급 처리에서는, 회수 컵(40)(도 3 참조)의 배액구(41)가 폐액 라인(12a)에 접속된다. 이에 의해, 원심력에 의해 웨이퍼(W) 상으로부터 비산한 톱 코트액은, 회수 컵(40)의 배액구(41)로부터 전환 밸브(15)를 거쳐 폐액 라인(12a)으로 배출된다.
- [0072] 이어서, 기관 세정 장치(5)에서는 휘발 촉진 처리가 행해진다(단계(S104)). 이러한 휘발 촉진 처리는, 웨이퍼(W)의 상면 전체에 액막을 형성하는 톱 코트액에 포함되는 휘발 성분의 휘발을 촉진시키는 처리이다. 구체적으로, 도 5c에 도시한 바와 같이, 밸브(8a)(도 3 참조)가 소정 시간 개방됨으로써, 고온의 N₂ 가스가 기체 공급부(22)로부터 회전하는 웨이퍼(W)의 하면으로 공급된다. 이에 의해, 웨이퍼(W)와 함께 톱 코트액이 가열되어 휘발 성분의 휘발이 촉진된다.
- [0073] 또한, 감압 장치(9)(도 3 참조)에 의해 챔버(10) 내가 감압 상태가 된다. 이에 의해서도, 휘발 성분의 휘발을 촉진시킬 수 있다. 또한 기관 세정 처리 중에서는, 기류 형성 유닛(50)으로부터 다운 플로우 가스가 공급된다.

이러한 다운 플로우 가스에 의해 챔버(10) 내의 습도를 저하시킴으로써, 휘발 성분의 휘발을 촉진시킬 수 있다.

- [0074] 휘발 성분이 휘발하면, 톱 코트액은 체적 수축하면서 고화 또는 경화되고, 톱 코트막을 형성한다. 이에 의해, 웨이퍼(W) 등에 부착한 파티클이 웨이퍼(W) 등으로부터 떨어진다.
- [0075] 이와 같이, 기관 세정 장치(5)에서는, 성막용 처리액에 포함되는 휘발 성분의 휘발을 촉진시킴으로써, 성막용 처리액이 고화 또는 경화할 때까지의 시간을 단축할 수 있다. 또한, 웨이퍼(W)를 가열함으로써, 성막용 처리액에 포함되는 합성 수지의 수축 경화를 촉진시키기 때문에, 웨이퍼(W)를 가열하지 않을 경우와 비교하여, 성막용 처리액의 수축율을 더 높일 수 있다. 또한 기체 공급부(22), 감압 장치(9), 기류 형성 유닛(50)은 ‘휘발 촉진부’의 일례이다.
- [0076] 또한 여기서는, 기관 세정 장치(5)가 휘발 촉진 처리를 행할 경우의 예에 대하여 나타냈지만, 휘발 촉진 처리는 생략 가능하다. 즉, 톱 코트액이 자연스럽게 고화 또는 경화할 때까지 기관 세정 장치(5)를 대기시키는 것으로 해도 된다. 또한, 웨이퍼(W)의 회전을 정지시키거나, 톱 코트액이 떨어내져 웨이퍼(W)의 표면이 노출되지 않을 정도의 회전수로 웨이퍼(W)를 회전시킴으로써 톱 코트액의 휘발을 촉진시켜도 된다.
- [0077] 이어서, 기관 세정 장치(5)에서는 제거액 공급 처리가 행해진다(단계(S105)). 이러한 제거액 공급 처리에서는, 도 5d에 도시한 바와 같이, 노즐(31B)이 웨이퍼(W)의 중앙 상방에 위치한다. 이 후, 밸브(8c)(도 3 참조)가 소정 시간 개방됨으로써, 제거액인 알칼리 현상액이 액 공급부(30B)의 노즐(31B)로부터 회전하는 웨이퍼(W) 상으로 공급된다. 이에 의해, 웨이퍼(W) 상에 형성된 톱 코트막이 용해되어, 제거된다.
- [0078] 또한 이 때, 웨이퍼(W) 등 및 파티클에 동일 극성의 제타 전위가 발생하기 때문에, 웨이퍼(W) 등 및 파티클이 반발하여 파티클의 웨이퍼(W) 등에서의 재부착이 방지된다.
- [0079] 제거액 공급 처리에서는, 회수 컵(40)(도 3 참조)의 배액구(41)가 회수 라인(12b)에 접속된다. 이에 의해, 원심력에 의해 웨이퍼(W) 상으로부터 비산한 제거액은, 회수 컵(40)의 배액구(41)로부터 전환 밸브(15)를 거쳐 회수 라인(12b)으로 배출된다. 회수 라인(12b)으로 배출된 제거액은 재이용된다.
- [0080] 또한, 제거액의 공급을 개시하고 나서 톱 코트막이 충분히 제거될 때까지의 소정 시간은 배액구(41)를 폐액 라인(12a)에 접속하고, 이 후 배액구(41)를 회수 라인(12b)에 접속하도록 해도 된다. 이에 의해, 재이용하는 제거액에 톱 코트막이 혼입하는 것을 방지할 수 있다.
- [0081] 이어서, 기관 세정 장치(5)에서는 웨이퍼(W)의 상면을 CDIW로 세정하는 린스 처리가 행해진다(단계(S106)). 이러한 린스 처리에서는, 도 5e에 도시한 바와 같이, 노즐(31E)이 웨이퍼(W)의 중앙 상방에 위치한다. 이 후, 밸브(8d)(도 3 참조)가 소정 시간 개방됨으로써, 액 공급부(30B)의 노즐(31E)로부터 회전하는 웨이퍼(W)의 상면으로 CDIW가 공급되고, 웨이퍼(W) 상에 잔존하는 톱 코트막 또는 알칼리 현상액이 세정된다.
- [0082] 구체적으로, 웨이퍼(W) 상으로 공급된 CDIW는, 웨이퍼(W)의 회전에 의해 웨이퍼(W) 상에 확산되면서, 웨이퍼(W)의 외방으로 비산한다. 이러한 린스 처리에 의해, 용해된 톱 코트막 또는 알칼리 현상액 중에 부유하는 파티클은, CDIW와 함께 웨이퍼(W)로부터 제거된다. 또한 이 때, 기류 형성 유닛(50)에 의해 형성되는 다운 플로우에 의해 챔버(10) 내를 신속하게 배기할 수 있다. 린스 처리가 완료되면, 노즐(31E)이 웨이퍼(W)의 외방으로 이동한다.
- [0083] 이어서, 기관 세정 장치(5)에서는 건조 처리가 행해진다(단계(S107)). 이러한 건조 처리에서는, 웨이퍼(W)의 회전 속도를 소정 시간 증가시킴으로써 웨이퍼(W)의 상면에 잔존하는 CDIW가 떨어내져, 웨이퍼(W)가 건조된다(도 5f 참조). 이 후, 웨이퍼(W)의 회전이 정지한다.
- [0084] 그리고, 기관 세정 장치(5)에서는 기관 반출 처리가 행해진다(단계(S108)). 이러한 기관 반출 처리에서는, 승강기구(22c)(도 3 참조)에 의해 기체 공급부(22)가 상승하여, 보지부(21a)에 의해 보지된 웨이퍼(W)가 지지핀(22d) 상에 재치된다. 그리고, 지지핀(22d) 상에 재치시킨 웨이퍼(W)가 기관 반송 장치(3a)로 전달된다. 이러한 기관 반출 처리가 완료되면, 1 매의 웨이퍼(W)에 대한 기관 세정 처리가 완료된다. 또한, 웨이퍼(W)는 회로 형성면이 노출된 상태로 기관 세정 장치(5)로부터 반출된다.
- [0085] 상술한 바와 같이, 제 1 실시예에 따른 기관 세정 장치(5)는 액 공급부(30A)(제 1 액 공급부에 상당)와 액 공급부(30B)(제 2 액 공급부에 상당)를 구비한다. 액 공급부(30A)는, 휘발 성분을 포함하고 웨이퍼(W) 상에 막을 형성하기 위한 처리액인 톱 코트액을 웨이퍼(W)로 공급한다. 액 공급부(30B)는, 액 공급부(30A)에 의해 웨이퍼(W)로 공급되고, 휘발 성분이 휘발함으로써 웨이퍼(W) 상에서 고화 또는 경화한 톱 코트액에 대하여 톱 코트액

의 전부를 용해시키는 제거액인 알칼리 현상액을 공급한다. 따라서, 제 1 실시예에 따르면, 패턴 손상 또는 하지막의 침식을 억제하면서, 웨이퍼(W)에 부착한 파티클을 제거할 수 있다.

- [0086] 또한, 제 1 실시예에 따른 기관 세정 장치(5)는 알칼리성을 가지는 제거액을 이용하는 것으로 했다. 이에 의해, 웨이퍼(W) 등과 파티클에 동일 극성의 제타 전위가 발생하여 파티클의 재부착이 방지되기 때문에, 파티클의 제거 효율을 높일 수 있다.
- [0087] <물리력을 이용한 세정 방법과의 비교>
- [0088] 여기서, 물리력을 이용한 세정 방법인 2 유체 세정과, 제 1 실시예에 따른 기관 세정 방법(이하, '본 세정 방법'이라 기재함)의 비교 결과에 대하여 설명한다. 우선, 비교 조건에 대하여 도 12a 및 도 12b를 참조하여 설명한다. 도 12a 및 도 12b는, 본 세정 방법과 2 유체 세정의 비교 조건의 설명도이다.
- [0089] 도 12a 및 도 12b에 도시한 바와 같이, 패턴이 없는 웨이퍼(도 12a 참조)와, 높이 0.5 μm , 폭 0.5 μm 의 패턴이 1.0 μm 간격으로 형성된 패턴이 있는 웨이퍼(도 12b 참조)에 대하여, 2 유체 세정과 본 세정 방법을 각각 행했을 경우에서의, 각 세정 방법에 따른 파티클 제거율을 비교했다. 파티클의 입경은 200 nm이다.
- [0090] 각각의 세정 방법은, '데미지 없음 조건' 및 '데미지 있음 조건'의 2 개의 조건으로 실시했다. '데미지 없음 조건'이란, 웨이퍼 상에 두께 2 nm의 열 산화막을 형성하고, 또한 이러한 열 산화막 상에 높이 100 nm, 폭 45 nm의 샘플 패턴을 형성하고, 이러한 샘플 패턴을 손상시키지 않는 소정의 힘으로 세정을 행한 조건이다. 또한, '데미지 있음 조건'이란, 상기한 샘플 패턴을 손상시키는 소정의 힘으로 세정을 행한 조건이다.
- [0091] 이어서, 비교 결과를 도 13에 나타낸다. 도 13은, 본 세정 방법과 2 유체 세정의 비교 결과를 나타낸 도이다. 도 13에서는, 패턴이 없는 웨이퍼에 대한 파티클 제거율을 좌측 하향 사선의 해칭으로 나타내고, 패턴이 있는 웨이퍼에 대한 파티클 제거율을 우측 하향 사선의 해칭으로 나타내고 있다. 또한 본 세정 방법에 대해서는, 샘플 패턴의 손상이 발생하지 않았다. 이 때문에, 본 세정 방법에 대해서는 '데미지 없음 조건'의 결과만을 나타낸다.
- [0092] 도 13에 나타낸 바와 같이, 패턴이 없는 웨이퍼에 대한 본 세정 방법, 2 유체 세정(데미지 없음 조건) 및 2 유체 세정(데미지 있음 조건)의 파티클 제거율은 모두 100%에 가까운 값이며, 양 세정 방법에 큰 차이는 보이지 않았다.
- [0093] 한편, 패턴이 있는 웨이퍼에 대한 2 유체 세정의 파티클 제거율은, 데미지 없음 조건에서 약 17% 정도, 데미지 있음 조건에서도 약 32%로 패턴이 없는 웨이퍼에 비해 큰 폭으로 감소했다. 이와 같이, 패턴이 있는 웨이퍼의 파티클 제거율이 패턴이 없는 웨이퍼의 경우에 비해 큰 폭으로 감소한 점에서, 2 유체 세정에서는, 패턴의 간극에 침입한 파티클이 제거되기 어려운 것을 알 수 있다.
- [0094] 이에 대하여 본 세정 방법은, 패턴이 있는 웨이퍼에 대해서도, 패턴이 없는 웨이퍼의 경우와 마찬가지로 100%에 가까운 값을 나타냈다. 이와 같이, 패턴이 없는 웨이퍼와 패턴이 있는 웨이퍼에서 파티클 제거율에 거의 변화가 없었던 점에서, 본 세정 방법에 의해, 패턴의 간극에 침입한 파티클이 적절히 제거된 것을 알 수 있다.
- [0095] 이와 같이, 본 세정 방법에 의하면, 2 유체 세정과 비교하여 패턴을 손상시키기 어려울 뿐 아니라, 패턴 사이에 침입한 파티클을 적절히 제거할 수 있다.
- [0096] <화학적 작용을 이용한 세정 방법과의 비교>
- [0097] 이어서, 화학적 작용을 이용한 세정 방법인 SC1(암모니아 과수)에 의한 약액 세정과 본 세정 방법의 비교에 대하여 설명한다. 도 14 및 도 15는, 본 세정 방법과 약액 세정의 비교 결과를 나타낸 도이다. 도 14에는 파티클 제거율의 비교 결과를, 도 15에는 필름 로스의 비교 결과를 각각 나타내고 있다. 필름 로스란, 웨이퍼 상에 형성된 하지막인 열 산화막의 침식 깊이이다.
- [0098] 또한 약액 세정에 대해서는, 암모니아와 물과 과산화 수소수를 각각 1 : 2 : 40의 비율로 혼합한 SC1를 사용하고, 온도 60 $^{\circ}\text{C}$, 공급 시간 600 초의 조건으로 세정을 행했다. 또한 본 세정 방법에 대해서는, 톱 코트액의 공급 후, 휘발 촉진 처리를 행한 다음, 알칼리 현상액의 공급을 10 초간 행했다. 웨이퍼에는, 도 12b에 도시한 패턴이 있는 웨이퍼를 이용했다.
- [0099] 도 14에 나타낸 바와 같이, 약액 세정에 의한 파티클 제거율은 97.5%이며, 본 세정 방법의 파티클 제거율(98.9%)에 비해 약간 낮기는 하지만, 상술한 2 유체 세정과는 달리, 패턴의 간극에 침입한 파티클이 적절히 제거되어 있는 것을 알 수 있다.

- [0100] 한편 도 15에 나타난 바와 같이, 약액 세정을 행한 결과, 7 A(음스트롬)의 필름 로스가 발생했지만, 본 세정 방법을 행해도 필름 로스는 발생하지 않았다. 이와 같이, 본 세정 방법은 하지막을 침식하지 않고, 패턴의 간극에 침입하는 파티클을 제거하는 것이 가능하다는 것을 알 수 있다.
- [0101] 이상과 같이, 본 세정 방법에 의하면, 패턴 손상 및 하지막의 침식을 방지하면서, 패턴의 간극에 침입한 파티클을 적절히 제거할 수 있다는 점에서, 물리력을 이용한 세정 방법 또는 화학적 작용을 이용한 세정 방법보다 유효하다.
- [0102] 또한, 기관 세정 장치(5)는 웨이퍼(W)에 대하여 성막용 처리액을 중첩하여 도포해도 된다. 예를 들면 기관 세정 장치(5)는, 도 4에 나타난 단계(S103)의 성막용 처리액 공급 처리 및 단계(S104)의 휘발 촉진 처리를 복수회 반복한 후에, 단계(S105) 이후의 처리를 행하는 것으로 해도 된다. 또한 기관 세정 장치(5)는, 도 4에 나타난 단계(S102 ~ S105)의 처리를 복수회 반복한 후에, 단계(S106) 이후의 처리를 행하는 것으로 해도 된다.
- [0103] (제 2 실시예)
- [0104] 그런데 상술한 제 1 실시예에서는, 톱 코트액을 가열하거나, 챔버(10) 내의 습도를 저하시키거나, 챔버(10) 내를 감압 상태로 함으로써, 톱 코트액에 포함되는 휘발 성분의 휘발을 촉진하는 것으로 했다. 그러나, 휘발 촉진 처리는 제 1 실시예에서 설명한 것에 한정되지 않는다. 이하에서는, 휘발 촉진 처리의 다른 예에 대하여 도 6을 이용하여 설명한다. 도 6은, 제 2 실시예에 따른 기관 세정 장치의 구성을 도시한 모식도이다. 또한 이하의 설명에서는, 이미 설명한 부분과 동일한 부분에 대해서는, 이미 설명한 부분과 동일한 부호를 부여하여, 중복되는 설명을 생략한다.
- [0105] 제 2 실시예에 따른 기관 세정 장치(5A)는, 제 1 실시예에 따른 기관 세정 장치(5)가 구비하는 각 구성 요소와 함께 자외선 조사부(60)를 구비한다. 자외선 조사부(60)는 예를 들면 UV(Ultra Violet) 램프이며, 웨이퍼(W)의 상방에 배치되고, 웨이퍼(W)의 상방으로부터 웨이퍼(W)의 상면을 향해 자외선을 조사한다. 이에 의해, 톱 코트액이 활성화되어 휘발 성분의 휘발이 촉진된다.
- [0106] 이와 같이, 기관 세정 장치(5A)는, 톱 코트액에 대하여 자외선을 조사함으로써 휘발 성분의 휘발을 촉진시키는 처리를 휘발 촉진 처리로서 행해도 된다. 자외선 조사부(60)는 휘발 촉진부의 일레이다.
- [0107] 또한 자외선 조사부(60)는, 액 공급부(30A, 30B)에 의한 처리를 방해하지 않도록, 액 공급부(30A, 30B)의 노즐(31A, 31D, 31B, 31E)보다 높은 위치에 배치하는 것이 바람직하다. 혹은, 휘발 촉진 처리를 행할 경우에만 웨이퍼(W)의 상방에 위치시키도록, 자외선 조사부(60)를 이동 가능하게 구성해도 된다.
- [0108] (제 3 실시예)
- [0109] 기관 세정 장치의 구성은, 상술한 각 실시예에서 나타난 구성에 한정되지 않는다. 따라서 이하에서는, 기관 세정 장치의 다른 구성에 대하여 도 7을 이용하여 설명한다. 도 7은, 제 3 실시예에 따른 기관 세정 장치의 구성을 도시한 모식도이다. 또한 이하의 설명에서는, 이미 설명한 부분과 동일한 부분에 대해서는, 이미 설명한 부분과 동일한 부호를 부여하여, 중복되는 설명을 생략한다.
- [0110] 도 7에 도시한 바와 같이, 제 3 실시예에 따른 기관 세정 장치(5B)는, 제 1 실시예에 따른 기관 세정 장치(5)가 구비하는 챔버(10), 기관 보지부(20) 및 회수 컵(40) 대신에, 챔버(10'), 기관 보지부(20') 및 회수 컵(40')을 구비한다. 또한 기관 세정 장치(5B)는, 보지 부재(212)에 의해 보지된 웨이퍼(W)의 상방을 덮는 톱 플레이트(213)를 구비한다.
- [0111] 기관 보지부(20')는, 웨이퍼(W)를 회전 가능하게 보지하는 회전 보지 기구(21')와, 회전 보지 기구(21')에 의해 보지되는 웨이퍼(W)의 하방을 덮는 언더 플레이트(22')를 구비한다.
- [0112] 회전 보지 기구(21')는, 언더 플레이트(22')가 삽입 관통되는 본체부(211)와, 본체부(211)에 설치되고, 언더 플레이트(22')로부터 이간시킨 상태로 웨이퍼(W)를 보지하는 보지 부재(212)를 구비한다.
- [0113] 보지 부재(212)는 웨이퍼(W)의 하면을 지지하는 지지 핀(212a)을 복수(예를 들면 3 개) 구비하고 있고, 이러한 지지 핀(212a)에 웨이퍼(W)의 하면을 지지시킴으로써 웨이퍼(W)를 수평 보지한다. 또한 웨이퍼(W)는, 회로 형성면이 상향의 상태로 지지 핀(212a)에 지지된다.
- [0114] 톱 플레이트(213)는 웨이퍼(W)의 상면을 덮는 크기로 형성되고, 중앙에는, 액 공급부(30A, 30B)에 의해 공급되는 처리액을 통과시키기 위한 개구부(213a)가 설치되어 있다. 웨이퍼(W)로 처리액을 공급할 경우에는, 이러한 개구부(213a)로부터 웨이퍼(W)의 중앙부로 처리액을 공급한다. 톱 플레이트(213)는, 톱 플레이트(213)를 수평으

로 지지하는 암(213b)과, 암(213b)을 선회 및 승강시키는 구동 기구(213c)를 구비한다.

- [0115] 구동 기구(213c)가 암(213b)을 상승시키면, 이에 수반하여 튼 플레이트(213)가 상승하여 웨이퍼(W)로부터 이격한다. 한편, 구동 기구(213c)가 암(213b)을 강하시키면, 튼 플레이트(213)가 웨이퍼(W)에 근접한 위치에서 보지된다. 이와 같이, 튼 플레이트(213)는 웨이퍼(W)의 상면에 근접하고 웨이퍼(W)의 상방을 덮는 위치(이하, '처리 위치' 라고 기재함)와, 웨이퍼(W)의 상면으로부터 이격하고 웨이퍼(W)의 상방을 개방하는 위치(이하, '퇴피 위치' 라고 기재함)와의 사이에서 이동할 수 있다.
- [0116] 또한 회전 보지 기구(21')는, 제 1 실시예에 따른 회전 보지 기구(21)와 마찬가지로, 축받이(21c)를 개재하여 챔버(10') 및 회수 컵(40')에 회전 가능하게 지지되고, 또한 구동 기구(21b)에 의해 수직축 중심으로 회전한다.
- [0117] 언더 플레이트(22')는, 회전 보지 기구(21')에 의해 보지되는 웨이퍼(W)의 하면을 덮는 크기로 형성된 부재이다. 언더 플레이트(22')의 내부에는 유로(22e)가 형성된다. 이러한 유로(22e)에는 밸브(8e)를 개재하여 성막용 처리액 공급원(7b)에 접속되고, 또한 밸브(8i)를 개재하여 용제 공급원(7h)이 접속된다. 그리고, 언더 플레이트(22')는 이들 공급원으로부터 각각 공급되는 튼 코트액 및 MIBC를 유로(22e)를 거쳐 웨이퍼(W)의 하면으로 공급한다.
- [0118] 또한, 유로(22e)에는 밸브(8g)를 개재하여 CDIW 공급원(7d)이 접속되고, 또한 밸브(8f)를 개재하여 제거액 공급원(7c)이 접속된다. 그리고, 언더 플레이트(22')는 이들 공급원으로부터 각각 공급되는 CDIW 및 알칼리 현상액을 유로(22e)를 거쳐 웨이퍼(W)의 하면으로 공급할 수도 있다.
- [0119] 언더 플레이트(22')의 기반부에는, 언더 플레이트(22')를 수직 방향으로 이동시키는 승강 기구(22c)가 설치된다. 이러한 승강 기구(22c)에 의해, 언더 플레이트(22')는 웨이퍼(W)의 하면에 근접한 위치(이하, '처리 위치' 라고 기재함)와, 웨이퍼(W)의 하면으로부터 이격된 위치(이하, '퇴피 위치' 라고 기재함)와의 사이에서 위치를 변경할 수 있다.
- [0120] 또한 제 3 실시예에서는, 감압 장치(9)가 챔버(10)의 배기구(11) 대신에, 회수 컵(40')의 배기구(42)에 접속된다. 감압 장치(9)는, 후술하는 기관 세정 처리에서 회수 컵(40')과 튼 플레이트(213)에 의해 형성되는 처리 공간 내의 흡기를 배기구(42)를 거쳐 행함으로써, 이러한 처리 공간 내를 감압 상태로 한다.
- [0121] 이어서, 제 3 실시예에 따른 기관 세정 장치(5B)가 실행하는 기관 세정 처리의 내용에 대하여 설명한다. 도 8은, 제 3 실시예에 따른 기관 세정 장치(5B)의 동작 설명도이다.
- [0122] 도 8에 도시한 바와 같이, 튼 플레이트(213) 및 언더 플레이트(22')가 각각 처리 위치에 위치한다. 즉, 튼 플레이트(213)가 웨이퍼(W)의 상면에 근접하고 웨이퍼(W)의 상방을 덮는 위치에, 언더 플레이트(22')가 웨이퍼(W)의 하면에 근접한 위치에 각각 위치한다. 이에 의해, 튼 플레이트(213)와 웨이퍼(W)의 상면과의 사이, 및 언더 플레이트(22')와 웨이퍼(W)의 하면과의 사이에는 각각 1 mm 정도의 좁은 간극이 형성된다.
- [0123] 이어서, 구동 기구(21b)(도 7 참조)에 의해 본체부(211)가 회전함으로써, 보지 부재(212) 및 웨이퍼(W)가 회전한다. 그리고, 노즐(31D)이 웨이퍼(W)의 중앙 상방에 위치한 후, 노즐(31D)로부터 웨이퍼(W)의 상면으로 MIBC가 공급되고, 또한 언더 플레이트(22')로부터 웨이퍼(W)의 하면으로 MIBC가 공급된다.
- [0124] 노즐(31D) 및 언더 플레이트(22')로부터 각각 공급된 MIBC는, 웨이퍼(W)의 회전에 따른 원심력에 의해 웨이퍼(W)의 외주 방향으로 확산된다. 이에 의해, 웨이퍼(W)의 상면에 MIBC가 액 축적되고, 또한 언더 플레이트(22')와 웨이퍼(W)의 하면의 사이에 형성된 간극이 MIBC로 채워진 상태가 된다.
- [0125] 이어서, 노즐(31A)이 웨이퍼(W)의 중앙 상방에 위치한 후, 노즐(31A)로부터 웨이퍼(W)의 상면으로 튼 코트액이 공급되고, 또한 언더 플레이트(22')로부터 웨이퍼(W)의 하면으로 튼 코트액이 공급된다.
- [0126] 노즐(31A) 및 언더 플레이트(22')로부터 각각 공급된 튼 코트액은, 웨이퍼(W)의 회전에 따른 원심력에 의해 웨이퍼(W)의 외주 방향으로 확산된다. 이에 의해, 웨이퍼(W)의 상면에 튼 코트액이 액 축적되고, 또한 언더 플레이트(22')와 웨이퍼(W)의 하면과의 사이에 형성된 간극이 튼 코트액으로 채워진 상태가 된다. 이러한 처리가 완료되면, 노즐(31A)이 웨이퍼(W)의 외방으로 이동한다.
- [0127] 언더 플레이트(22')에는 가열부(23)가 설치되어 있고, 이러한 가열부(23)에 의해 휘발 성분 촉진 처리가 행해진다. 즉, 가열부(23)에 의해 튼 코트액이 가열된다. 이 때의 가열 온도는 예를 들면 90℃이다. 이에 의해, 튼 코트액에 포함되는 휘발 성분의 휘발이 촉진된다. 이와 같이, 가열부(23)는 휘발 촉진부의 일례이다.

- [0128] 또한 휘발 촉진 처리로서, 감압 장치(9)를 작동시켜 챔버(10') 내를 감압 상태로 하는 처리도 아울러 행해진다. 제 3 실시예에서는, 회수 컵(40') 및 톱 플레이트(213)에 의해 비교적 좁은 처리 공간이 형성된다. 감압 장치(9)는 이러한 처리 공간 내의 흡기를 배기구(42)를 거쳐 행함으로써, 이러한 처리 공간 내를 용이하게 감압 상태로 한다.
- [0129] 또한, 기류 형성 유닛(50)으로부터 공급되는 다운 플로우 가스는, 톱 플레이트(213)에 형성된 개구부(213a)를 거쳐 상기한 처리 공간으로 공급된다. 이 때문에, 이러한 다운 플로우 가스에 의해 처리 공간 내의 습도가 저하됨으로써, 휘발 성분의 휘발을 촉진시킬 수 있다. 또한 여기서는, 다운 플로우 가스가 기류 형성 유닛(50)으로부터 공급되는 경우의 예를 나타냈지만, 다운 플로우 가스는, 예를 들면 액 공급부(30A)(또는 액 공급부(30B))의 노즐(31A)(또는 노즐(31B))로부터 공급되어도 된다.
- [0130] 이어서, 노즐(31B)이 웨이퍼(W)의 중앙 상방에 위치한 후, 노즐(31B) 및 언더 플레이트(22')로부터 웨이퍼(W)의 상면 및 하면에 대하여 제거액인 알칼리 현상액이 공급된다. 웨이퍼(W) 상으로 공급된 알칼리 현상액은, 웨이퍼(W)의 회전으로 인해 웨이퍼(W) 상에 확산되고, 웨이퍼(W) 상에 형성된 톱 코트막을 용해하면서, 용해된 톱 코트막과 함께 웨이퍼(W)의 외방으로 비산한다. 또한 이 때, 톱 플레이트(213)를 퇴피 위치로 이동시켜 웨이퍼(W)의 상방을 개방함으로써, 다운 플로우에 의해 신속하게 챔버(10') 내를 배기할 수 있다.
- [0131] 이어서, 노즐(31E)이 웨이퍼(W)의 중앙 상방에 위치한 후, 노즐(31E) 및 언더 플레이트(22')로부터 웨이퍼(W)의 상면 및 하면에 대하여 CDIW가 공급된다. 이에 의해, 웨이퍼(W) 상에 잔존하는 톱 코트막 또는 알칼리 현상액이 CDIW에 의해 웨이퍼(W) 상으로부터 세정된다. 이러한 처리가 완료되면, 노즐(31E)이 웨이퍼(W)의 외방으로 이동한다.
- [0132] 이 후, 제 1 실시예에 따른 기관 세정 장치(5)와 마찬가지로, 건조 처리 및 기관 반출 처리가 행해져 기관 세정 처리가 완료된다.
- [0133] 이와 같이, 제 3 실시예에 따른 기관 세정 장치(5B)는, 웨이퍼(W)의 상면을 덮고, 또한 액 공급부(30A)에 의해 공급되는 톱 코트액을 통과시키는 개구부(213a)가 형성된 톱 플레이트(213)를 구비한다. 그리고 액 공급부(30A)는, 톱 플레이트(213)에 형성된 개구부(213a)를 거쳐 웨이퍼(W)에 대하여 톱 코트액을 공급하는 것으로 했다.
- [0134] 또한 제 3 실시예에 따른 기관 세정 장치(5B)는, 웨이퍼(W)의 하면을 덮고, 또한 웨이퍼(W)로 공급된 톱 코트액을 가열하기 위한 가열부(23)가 설치된 언더 플레이트(22')를 구비한다. 이에 의해, 기관 세정 장치(5B)는 언더 플레이트(22')에 설치된 가열부(23)를 이용하여 휘발 촉진 처리를 행할 수 있다.
- [0135] 또한, 언더 플레이트(22')와 웨이퍼(W)의 하면의 사이로 공급되는 액체는, 톱 코트액에 한정되지 않고, 순수 등이어도 된다. 그리고, 기관 세정 장치(5B)는 웨이퍼(W) 상에 톱 코트액을 액 축적한 후, 언더 플레이트(22')로부터 웨이퍼(W)의 하면에 대하여 HDIW(90℃ 정도의 순수)를 공급함으로써, 웨이퍼(W)를 가열하여 톱 코트액에 포함되는 휘발 성분의 휘발을 촉진시키는 것으로 해도 된다.
- [0136] 또한 톱 코트액을 액 축적한 후, 언더 플레이트(22')와 웨이퍼(W)의 하면의 사이로 고온의 기체(N₂ 가스 등)를 공급함으로써, 웨이퍼(W)를 개재하여 톱 코트액을 가열하도록 해도 된다. 또한, 가열부(23)를 구비하는 언더 플레이트(22')(가열판에 상당)를 웨이퍼(W)에 접촉시킴으로써, 언더 플레이트(22')가 웨이퍼(W)를 직접 가열하도록 해도 된다.
- [0137] 또한, 톱 플레이트(213)의 하부에 UV 조사부를 설치해도 된다. 이에 의해, 제 2 실시예와 마찬가지로, UV 조사부로부터 조사되는 자외선에 의해 톱 코트액을 활성화시켜, 휘발 성분의 휘발을 촉진시킬 수 있다.
- [0138] (제 4 실시예)
- [0139] 이어서, 제 4 실시예에 따른 기관 세정 장치에 대하여 도 9를 이용하여 설명한다. 도 9는, 제 4 실시예에 따른 기관 세정 장치의 구성을 도시한 모식도이다.
- [0140] 도 9에 도시한 바와 같이, 제 4 실시예에 따른 기관 세정 장치(5C)는, 기관 세정 장치(5)(도 3 참조)가 구비하는 액 공급부(30B) 대신에 액 공급부(30B')를 구비한다.
- [0141] 액 공급부(30B')는 노즐(31B) 및 노즐(31E)과 함께 노즐(31C)을 더 구비한다. 노즐(31C)은 암(32b)에 대하여 비스듬하게 지지되어 있고, 노즐(31B)이 웨이퍼(W)의 중앙 상방에 위치한 경우, 토출구가 웨이퍼(W)의 주연 방향을 향하도록 구성된다. 또한, 노즐(31C)은 제 3 액 공급부의 일례이다.

- [0142] 노즐(31C)에는, 도시하지 않은 밸브를 개재하여 제거액 공급원(7c)(도 3 참조)이 접속된다. 그리고, 노즐(31C)은 제거액 공급원(7c)으로부터 공급되는 알칼리 현상액을 웨이퍼(W)의 주연 방향으로 토출한다. 이에 의해, 보지부(21a)를 세정하는데 충분한 유량·유속의 알칼리 현상액이 보지부(21a)로 공급된다.
- [0143] 또한, 노즐(31C)에 접속되는 밸브는 노즐(31B)에 접속되는 밸브(8c)(도 3 참조)와는 상이한 밸브이다. 따라서, 알칼리 현상액의 공급 개시 타이밍 및 공급 정지 타이밍을 노즐(31B)과 노즐(31C)에서 개별적으로 제어할 수 있다. 기관 세정 장치(5C)의 그 외의 구성은, 기관 세정 장치(5)와 동일하기 때문에 여기서의 설명은 생략한다.
- [0144] 제 4 실시예에 따른 기관 세정 장치(5C)는, 제어 장치(6)에 의한 제어에 따라, 액 공급부(30B')를 이용한 보지부(21a)의 세정 처리를 행한다. 구체적으로, 상술한 제거액 공급 처리(도 4의 단계(S105))에서, 노즐(31B)이 웨이퍼(W)의 중앙 상방에 위치한 후, 노즐(31C)에 접속되는 도시하지 않은 밸브와 밸브(8c)(도 3 참조)가 소정 시간 개방됨으로써, 제거액인 알칼리 현상액이, 노즐(31B)로부터 회전하는 웨이퍼(W) 상으로 공급되고, 또한 노즐(31C)로부터 회전하는 보지부(21a)로 공급된다.
- [0145] 이에 의해, 보지부(21a)에 부착한 톱 코트막이 용해되고, 보지부(21a)로부터 제거된다. 즉, 보지부(21a)가 세정된다.
- [0146] 노즐(31C)에 접속되는 밸브는, 밸브(8c)(도 3 참조)보다 먼저 폐쇄된다. 이에 의해, 노즐(31C)로부터 보지부(21a)로의 알칼리 현상액의 공급이, 노즐(31B)로부터 웨이퍼(W)로의 알칼리 현상액의 공급보다 먼저 정지한다.
- [0147] 이에 의해, 보지부(21a)에 부착한 톱 코트막이 노즐(31C)로부터 공급되는 알칼리 현상액에 의해 웨이퍼(W)에 비산했다 하더라도, 노즐(31B)로부터 공급되는 알칼리 현상액에 의해 웨이퍼(W)에의 부착을 방지하고, 또한 세정할 수 있다.
- [0148] 이와 같이, 제 4 실시예에 따른 기관 세정 장치(5C)에 의하면, 보지부(21a)에 대하여 알칼리 현상액을 공급하는 노즐(31C)을 더 구비하는 것으로 했기 때문에, 보지부(21a)에 부착한 톱 코트막을 제거할 수 있어, 웨이퍼(W)가 오염되어 손상되거나 또는 먼지가 발생하는 것 등을 방지할 수 있다.
- [0149] 또한 여기서, 노즐(31B)로부터 웨이퍼(W)로의 알칼리 현상액의 공급이 정지되기 전에, 노즐(31C)로부터 보지부(21a)로의 알칼리 현상액의 공급을 정지할 경우의 예를 나타냈지만, 노즐(31C)의 정지 타이밍은 이에 한정되지 않는다. 예를 들면, 노즐(31C)로부터 보지부(21a)로의 알칼리 현상액의 공급은, 린스 처리가 종료하기 전, 즉 노즐(31E)로부터 웨이퍼(W)로의 CDIW의 공급이 정지되기 전에 정지해도 된다. 이러한 경우라도, 보지부(21a)로부터 웨이퍼(W) 상에 비산한 톱 코트막을 노즐(31E)로부터 공급되는 CDIW에 의해 세정할 수 있다.
- [0150] 이와 같이, 노즐(31C)로부터 보지부(21a)로의 알칼리 현상액의 공급은, 노즐(31B)로부터 웨이퍼(W)로의 처리액(알칼리 현상액) 또는 노즐(31E)로부터 웨이퍼(W)로의 CDIW의 공급이 정지되기 전에 정지하면 된다.
- [0151] (제 5 실시예)
- [0152] 이어서, 제 5 실시예에 따른 기관 세정 장치에 대하여 설명한다. 도 10a 및 도 10b는, 제 5 실시예에 따른 회전 보지 기구의 구성을 도시한 모식도이다.
- [0153] 도 10a에 도시한 바와 같이, 제 5 실시예에 따른 기관 세정 장치(5D)는, 기관 세정 장치(5)(도 3 참조)가 구비하는 회전 보지 기구(21) 대신에 회전 보지 기구(21')를 구비한다. 기관 세정 장치(5D)의 그 외의 구성은, 기관 세정 장치(5)와 동일하기 때문에 여기서의 설명은 생략한다.
- [0154] 회전 보지 기구(21')는, 회전 보지 기구(21)가 구비하는 보지부(21a) 대신에 웨이퍼(W)를 보지하는 제 1 보지부(21e)와, 제 1 보지부(21e)와 독립하여 동작 가능한 제 2 보지부(21f)를 구비한다.
- [0155] 제 1 보지부(21e)는, 웨이퍼(W)의 둘레 방향을 따라 등간격으로 복수개, 여기서는 120도 간격으로 3 개 설치되어 있고, 웨이퍼(W)의 직경 방향을 따라 이동 가능하게 구성된다. 또한 제 2 보지부(21f)는, 제 1 보지부(21e) 사이에 등간격으로 배치되어 있고, 제 1 보지부(21e)와 마찬가지로 웨이퍼(W)의 직경 방향을 따라 이동 가능하게 구성된다.
- [0156] 이와 같이, 제 5 실시예에 따른 기관 세정 장치(5D)는, 독립하여 동작 가능한 2 개의 보지부를 구비하고 있고, 이들을 이용하여 웨이퍼(W)의 보지의 교체를 행할 수 있다.
- [0157] 예를 들면 도 10a에는, 웨이퍼(W)가 제 1 보지부(21e)에 의해 보지된 상태를 도시하고 있다. 이러한 상태에서, 제 2 보지부(21f)를 웨이퍼(W)에 근접한 방향으로 이동시킨 후, 제 1 보지부(21e)를 웨이퍼(W)로부터 멀어지는

방향으로 이동시킴으로써, 도 10b에 도시한 바와 같이, 웨이퍼(W)를 제 1 보지부(21e)로부터 제 2 보지부(21f)로 보지 교체할 수 있다.

- [0158] 이어서, 웨이퍼(W)의 보지의 교체를 행하는 타이밍에 대하여 도 11a 및 도 11b를 이용하여 설명한다. 도 11a는, 웨이퍼(W)의 보지의 교체 타이밍을 나타낸 도이다. 또한, 도 11b는, 웨이퍼(W)의 보지의 교체 타이밍의 다른 예를 나타낸 도이다.
- [0159] 도 11a에 나타낸 바와 같이, 제 1 보지부(21e) 및 제 2 보지부(21f) 사이에서의 웨이퍼(W)의 보지의 교체는, 제거액 공급 처리(도 4의 단계(S105)) 중의 소정의 타이밍에서 행해진다. 구체적으로, 제거액 공급 처리의 개시 후, 알칼리 현상액에 의해 톱 코트막이 어느 정도 세정되고, 제 2 보지부(21f)에 톱 코트막이 부착할 우려가 없어진 타이밍에서, 제 2 보지부(21f)를 웨이퍼(W)에 근접하는 방향으로 이동시키고, 이 후 제 1 보지부(21e)를 웨이퍼(W)로부터 멀어지는 방향으로 이동시킨다.
- [0160] 이와 같이 제 5 실시예에서는, 제 1 보지부(21e) 및 제 2 보지부(21f) 사이에서 웨이퍼(W)의 보지의 교체를 행한다. 이 때문에, 가령 제 1 보지부(21e)에 톱 코트막이 부착되어 있었다 하더라도, 제 2 보지부(21f)에의 보지의 교체를 행함으로써, 웨이퍼(W)가 오염되어 손상되거나 또는 먼지가 발생하는 것 등을 방지할 수 있다.
- [0161] 또한, 제 1 보지부(21e)로부터 제 2 보지부(21f)에의 보지의 교체는, 도 11b에 나타낸 바와 같이, 휘발 촉진 처리의 종료 직후에 행해도 된다. 톱 코트액은, 교체화함으로써 제 2 보지부(21f)에 부착하기 어려워지기 때문에, 휘발 촉진 처리의 완료 직후에 행했다 하더라도, 웨이퍼(W)가 오염되어 손상되거나 또는 먼지가 발생하는 것 등을 방지할 수 있다.
- [0162] 또한, 기관 세정 장치(5D)는, 제 4 실시예에 따른 기관 세정 장치(5C)와 같이, 제 1 보지부(21e)로 알칼리 제거액을 공급하는 노즐을 구비하고 있어도 되고, 이러한 노즐을 이용하여 제 1 보지부(21e)를 정기적으로 세정하는 것으로 해도 된다. 또한 이러한 세정 처리는, 챔버 내에 웨이퍼(W)가 존재하지 않은 상태에서 행하는 것이 바람직하다.
- [0163] (그 외의 실시예)
- [0164] 그런데 상술한 각 실시예에서는, 회전 보지 기구가, 웨이퍼(W)의 주연부를 보지하는 메커니컬 척일 경우의 예에 대하여 나타냈다. 그러나, 회전 보지 기구는 메커니컬 척에 한정되지 않고, 웨이퍼(W)를 흡착 보지하는 버큘 척이어도 된다.
- [0165] 또한, 이러한 버큘 척은 가열 기구를 구비하고 있어도 된다. 이에 의해, 흡착 보지한 웨이퍼(W)를 직접적으로 가열할 수 있기 때문에, 톱 코트액에 포함되는 휘발 성분의 휘발을 보다 효과적으로 촉진시킬 수 있다.
- [0166] 또한, 상술한 보지부(21a, 21e, 21f)와 동일한 보지부를 버큘 척에 설치하고, 버큘 척과 보지부의 사이에서 웨이퍼(W)의 보지의 교체를 행해도 된다. 이러한 경우, 성막용 처리액 공급 처리(도 4의 단계(S103))에서는, 웨이퍼(W)의 상면과 접촉하는 부위가 없고, 웨이퍼(W)의 상면 전체에 톱 코트액을 확산시킬 수 있는 버큘 척을 이용하는 것이 바람직하고, 제거액 공급 처리(도 4의 단계(S105))에서는, 웨이퍼(W)의 이면을 세정하는 것이 용이한 보지부를 이용하는 것이 바람직하다. 따라서, 휘발 촉진 처리의 완료 후, 버큘 척으로부터 보지부에의 보지의 교체를 행하는 것이 바람직하다.
- [0167] 그런데 상술한 각 실시예에서는, 성막용 처리액으로서 톱 코트액을 이용할 경우의 예에 대하여 설명했지만, 성막용 처리액은 톱 코트액에 한정되지 않는다.
- [0168] 예를 들면, 성막용 처리액은 페놀 수지를 포함하는 처리액이어도 된다. 이러한 페놀 수지도 상술한 아크릴 수지와 마찬가지로 경화 수축을 일으키기 때문에, 톱 코트액과 마찬가지로 파티클에 장력을 부여한다고 하는 점에서 유효하다.
- [0169] 페놀 수지를 포함하는 성막용 처리액으로서, 예를 들면 레지스트액이 있다. 레지스트액은 웨이퍼(W) 상에 레지스트막을 형성하기 위한 성막용 처리액이다. 구체적으로, 레지스트액에는 노블락형 페놀 수지가 포함된다.
- [0170] 또한, 레지스트액을 성막용 처리액으로서 이용할 경우에는, 레지스트액을 용해시킬 수 있는 시너를 제거액으로서 이용하면 된다. 제거액으로서 시너를 이용할 경우, 제거액 공급 처리 후의 린스 처리를 생략하는 것이 가능하다. 또한, 레지스트액을 성막용 처리액으로서 이용할 경우에는, 웨이퍼(W) 상에 형성된 레지스트막에 대하여 전면(全面) 노광 등의 노광 처리를 행한 후에 제거액을 공급하는 것으로 해도 된다. 이러한 경우, 제거액은 현상액이어도 시너여도 된다.

- [0171] 성막용 처리액에 포함되는 합성 수지는 경화 수축하는 것이면 되고, 상기한 아크릴 수지 또는 페놀 수지에 한정되지 않는다. 예를 들면, 성막용 처리액에 포함되는 합성 수지는 에폭시 수지, 멜라닌 수지, 요소 수지, 불포화 폴리에스테르 수지, 알키드 수지, 폴리우레탄, 폴리이미드, 폴리에틸렌, 폴리프로필렌, 폴리염화비닐, 폴리스틸렌, 폴리초산비닐, 폴리테트라 플루오르 에틸렌, 아크릴로니트릴 부타디엔 스티렌 수지, 아크릴로니트릴 스티렌 수지, 폴리아미드, 나일론, 폴리아세탈, 폴리카보네이트, 변성 폴리페닐렌 에테르, 폴리부틸렌 테레프탈레이트, 폴리에틸렌 테레프탈레이트, 폴리페닐렌 설파이드, 폴리술폰, 폴리에테르 에테르 케톤, 폴리아미드 이미드 등이어도 된다.
- [0172] 또한, 성막용 처리액으로서 반사 방지막액을 이용해도 된다. 반사 방지막액이란, 웨이퍼(W) 상에 반사 방지막을 형성하기 위한 성막용 처리액이다. 또한 반사 방지막이란, 웨이퍼(W)의 표면 반사를 경감하고, 투과율을 증가시키기 위한 보호막이다. 이러한 반사 방지막액을 성막용 처리액으로서 이용할 경우에는, 반사 방지막액을 용해시킬 수 있는 순수(예를 들면, CDIW 또는 HDIW)를 제거액으로서 이용할 수 있다.
- [0173] 또한 성막용 처리액은, 휘발 성분 및 합성 수지와 함께 웨이퍼(W) 또는 웨이퍼(W) 상에 구성되는 재료 혹은 웨이퍼(W) 상에 부착하는 이물을 용해하는 소정의 약액을 더 포함하고 있어도 된다. 여기서 ‘웨이퍼(W) 상에 구성되는 재료’란 예를 들면 웨이퍼(W)의 하지막이며, ‘웨이퍼(W) 상에 부착하는 이물’이란 예를 들면 입자 형상의 금속계 오염물(파티클)이다. 또한 ‘소정의 약액’ 으로서는, 예를 들면 불화 수소, 불화 암모늄, 염산, 황산, 과산화 수소수, 인산, 초산, 질산, 수산화 암모늄 등이 있다. 이들 약액에 의해 하지막 또는 파티클의 표면이 용해됨으로써, 파티클의 부착력이 약해지기 때문에, 파티클을 제거하기 쉬운 상태로 할 수 있다.
- [0174] ‘소정의 약액’ 은, 화학적 작용을 이용하여 세정을 행하는 통상의 약액 세정에서의 약액과 비교하여 에칭량이 적은 조건에서 사용된다. 이 때문에, 통상의 약액 세정과 비교하여 하지막에의 침식을 억제하면서, 보다 효과적인 파티클 제거를 행할 수 있다.
- [0175] 또한 상술한 각 실시예에서는, 제거액으로서 알칼리 현상액을 이용한 경우의 예에 대하여 설명했지만, 제거액은, 알칼리 현상액에 과산화 수소수를 더한 것이어도 된다. 이와 같이, 알칼리 현상액에 과산화 수소수를 더함으로써, 알칼리 현상액에 의한 웨이퍼 표면의 먼 거칠기를 억제할 수 있다.
- [0176] 또한, 제거액은 시너, 톨루엔, 초산에스테르류, 알코올류, 글리콜류(프로필렌 글리콜 모노메틸 에테르) 등의 유기 용제여도 되고, 초산, 의산, 히드록시 초산 등의 산성 현상액이어도 된다.
- [0177] 또한, 제거액은 계면 활성제를 더 포함하고 있어도 된다. 계면 활성제에는 표면 장력을 약화시키는 기능이 있기 때문에, 파티클의 웨이퍼(W) 등에서의 재부착을 억제할 수 있다.
- [0178] 또한 상술한 각 실시예에서는, 웨이퍼(W)를 회전 가능하게 지지하는 기관 지지부를 이용하여 웨이퍼(W)를 회전시키고, 회전에 수반하는 원심력에 의해 톱 코트 등의 처리액을 웨이퍼(W) 상에 확산시키는 것으로 했다. 그러나, 이에 한정되지 않고, 예를 들면 슬릿 노즐을 이용하여, 웨이퍼(W)를 회전시키지 않고 처리액을 웨이퍼(W) 상에 확산시켜도 된다. 이러한 경우, 기관 지지부는 회전 기구를 구비하지 않아도 된다.
- [0179] 새로운 효과 및 변형예는, 당업자에 의해 용이하게 도출할 수 있다. 이 때문에, 본 발명의 보다 광범위한 태양은, 이상과 같이 나타내고 또한 기술한 특정의 상세 및 대표적인 실시예에 한정되지 않는다. 따라서, 첨부한 특허 청구의 범위 및 그 균등물에 의해 정의되는 총괄적인 발명의 개념의 정신 또는 범위로부터 이탈하지 않고, 다양한 변경이 가능하다.

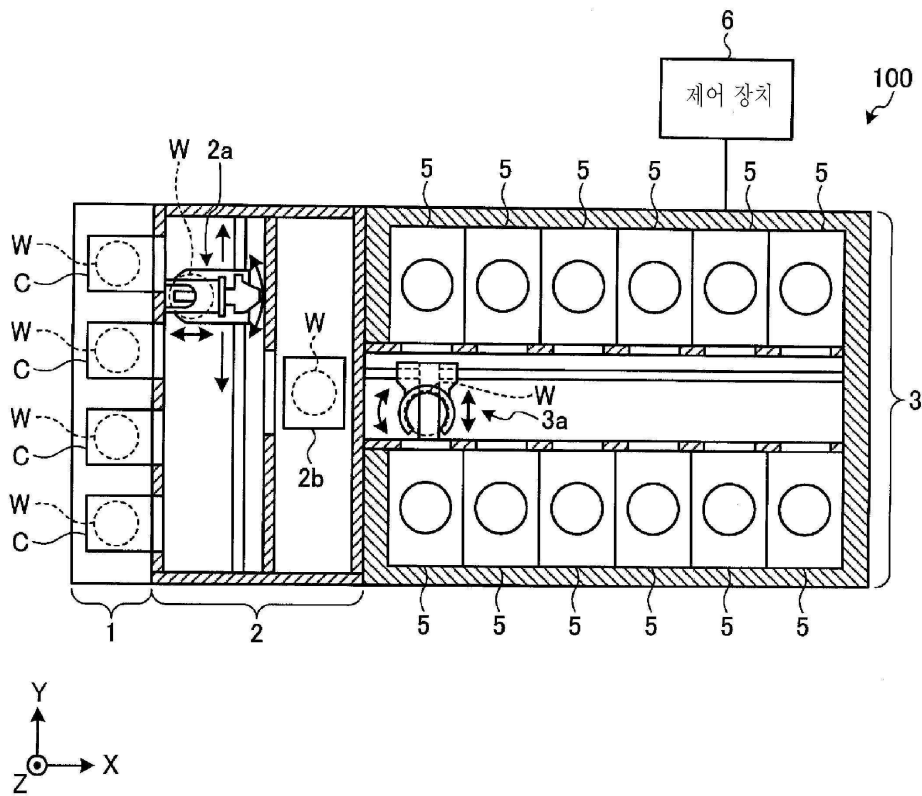
부호의 설명

- [0180] W : 웨이퍼
- 5 : 기관 세정 장치
- 6 : 제어 장치
- 9 : 감압 장치
- 10 : 챔버
- 11 : 배기구
- 20 : 기관 지지부

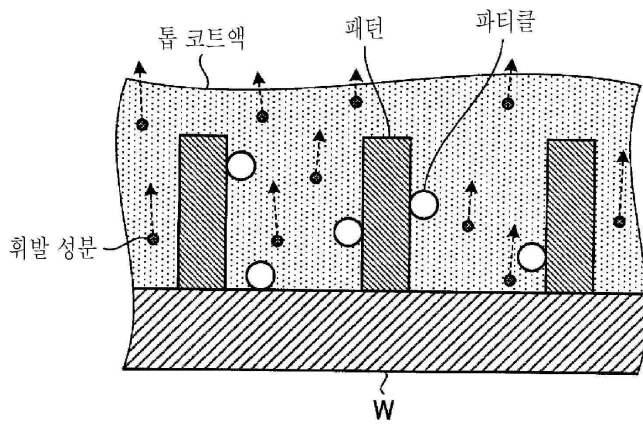
- 21 : 회전 방지 기구
- 22 : 기체 공급부
- 30A, 30B : 액 공급부
- 31A ~ 31E : 노즐
- 40 : 회수 컵
- 41 : 배액구
- 42 : 배기구
- 50 : 기류 형성 유닛
- 100 : 기관 세정 시스템

도면

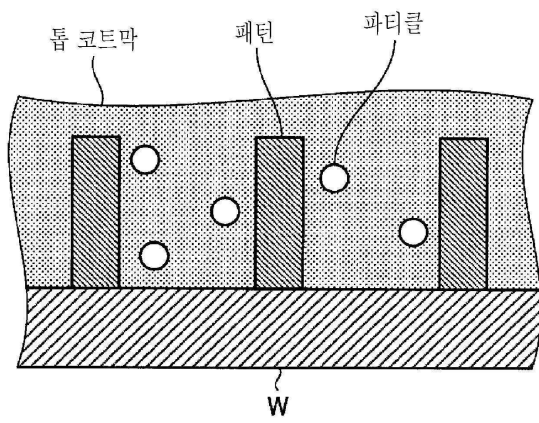
도면1



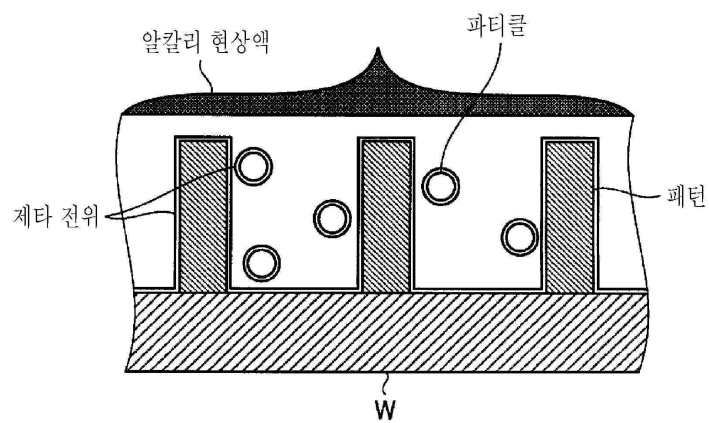
도면2a



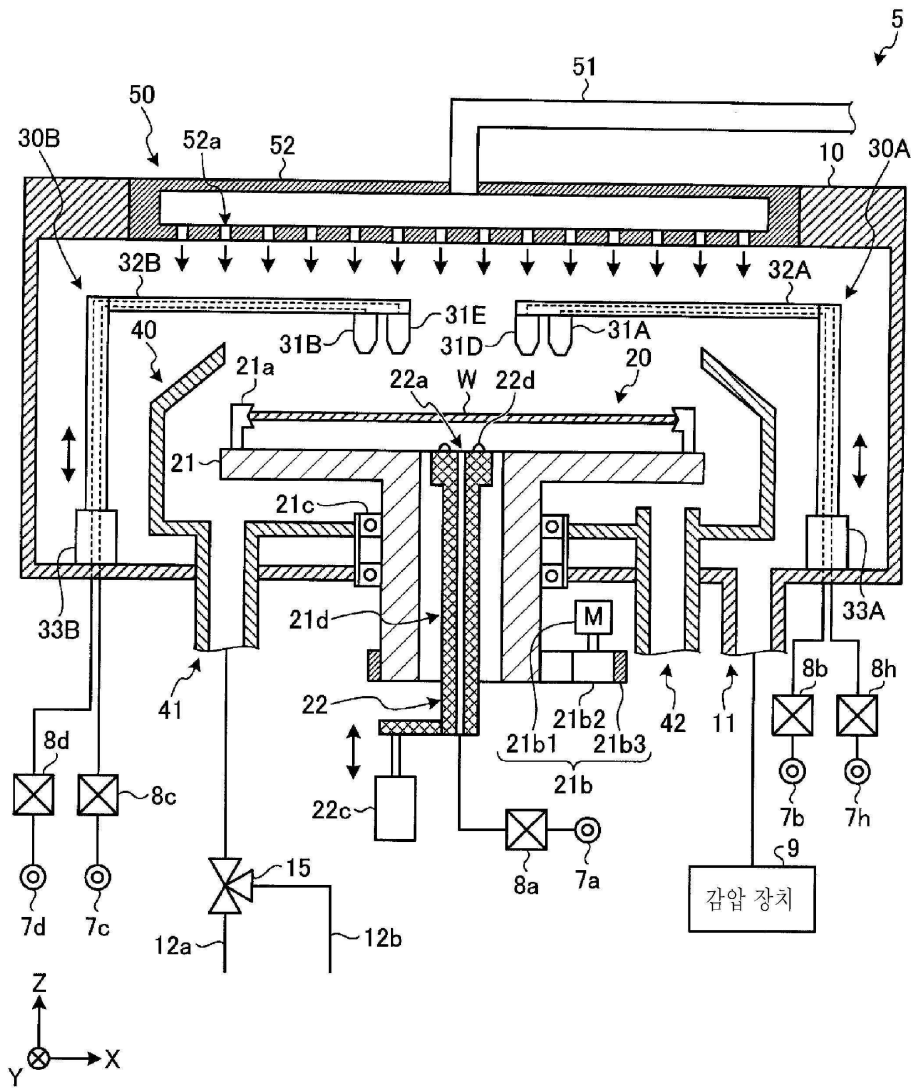
도면2b



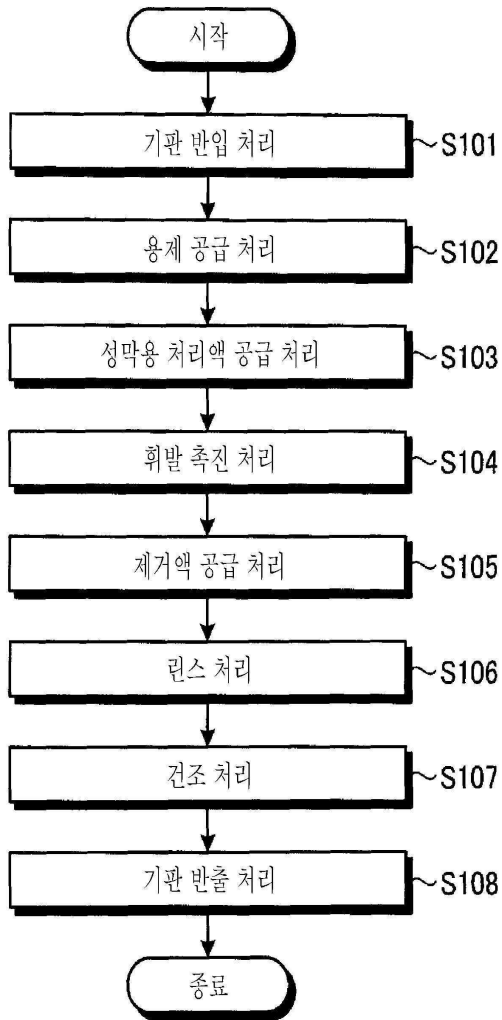
도면2c



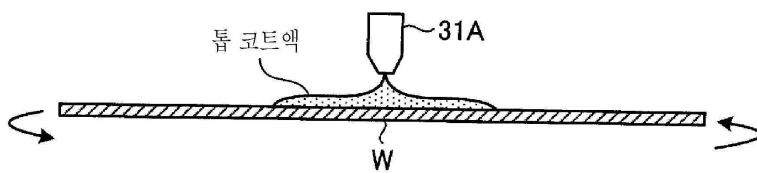
도면3



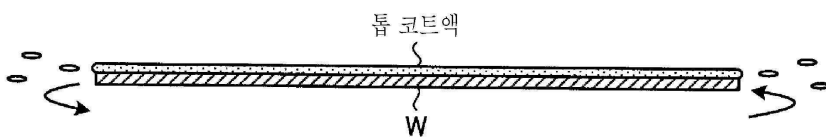
도면4



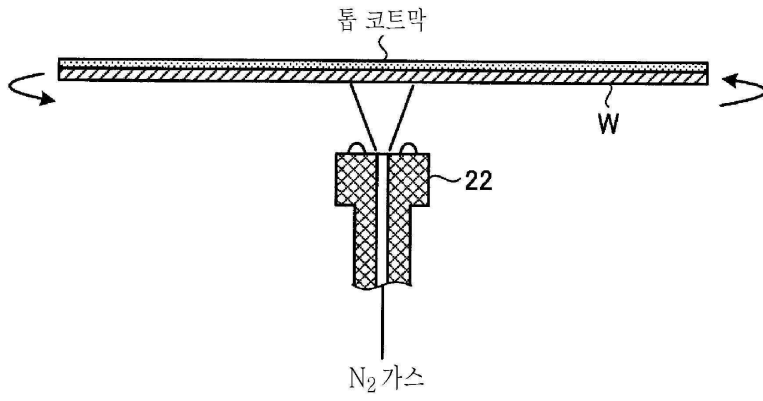
도면5a



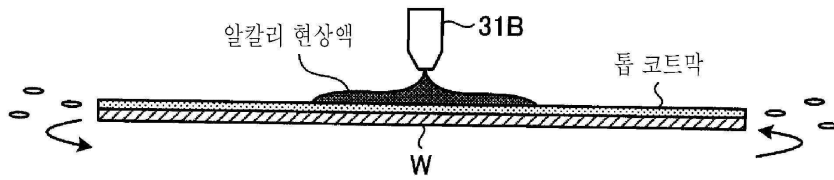
도면5b



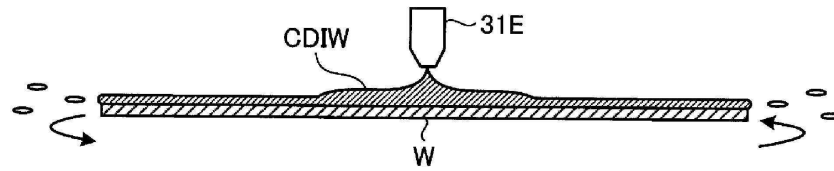
도면5c



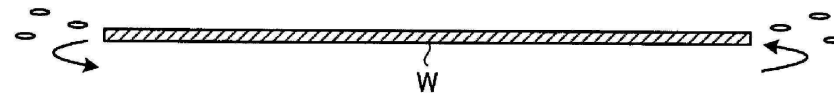
도면5d



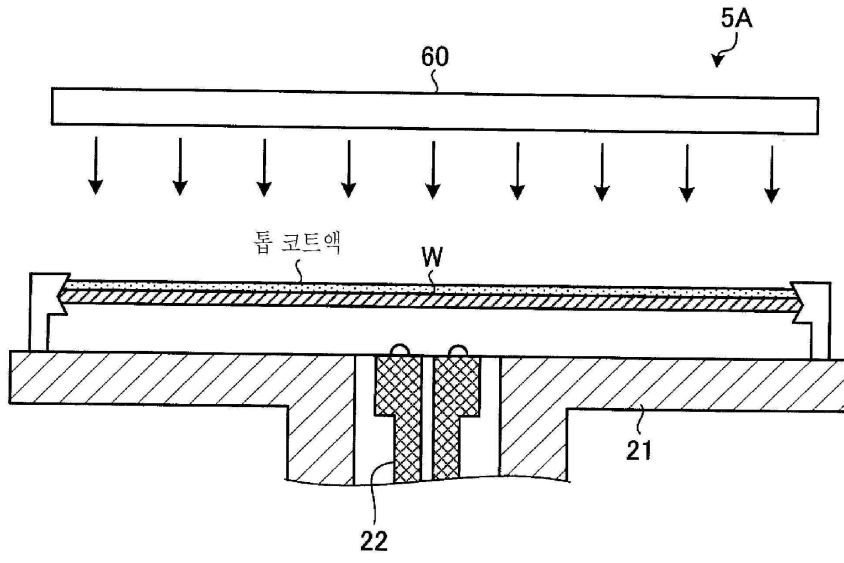
도면5e



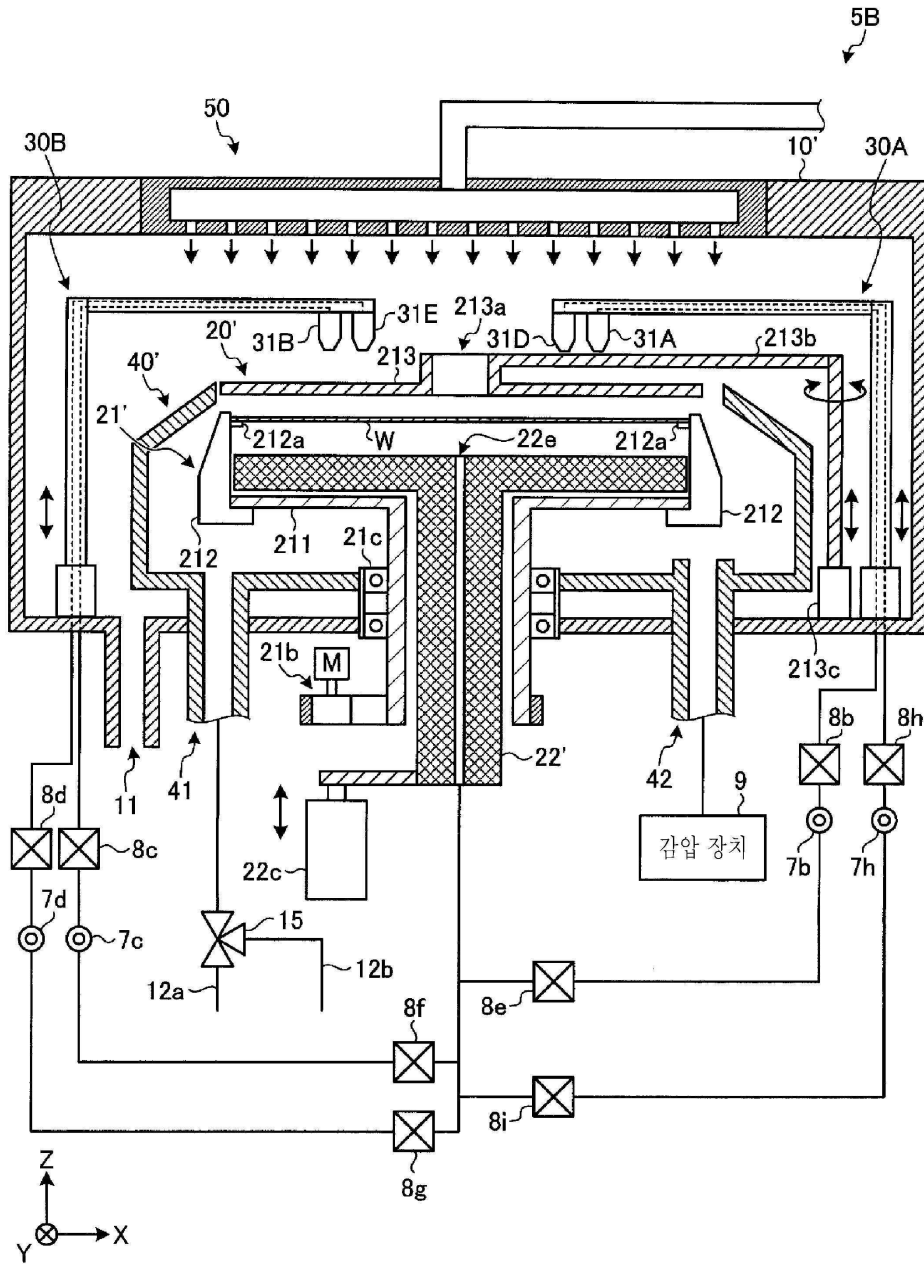
도면5f



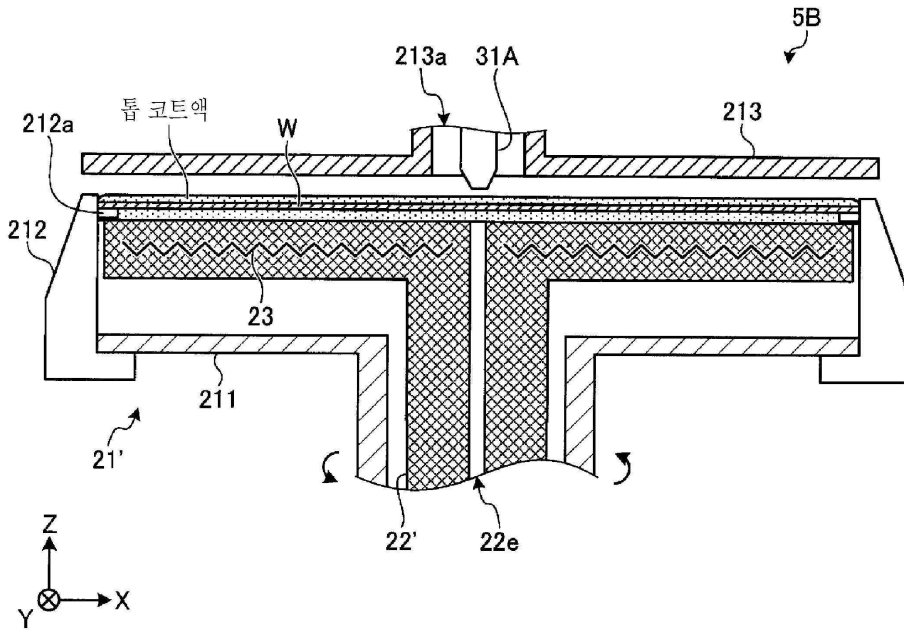
도면6



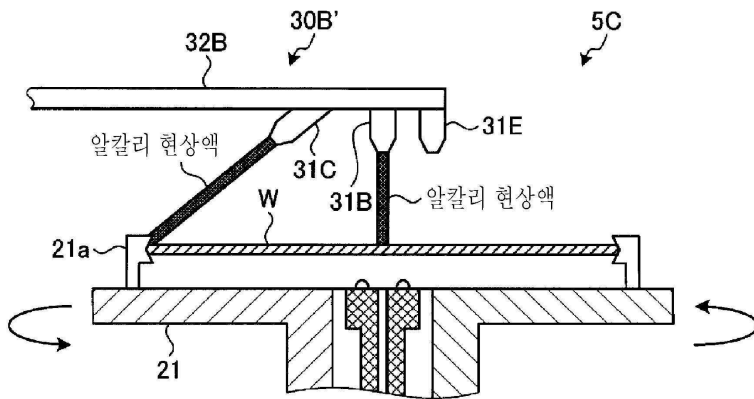
도면7



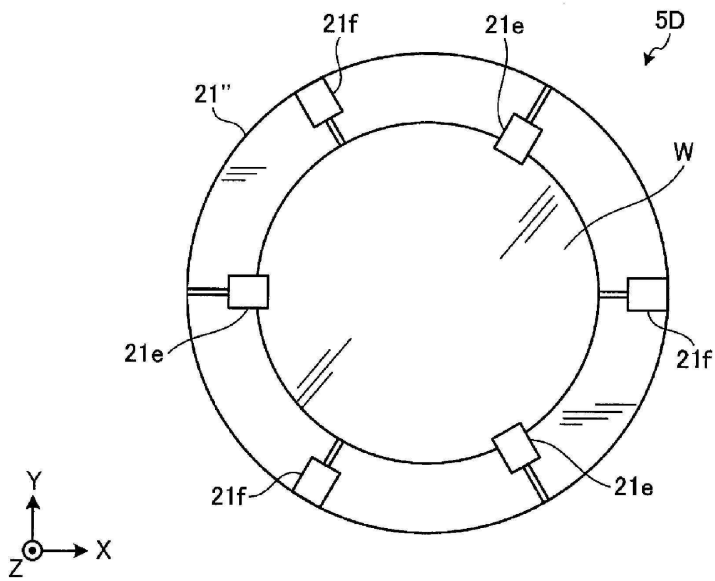
도면8



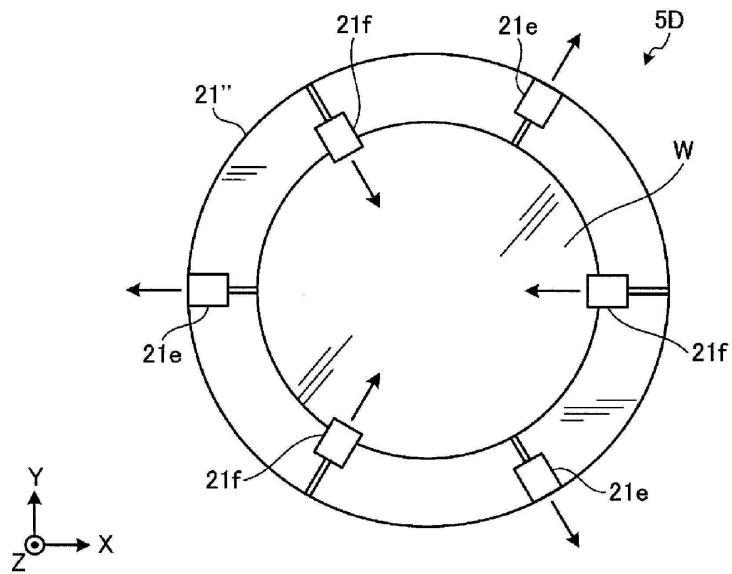
도면9



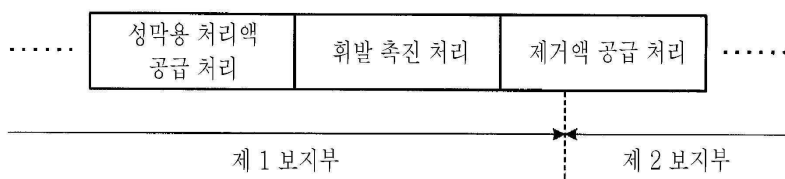
도면10a



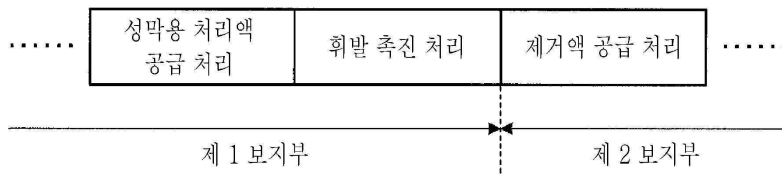
도면10b



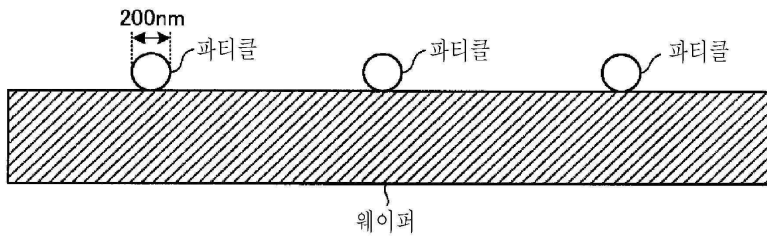
도면11a



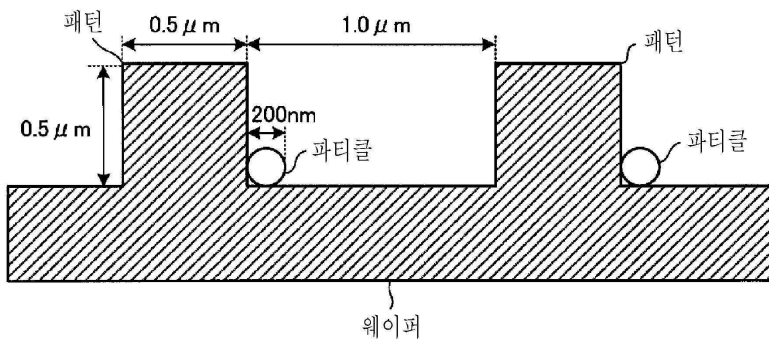
도면11b



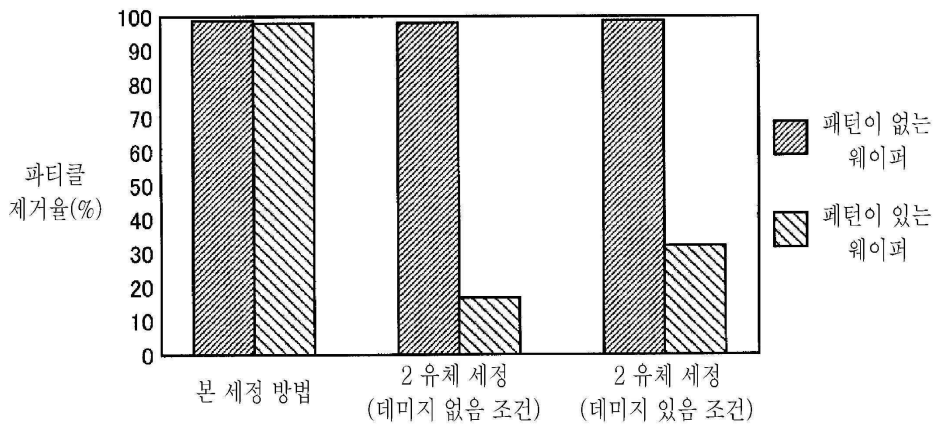
도면12a



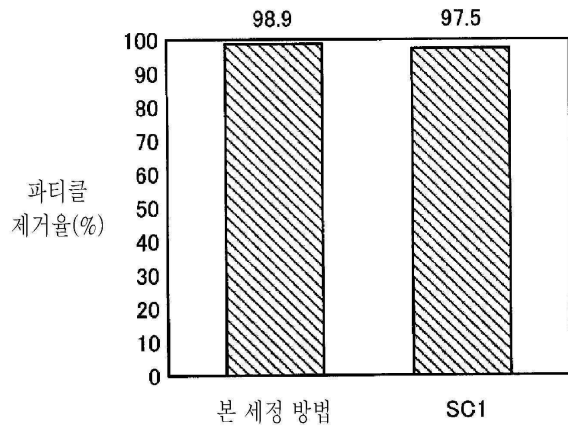
도면12b



도면13



도면14



도면15

