



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년06월12일

(11) 등록번호 10-1867250

(24) 등록일자 2018년06월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

*H01L 21/027* (2006.01) *G02F 1/13* (2006.01)  
*G02F 1/1333* (2006.01) *H01L 21/304* (2006.01)  
*H01L 21/306* (2006.01) *H01L 21/66* (2006.01)

(52) CPC특허분류

*H01L 21/027* (2013.01)  
*G02F 1/13* (2013.01)

(21) 출원번호 10-2017-7019849(분할)

(22) 출원일자(국제) 2014년03월25일

심사청구일자 2017년07월17일

(85) 번역문제출일자 2017년07월17일

(65) 공개번호 10-2017-0087524

(43) 공개일자 2017년07월28일

(62) 원출원 특허 10-2015-7024852

원출원일자(국제) 2014년03월25일

심사청구일자 2015년09월10일

(86) 국제출원번호 PCT/JP2014/058241

(87) 국제공개번호 WO 2014/157180

국제공개일자 2014년10월02일

(30) 우선권주장

JP-P-2013-073877 2013년03월29일 일본(JP)

JP-P-2014-060462 2014년03월24일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌

KR1020070082880 A\*

(뒷면에 계속)

전체 청구항 수 : 총 4 항

심사관 : 심병로

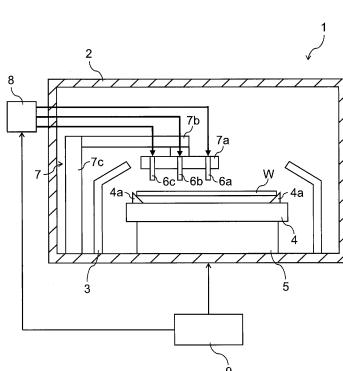
(54) 발명의 명칭 기판 처리 장치 및 기판 처리 방법

### (57) 요 약

실시형태에 따른 기판 처리 장치(1)는, 기판(W)을 평면 내에서 지지하는 지지부(4)와, 그 지지부(4)에 의해 지지된 기판(W)의 표면에 교차하는 축을 회전축으로 하여 지지부(4)를 회전시키는 회전 기구(5)와, 지지부(4)에 의해 지지된 기판(W)의 중심으로부터 둘레 가장자리에 나란히 설치되고, 회전 기구(5)에 의해 회전하고 있는 지지부

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도1



(4) 상의 기판(W)의 표면에 처리액을 각각 토출하는 복수개의 노즐(6a, 6b 및 6c)과, 회전 기구(5)에 의해 회전하고 있는 지지부(4) 상의 기판(W)의 표면에 형성되는 처리액의 액막의 두께에 따라서, 복수개의 노즐(6a, 6b 및 6c)에 각각 상이한 토출 타이밍에 처리액을 토출시키는 제어부(9)를 구비한다.

(52) CPC특허분류

*G02F 1/1333* (2013.01)

*H01L 21/304* (2013.01)

*H01L 21/306* (2013.01)

*H01L 22/12* (2013.01)

(72) 발명자

나가시마 유지

일본 가나가와켄 요코하마시 사카에쿠 가사마  
2-5-1 시바우라 메카트로닉스 가부시끼가이샤 나이

이소 아키노리

일본 가나가와켄 요코하마시 사카에쿠 가사마  
2-5-1 시바우라 메카트로닉스 가부시끼가이샤 나이

(56) 선행기술조사문헌

KR1020130016036 A\*

JP2002346461 A

JP2004237157 A

KR1020030065412 A\*

KR1020090028414 A\*

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

삭제

#### 청구항 2

삭제

#### 청구항 3

삭제

#### 청구항 4

삭제

#### 청구항 5

삭제

#### 청구항 6

삭제

#### 청구항 7

처리액을 이용하여 기판을 처리하는 기판 처리 방법으로서,

기판을 평면 내에서 회전시키는 공정과,

회전하고 있는 상기 기판의 표면에, 상기 기판의 위쪽에 위치하여 상기 기판의 중심으로부터 둘레 가장자리에 나열된 복수개의 노즐로부터 각각 상이한 토출 타이밍에서 동일한 처리액을 토출시켜, 상기 기판의 표면을 상기 처리액에 의해 덮는 공정을 갖고,

상기 기판의 표면을 상기 처리액에 의해 덮는 공정에서는, 상기 복수개의 노즐 중, 제1 노즐과, 이 제1 노즐에 인접하고 또한 상기 제1 노즐보다 상기 기판의 둘레 가장자리 측에 위치하는 제2 노즐에 대하여, 상기 제1 노즐로부터의 상기 처리액의 토출이 정지한 타이밍으로부터 시간  $t_4$ 후에, 상기 제2 노즐로부터의 상기 처리액의 토출을 개시시키고, 상기 제2 노즐로부터의 상기 처리액의 토출이 정지한 타이밍으로부터 시간  $t_5$ 후에, 상기 제1 노즐로부터의 상기 처리액의 토출을 재개시키며,  $0 \leq t_5 \leq t_4$ 의 관계식이 성립하는 것을 특징으로 하는 기판 처리 방법.

#### 청구항 8

삭제

#### 청구항 9

삭제

#### 청구항 10

제7항에 있어서, 상기 기판의 표면을 상기 처리액에 의해 덮는 공정에서는, 상기 기판의 중심으로부터 둘레 가장자리로 향하는 순서 또는 상기 기판의 둘레 가장자리로부터 중심으로 향하는 순서로 상기 복수개의 노즐로부터 상기 처리액을 토출시키는 것을 특징으로 하는 기판 처리 방법.

#### 청구항 11

제7항 또는 제10항에 있어서, 상기 기판의 표면을 상기 처리액에 의해 덮는 공정에서는, 상기 복수개의 노즐로부터 토출하는 상기 처리액의 온도를 상기 기판의 중심으로부터 둘레 가장자리로 향하는 순서로 높아지도록, 상기 노즐마다 바꿔 상기 복수개의 노즐로부터 상기 처리액을 토출시키는 것을 특징으로 하는 기판 처리 방법.

## 청구항 12

제7항 또는 제10항에 있어서, 상기 기판의 표면을 상기 처리액에 의해 덮는 공정에서는, 상기 처리액의 농도를 상기 기판의 중심으로부터 둘레 가장자리로 향하는 순서 또는 상기 기판의 둘레 가장자리로부터 중심으로 향하는 순서로 높게 하여 상기 복수개의 노즐로부터 상기 처리액을 토출시키는 것을 특징으로 하는 기판 처리 방법.

### 발명의 설명

#### 기술 분야

[0001] 본 발명의 실시형태는, 기판 처리 장치 및 기판 처리 방법에 관한 것이다.

#### 배경 기술

[0002] 기판 처리 장치는, 반도체나 액정 패널 등의 제조 공정에 있어서, 웨이퍼나 액정 기판 등의 기판의 표면에 처리액(예컨대, 레지스트 박리액이나 세정액 등)을 공급하여 기판 표면을 처리하는 장치이다. 이 기판 처리 장치 중에는, 기판을 수평 상태로 회전시키고, 그 기판 표면의 중앙에 대향하는 1개의 노즐로부터 기판 표면에 처리액을 공급하고, 그 처리액을 회전에 의한 원심력에 의해 기판 표면에 퍼지는 스팬 처리를 행하는 기판 처리 장치가 제안되어 있다(예컨대 특허문현 1 참조).

#### 선행기술문현

##### 특허문현

[0003] (특허문현 0001) 특허문현 1 : 일본 특허 공개 제2002-336761호 공보

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

[0004] 전술한 기판 처리 장치에서는, 기판 중심 부근에는 새로운 처리액(신선한 처리액)이 공급되지만, 기판 중심 부근에 공급된 처리액은 원심력에 의해 기판 둘레 가장자리부로 흘러가기 때문에, 기판 둘레 가장자리부에는 반응 혹은 오염이 진행된 처리액(신선하지 않은 처리액)이 공급되게 된다. 이 때문에, 기판 중심부와 기판 둘레 가장자리부에서는 처리에 차가 생겨 버린다. 이 처리차를 억제하기 위해, 기판 둘레 가장자리부의 처리가 완료할 때 까지 처리액을 계속 공급하게 되지만, 그 만큼 처리 시간이 길어지고, 또한 처리액의 소비량도 커져 버린다.

[0005] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는, 처리 시간의 단축 및 처리액 소비량의 삭감을 실현할 수 있는 기판 처리 장치 및 기판 처리 방법을 제공하는 것이다.

#### 과제의 해결 수단

[0006] 실시형태에 따른 기판 처리 장치는, 기판을 평면 내에서 지지하는 지지부와, 지지부에 의해 지지된 기판의 표면에 교차하는 축을 회전축으로 하여 지지부를 회전시키는 회전 기구와, 지지부에 의해 지지된 기판의 중심으로부터 둘레 가장자리에 나란히 설치되고, 회전 기구에 의해 회전하고 있는 지지부 상의 기판의 표면에 처리액을 각각 토출하는 복수개의 노즐과, 회전 기구에 의해 회전하고 있는 지지부 상의 기판의 표면에 형성되는 처리액의 액막의 두께에 따라서, 복수개의 노즐에게 각각 상이한 토출 타이밍에서 처리액을 토출하게 하는 제어부를 구비한다.

[0007] 실시형태에 따른 기판 처리 방법은, 기판을 평면 내에서 회전시키는 공정과, 회전하고 있는 기판의 표면에, 그 기판의 표면에 형성되는 처리액의 액막의 두께에 따라서, 기판의 중심으로부터 둘레 가장자리에 나열된 복수개의 노즐로부터 각각 상이한 토출 타이밍에서 처리액을 토출하는 공정을 포함한다.

## 발명의 효과

[0008] 본 발명에 의하면, 처리 시간의 단축 및 처리액 소비량의 감소를 실현할 수 있다.

## 도면의 간단한 설명

[0009] 도 1은 제1 실시형태에 따른 기관 처리 장치의 개략 구성을 나타내는 도면이다.

도 2는 제1 실시형태에 따른 노즐마다의 토출 타이밍을 나타내는 타이밍차트이다.

도 3은 제1 실시형태에 따른 웨이퍼 반경 위치와 접촉각의 관계를 나타내는 그래프이다.

도 4는 제2 실시형태에 따른 노즐마다의 토출 타이밍을 나타내는 타이밍차트이다.

도 5는 제2 실시형태에 따른 외주 노즐의 토출 타이밍을 설명하기 위한 제1 설명도이다.

도 6은 제2 실시형태에 따른 외주 노즐의 토출 타이밍을 설명하기 위한 제2 설명도이다.

도 7은 제2 실시형태에 따른 외주 노즐의 토출 타이밍을 설명하기 위한 제3 설명도이다.

도 8은 제2 실시형태에 따른 외주 노즐의 하부의 액막 두께를 확대하여 나타내는 도면이다.

도 9는 제2 실시형태에 따른 외주 노즐의 하부의 액막 두께와 잔류 파티클수의 관계를 나타내는 그래프이다.

도 10은 제3 실시형태에 따른 기관 처리 장치의 개략 구성을 나타내는 도면이다.

도 11은 제3 실시형태에 따른 노즐 배치를 설명하기 위한 설명도이다.

도 12는 다른 실시형태에 따른 노즐 토출 순서를 설명하기 위한 설명도이다.

## 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0010] (제1 실시형태)

[0011] 제1 실시형태에 관해 도 1 내지 도 3을 참조하여 설명한다.

[0012] 도 1에 나타낸 바와 같이, 제1 실시형태에 따른 기관 처리 장치(1)는, 처리실이 되는 처리 박스(2)와, 그 처리 박스(2) 내에 설치된 컵(3)과, 그 컵(3) 내에서 기관(W)을 수평 상태로 지지하는 지지부(4)와, 그 지지부(4)를 수평면 내에서 회전시키는 회전 기구(5)를 구비하고 있다. 또한, 기관 처리 장치(1)는, 지지부(4) 상의 기관(W)의 표면에 처리액을 각각 공급하는 복수개의 노즐(6a, 6b 및 6c)과, 이들 노즐(6a, 6b 및 6c)을 지지하여 처리 위치와 대기 위치로 이동시키는 요동(搖動) 기구(7)와, 각 노즐(6a, 6b 및 6c)에 처리액을 공급하는 액공급부(8)와, 각 부를 제어하는 제어부(9)를 구비하고 있다.

[0013] 컵(3)은, 원통형상으로 형성되어 있고, 지지부(4)를 주위로부터 둘러싸고 내부에 수용한다. 컵(3)의 둘레벽의 상부는 직경 방향의 내측을 향해 경사져 있고, 지지부(4) 상의 기관(W)이 노출되도록 개구되어 있다. 이 컵(3)은, 회전하는 기관(W) 상으로부터 흘러내린 혹은 비산한 처리액을 수취한다. 또, 컵(3)의 바닥부에는, 수취한 처리액을 배출하기 위한 배출관(도시하지 않음)이 설치되어 있다.

[0014] 지지부(4)는, 컵(3) 내의 중앙 부근에 위치 부여되고, 수평면 내에서 회전 가능하게 설치되어 있다. 이 지지부(4)는, 핀 등의 지지 부재(4a)를 복수 갖고 있고, 이들 지지 부재(4a)에 의해, 웨이퍼나 액정 기관 등의 기관(W)을 착탈 가능하게 유지한다.

[0015] 회전 기구(5)는, 지지부(4)에 연결된 회전축이나 그 회전축을 회전시키는 구동원이 되는 모터(모두 도시하지 않음) 등을 갖고 있고, 모터의 구동에 의해 회전축을 통해 지지부(4)를 회전시킨다. 이 회전 기구(5)는 제어부(9)에 전기적으로 접속되어 있고, 그 구동이 제어부(9)에 의해 제어된다.

[0016] 각 노즐(6a, 6b 및 6c)은, 지지부(4) 상의 기관(W)의 표면을 따라서 그 기관(W)의 중심으로부터 둘레 가장자리를 향해 나란히, 지지부(4) 상의 기관(W)의 표면 위쪽에 위치하도록 설치되어 있다. 이들 노즐(6a, 6b 및 6c)은, 액공급부(8)로부터 공급된 처리액을 지지부(4) 상의 기관(W)의 상측으로부터 회전중인 기관(W)의 표면을 향해 토출하여, 그 기관 표면에 공급한다. 또, 도 1에서는, 노즐 개수는 3개로 되어 있지만, 이 개수는 예시이며 특별히 한정되지는 않는다.

[0017] 제1 노즐인 노즐(6a)은, 지지부(4) 상의 기관(W)의 표면의 중심 부근에 대향하는 위치에 설치되어 있고, 제2 노

줄인 노즐(6b)은, 지지부(4) 상의 기판(W)의 표면에서의 반경 방향의 중앙 부근에 대향하는 위치에 설치되어 있다. 또한, 제3 노즐인 노즐(6c)은, 지지부(4) 상의 기판(W)의 표면의 둘레 가장자리 부근에 대향하는 위치에 설치되어 있다.

[0018] 여기서, 각 노즐(6a, 6b 및 6c)은, 지지부(4) 상의 기판(W)의 표면을 따라서 반경 방향으로 연장되는 일직선 상에 배치되어 있다. 단, 이들 노즐(6a, 6b 및 6c)의 배치는 일직선 상에 한정되지 않고, 예컨대 그 일직선을 걸치도록 교대로 배치되어 있어도 좋고, 기판(W)의 표면에 있어서 직경이 상이한 3개의 원의 원주 상에 각각 배치되어 있으면 된다.

[0019] 또, 각 노즐(6a, 6b 및 6c)로는, 토출 구경의 직경이 1 mm 이상인 노즐을 이용하는 것이 바람직하고(각 노즐(6a, 6b 및 6c)의 토출 구경은 각각 동일해도 좋고 상이해도 좋음), 또한 기판(W)의 표면에 대한 토출 각도는 90도 이하이다. 또한, 각 노즐(6a, 6b 및 6c)과 기판(W)의 표면의 이격 거리는 3 mm 이상으로 하는 것이 바람직하다.

[0020] 또한, 기판(W)의 이면도 처리할 필요가 있는 경우, 즉 기판(W)의 양면을 처리하는 경우에는, 전술한 각 노즐(6a, 6b 및 6c)에 더하여, 예컨대 지지부(4) 상의 기판(W)의 이면을 향해 처리액을 토출하는 노즐을 지지부(4) 내에 설치하고, 그 노즐로부터 처리액을 회전중인 기판(W)의 이면의 중앙에 공급하도록 해도 좋다.

[0021] 요동 기구(7)는, 각 노즐(6a, 6b 및 6c)을 유지하는 유지 헤드(7a)와, 그 유지 헤드(7a)와 함께 각 노즐(6a, 6b 및 6c)을 지지부(4) 상의 기판(W)의 표면을 따라서 이동 가능하게 지지하는 아암(7b)과, 그 아암(7b)을 수평면 내에서 회전 가능하게 지지하는 지주(7c)로 구성되어 있다. 이 요동 기구(7)는 제어부(9)에 전기적으로 접속되어 있고, 그 구동이 제어부(9)에 의해 제어된다.

[0022] 여기서, 각 노즐(6a, 6b 및 6c)은, 전술한 요동 기구(7)에 의해, 예컨대 지지부(4) 상의 기판(W)의 표면에 대향하는 처리 위치와, 그 처리 위치로부터 후퇴하여 지지부(4) 상의 기판(W)의 설치 및 반출을 가능하게 하는 대기 위치로 이동한다.

[0023] 액공급부(8)는, 처리액을 저류하는 텅크나 구동원이 되는 펌프, 공급량을 조정하는 조정 밸브가 되는 밸브(모두 도시하지 않음) 등을 구비하고 있고, 펌프의 구동에 의해 각 노즐(6a, 6b 및 6c)에 처리액을 공급한다. 이 액공급부(8)는 제어부(9)에 전기적으로 접속되어 있고, 그 구동이 제어부(9)에 의해 제어된다.

[0024] 여기서, 처리액으로는, 예컨대 오존수나 불화수소산(HF), 초순수(DIW) 등을 이용하는 것이 가능하고, 그 밖에도 처리 내용에 따라서 각종 처리액을 이용할 수 있다.

[0025] 제어부(9)는, 각 부를 집중적으로 제어하는 마이크로 컴퓨터와, 기판 처리에 관한 기판 처리 정보나 각종 프로그램 등을 기억하는 기억부를 구비하고 있다. 이 제어부(9)는, 기판 처리 정보나 각종 프로그램에 기초하여 회전 기구(5)나 액공급부(8) 등을 제어하고, 회전중인 지지부(4) 상의 기판(W)의 표면에 대하여, 액공급부(8)로부터 공급된 처리액을 각 노즐(6a, 6b 및 6c)로부터 토출하여 공급하는 기판 처리의 제어를 행한다.

[0026] 기판 처리에 있어서, 제어부(9)는, 기판(W)의 중심으로부터 둘레 가장자리로 향하는 순서로 각 노즐(6a, 6b 및 6c)에 처리액을 토출시키는 제어를 행한다. 상세히 설명하면, 제어부(9)는, 노즐(6a)에 이어지는 배관 도중의 개폐 밸브, 노즐(6b)에 이어지는 배관 도중의 개폐 밸브 및 노즐(6c)에 이어지는 배관 도중의 개폐 밸브(모두 도시하지 않음)의 각각의 개폐 상태를 제어하여, 기판(W)의 중심으로부터 둘레 가장자리로 향하는 순서로 각 개폐 밸브를 개방된 상태로 하여, 각 노즐(6a, 6b 및 6c)에 처리액을 토출시킨다.

[0027] 여기서, 도 2에 나타낸 바와 같이, 제1 노즐(6a)인 노즐(1)이 미리 정해진 간격으로 ON(토출)이 된다. 이 노즐(1)이 ON으로부터 OFF가 된 타이밍에, 제2 노즐(6b)인 노즐(2)이 ON이 된다. 동일하게, 노즐(2)이 ON으로부터 OFF가 된 타이밍에, 제3 노즐(6c)인 노즐(3)이 ON이 된다. 이와 같이 하여, 기판(W)의 중심으로부터 둘레 가장자리로 향하는 순서, 즉 노즐(1), 노즐(2) 및 노즐(3)의 순서로 각 노즐(6a, 6b 및 6c)로부터 처리액이 토출되어, 회전중인 기판(W)의 표면에 공급된다. 또, 각 노즐(6a, 6b 및 6c)은, 전술한 ON으로 되어 있는 시간 내에 있어서, 미리 설정한 시간에 처리액을 간헐 토출한다.

[0028] 이와 같이 하여, 기판(W)의 중심으로부터 둘레 가장자리로 향하는 순서로 각 노즐(6a, 6b 및 6c)로부터 처리액이 간헐 토출되어, 회전하는 기판(W)의 표면에 공급된다. 노즐(6a)로부터 기판 중심 부근에 공급된 처리액은 원심력에 의해 기판 둘레 가장자리부로 흘러가고, 마찬가지로, 노즐(6b)로부터 기판 반경 중앙 부근에 공급된 처리액도 원심력에 의해 기판 둘레 가장자리부로 흘러간다. 또한, 노즐(6c)로부터 기판 둘레 가장자리 부근에 공급된 처리액도 원심력에 의해 기판 둘레 가장자리부로 흘러간다. 이에 따라, 기판(W)의 표면은 기판 처리중에

처리액에 의해 덮이게 된다.

[0029] 이 때, 기판 중심 부근에 더하여, 기판 반경 중앙 부근이나 기판 둘레 가장자리 부근에도, 새로운 처리액(신선한 처리액)이 공급된다. 처리액이 기판 중심 부근에만 공급되는 경우, 기판 반경 중앙 부근이나 기판 둘레 가장자리 부근에는, 반응 혹은 오염이 진행된 처리액(신선하지 않은 처리액)이 공급되게 된다. 그런데, 처리액이 기판 중심 부근에 더하여 기판 반경 중앙 부근이나 기판 둘레 가장자리 부근에도 직접 공급되는 경우에는, 기판 반경 중앙 부근이나 기판 둘레 가장자리 부근에도 새로운 처리액(신선한 처리액)이 공급되게 된다. 이에 따라, 기판 중심부와 기판 둘레 가장자리부에 있어서 처리에 차가 생기는 것이 억지된다. 또한, 기판(W)의 표면에서의 처리(예컨대 애칭이나 청정도 등)의 균일성이 향상되게 된다.

[0030] 여기서, 도 3에 있어서, 그래프 A1은 노즐(6a)로부터만 처리액이 공급된 경우의 결과이며(흰색 원 참조), 그래프 A2는 전술한 바와 같은 순서로 각 노즐(6a, 6b 및 6c)로부터 처리액이 간헐 공급된 경우의 결과이다(검은색 원 참조). 그래프 A2에서는, 접촉각(deg)이 그래프 A1에 비교하여 작아졌다(접촉각이 작을수록 처리가 진행되었음). 특히, 원형상의 기판(W)인 웨이퍼의 반경 위치가 200 mm 부근이고, 접촉각이 1/2이나 2/3 정도로 작아졌다. 또, 웨이퍼의 직경은 예컨대 450 mm이다.

[0031] 따라서, 전술한 바와 같이 각 노즐(6a, 6b 및 6c)로부터 처리액을 각각 간헐 토출하여 기판 표면에 공급한 경우에는, 접촉각의 변화가 그래프 A1로부터 그래프 A2가 되어 접촉각의 차(예컨대 최대치와 최소치의 차)가 작아지기 때문에, 기판 중심 부근과 기판 둘레 가장자리 부근의 처리차 등, 기판(W)의 표면에서의 각 위치에서의 처리차가 작아지는 것을 알 수 있다. 이와 같이 전술한 처리액 공급에 의해, 기판 중심부와 기판 둘레 가장자리부에 있어서 처리에 차가 생기는 것을 억지하는 것이 가능하다.

[0032] 또, 처리중에는 각 노즐(6a, 6b 및 6c)은 요동 기구(7)에 의해 이동하는 것은 제한되어 있다. 이에 따라, 각 노즐(6a, 6b 및 6c)의 이동에 의해 파티클이 발생하고, 그 파티클에 의해 처리중인 기판(W)이 오염되는 것을 방지할 수 있다.

[0033] 이상 설명한 바와 같이, 제1 실시형태에 의하면, 회전하고 있는 기판(W)의 표면에, 그 기판(W)의 중심으로부터 둘레 가장자리에 나열된 복수개의 노즐(6a, 6b 및 6c)로부터 처리액을 각각 토출함으로써, 기판(W)의 중심부와 둘레 가장자리부에 있어서 처리에 차가 생기는 것이 억지된다. 이에 따라, 그 처리차를 억제하기 위해, 기판 둘레 가장자리부의 처리가 완료할 때까지 처리액을 계속 공급할 필요가 없어지기 때문에, 그 만큼 처리 시간을 단축하고, 또한 처리액의 소비량도 삽감할 수 있다. 이와 같이 하여, 처리 시간의 단축 및 처리액 소비량의 삽감을 실현할 수 있다.

[0034] (제2 실시형태)

[0035] 제2 실시형태에 관해 도 4 내지 도 9를 참조하여 설명한다.

[0036] 제2 실시형태는 기본적으로 제1 실시형태와 동일하다. 제2 실시형태에서는, 제1 실시형태와의 상이점(노즐마다의 토출 타이밍)에 관해 설명하고, 그 밖의 설명은 생략한다.

[0037] 도 4에 나타낸 바와 같이, 제1 노즐(6a)(노즐(1))은 액공급 개시의 타이밍에 ON(토출)이 되고, 그 ON이 되는 타이밍으로부터 시간 t1후에 OFF가 된다. 또한, 제1 노즐(6a)은, 전술한 OFF가 되는 타이밍으로부터 시간 t2후에 ON이 되고, 그 ON이 되는 타이밍으로부터 시간 t3후에 OFF가 된다. 그 후, 제1 노즐(6a)은, 시간 t2의 간격으로 시간 t3만큼 ON이 되는 것을 액공급 종료의 타이밍까지 반복한다.

[0038] 제2 노즐(6b)(노즐(2))은, 제1 노즐(6a)이 ON으로부터 OFF가 되는 타이밍으로부터 시간 t4후에 ON이 되고, 그 ON이 되는 타이밍으로부터 시간 t3후에 OFF가 된다. 그 후, 제2 노즐(6b)은, 시간 t2의 간격으로 시간 t3만큼 ON이 되는 것을 반복한다. 또한, 제2 노즐(6b)이 ON으로부터 OFF가 되는 타이밍으로부터 시간 t5후에, 제1 노즐(6a)이 OFF로부터 ON이 된다. 또, 도 4에서는,  $t1 \geq t3$ ,  $t2=t3+t4+t5$  및  $0 \leq t5 \leq t4$ 이라는 관계식이 성립된다.

[0039] 이러한 제1 노즐(6a)(내주 노즐)과 제2 노즐(6b)(외주 노즐)의 토출 타이밍의 관계는, 내주 노즐과 외주 노즐의 토출 타이밍의 관계이다. 이 때문에, 그 토출 타이밍의 관계는, 제2 노즐(6b)과 제3 노즐(6c)의 토출 타이밍의 관계에도 적용된다. 즉, 제2 노즐(6b)이 내주 노즐이 되고, 제3 노즐(6c)이 외주 노즐이 되어, 전술한 것과 동일한 토출 타이밍이 이용된다.

[0040] 다음으로, 전술한 토출 타이밍에 기초하는 제2 노즐(6b)(외주 노즐)의 토출 타이밍에 관해 기판(W)의 표면 상에서의 처리액의 퍼짐과 함께 설명한다. 제1 실시형태와 마찬가지로 처리액의 공급시, 기판(W)은 수평면 내에서 회전하고 있다. 또, 설명의 간략화를 위해, 제1 노즐(6a)(내주 노즐)과 제2 노즐(6b)(외주 노즐)의 토출에 관해

주로 설명하지만, 그 내용은 제2 노즐(6b)(내주 노즐)과 제3 노즐(6c)(외주 노즐)의 토출에서도 동일하다.

[0041] 도 5에 나타낸 바와 같이, 제1 노즐(6a)(노즐(1))이 시간  $t_1$ 만큼 ON이 되면(도 4 참조), 제1 노즐(6a)로부터 처리액이 기판(W)의 표면 상에 미리 정해진 양 공급된다. 그 기판(W)의 표면 상에 공급된 처리액은 원심력에 의해 기판(W)의 외주를 향해 퍼져 간다. 이 때, 도 6에 나타낸 바와 같이, 기판(W) 상의 처리액은 막형으로 그 내주 부분보다 외주 부분쪽이 두꺼워지도록 퍼져 간다.

[0042] 제1 노즐(6a)이 ON으로부터 OFF가 되면, 그 타이밍으로부터 시간  $t_4$ 후에 제2 노즐(6b)(노즐(2))이 OFF로부터 ON이 된다(도 4 참조). 이 때, 도 7 및 도 8에 나타낸 바와 같이, 제2 노즐(6b)의 하측(바로 아래 부근)의 처리액의 막두께는 미리 정해진 두께(T) 이하로 되어 있다. 이 타이밍에, 제2 노즐(6b)은 시간  $t_3$ 만큼 ON이 되고, 제2 노즐(6b)로부터 처리액(L)이 기판(W)의 표면 상에 미리 정해진 양 공급된다. 또, 도 7 및 도 8 중의 부호 L은, 제2 노즐(6b)인 외주 노즐로부터 기판(W)의 표면 상에 공급되는 처리액을 나타내고 있다.

[0043] 이어서, 제2 노즐(6b)이 ON으로부터 OFF가 되면, 그 타이밍으로부터 시간  $t_5$ 후에 제1 노즐(6a)이 OFF로부터 ON이 된다(도 4 참조). 이 제1 노즐(6a)은 시간  $t_3$ 만큼 ON이 되고, 제1 노즐(6a)로부터 처리액이 기판(W)의 표면 상에 미리 정해진 양 공급된다.

[0044] 그 후, 제1 노즐(6a)에서는, 시간  $t_3$ 의 액공급이 시간  $t_2$ 의 간격으로 반복된다(도 4 참조). 마찬가지로, 제2 노즐(6b)로부터도, 시간  $t_3$ 의 액공급이 시간  $t_2$ 의 간격으로 반복된다. 이 때에도, 전술한 바와 같이, 제2 노즐(6b)의 하측의 처리액의 막두께가 미리 정해진 두께(T) 이하가 되는 타이밍에(도 7 및 도 8 참조), 처리액(L)이 제2 노즐(6b)로부터 기판(W)의 표면 상에 미리 정해진 양 공급된다.

[0045] 제어부(9)는, 전술한 바와 같은 토출 타이밍에 기초하는 토출 제어를 행함으로써, 제1 노즐(내주 노즐)(6a)로부터 기판(W)의 표면에 공급된 처리액의 액막에 있어서 제2 노즐(외주 노즐)(6b)의 하측의 막두께가 미리 정해진 두께(T) 이하인 경우에, 제2 노즐(6b)에 처리액을 토출시키게 된다.

[0046] 전술한 미리 정해진 두께(T)는, 제1 노즐(내주 노즐)(6a)로부터 기판(W)의 표면에 공급되어 원심력에 의해 기판(W)의 외주를 향해 퍼지는 처리액이, 제2 노즐(외주 노즐)(6b)로부터 기판(W)의 표면에 공급된 처리액(L)에 의해 체류하는 액량을 미리 정해진 양 이하로 하는 두께이다. 미리 정해진 양이란, 예컨대 체류한 처리액이 기판(W)에 대한 처리에 악영향을 생기게 하지 않는 양이며, 바람직하게는 0(제로)이다. 또, 액막 두께의 제어 인자로는, 기판(W)의 회전수나 액유량, 인접하는 노즐 사이의 거리, 기판(W)과 노즐 사이의 거리, 액유속(예컨대 노즐 직경) 등이 있다.

[0047] 여기서, 예컨대 미리 정해진 두께(T)는  $500 \mu\text{m}$ 인 것이 바람직하다. 이 수치는 도 9에 나타내는 그래프에 기초하여 구해진다. 도 9에 나타낸 바와 같이, 외주 노즐의 하측(하부)의 액막 두께가  $500 \mu\text{m}$  이하인 경우에는, 잔류 파티클수(미처리 파티클수)가 0개이다. 그런데, 외주 노즐의 하측의 액막 두께가  $500 \mu\text{m}$ 보다 커지면, 즉  $600 \mu\text{m}$ 에서 잔류 파티클수가 100개,  $700 \mu\text{m}$ 에서 1000개,  $800 \mu\text{m}$  이상에서 2000개와 같이 급격하게 증가하는 경향이 있다. 이 때문에, 미리 정해진 두께(T)는  $500 \mu\text{m}$ 인 것이 바람직하다.

[0048] 액막 두께가  $500 \mu\text{m}$  이하인 경우에는, 제1 노즐(6a)로부터 기판(W)의 표면에 공급되어 원심력에 의해 기판(W)의 외주를 향해 퍼지는 처리액이, 제2 노즐(6b)로부터 기판(W)의 표면에 공급된 처리액(L)에 의해 체류하는 액량이 미리 정해진 양 이하가 된다. 즉, 기판(W)의 표면을 그 외주를 향해 퍼지는 처리액의 막두께가  $500 \mu\text{m}$  이하로 얇고, 액량이 적은 경우에는, 그 액량이 적은 처리액이 제2 노즐(6b)로부터 기판(W)의 표면에 공급된 처리액(L)에 의해 차단되더라도, 체류하는 액량은 적어 미리 정해진 양 이하가 된다. 이 관계는 제2 노즐(6b)과 제3 노즐(6c)의 사이에서도 동일해진다. 이 때문에, 각 노즐(6a, 6b 및 6c)로부터 각각 공급된 처리액이 기판(W)의 표면 상에서 간접하고, 이를 처리액의 흐름이 정체되어 액이 고이는 것이 억지되기 때문에, 확실하게 잔류 파티클수를 적게 할 수 있다.

[0049] 한편, 액막 두께가  $500 \mu\text{m}$ 보다 큰 경우에는, 제1 노즐(6a)로부터 기판(W)의 표면에 공급되어 원심력에 의해 기판(W)의 외주를 향해 퍼지는 처리액이, 제2 노즐(6b)로부터 기판(W)의 표면에 공급된 처리액(L)에 의해 체류하는 액량이 미리 정해진 양보다 많아진다. 즉, 기판(W)의 표면을 그 외주를 향해 퍼지는 처리액의 막두께가  $500 \mu\text{m}$ 보다 두껍고, 액량이 많은 경우에는, 그 액량이 많은 처리액이 제2 노즐(6b)로부터 기판(W)의 표면에 공급된 처리액(L)에 의해 차단되면, 체류하는 액량은 많아 미리 정해진 양을 초과해 버린다. 이 관계는 제2 노즐(6b)과 제3 노즐(6c)의 사이에서도 동일하다. 이 때문에, 각 노즐(6a, 6b 및 6c)로부터 각각 공급된 처리액이 기판(W)의 표면 상에서 간접하고, 이를 처리액의 흐름이 정체되어 액이 고이게 되므로, 처리액에 의한 처리 능력이 저하되어 버린다.

- [0050] 이상 설명한 바와 같이, 제2 실시형태에 의하면, 제1 실시형태와 동일한 효과를 얻을 수 있다. 즉, 기판(W)의 표면 상의 처리액의 액막의 두께에 따라서, 각 노즐(6a, 6b 및 6c)에 각각 상이한 토출 타이밍에서 처리액을 토출시킴으로써, 각 노즐(6a, 6b 및 6c)로부터 개개에 공급된 처리액이 기판(W)의 표면 상에서 간섭하는 것을 억제하는 것이 가능해진다. 이 때문에, 각 노즐(6a, 6b 및 6c)로부터 개개에 공급된 처리액이 기판(W)의 표면 상에서 간섭하고, 이들 처리액의 흐름이 정체되어 액이 고이는 것을 억지할 수 있다. 따라서, 처리액이 고이는 것에 의한 처리차를 억제하기 위해, 기판 둘레 가장자리부의 처리가 완료할 때까지 처리액을 계속 공급할 필요가 없어지기 때문에, 그 만큼 처리 시간을 단축하고, 또한 처리액의 소비량도 삭감할 수 있다.
- [0051] (제3 실시형태)
- [0052] 제3 실시형태에 관해 도 10 및 도 11을 참조하여 설명한다.
- [0053] 제3 실시형태는 기본적으로 제2 실시형태와 동일하다. 제3 실시형태에서는, 제2 실시형태와의 상이점(막두께 측정부 및 노즐 배치)에 관해 설명하고, 그 밖의 설명은 생략한다.
- [0054] 도 10에 나타낸 바와 같이, 제3 실시형태에서는, 기판(W) 상의 처리액의 막두께(액막의 두께)를 측정하는 막두께 측정부(10)가 설치되어 있다. 막두께 측정부(10)는, 제2 노즐(6b)보다 기판(W)의 내주측이자 그 근방에 위치부여되어 있고, 제1 노즐(6a)과 제2 노즐(6b) 사이에 설치되어 있다. 이 막두께 측정부(10)는, 제어부(9)에 전기적으로 접속되어 있고, 노즐(6b)의 하측(바로 아래 부근)의 기판(W) 상의 처리액의 막두께를 측정하여, 그 측정 결과를 제어부(9)에 입력한다. 또, 도 10 중의 부호 L은, 제2 노즐(6b)인 외주 노즐로부터 기판(W)의 표면 상에 공급되는 처리액을 나타내고 있다.
- [0055] 막두께 측정부(10)로는, 예컨대 레이저 변위계나 레이저 간섭계 등을 이용하는 것이 가능하다. 또한, 막두께 측정부(10)의 갯수도 특별히 한정되지 않고, 막두께 측정부(10)를 제3 노즐(6c)보다 기판(W)의 내주측이자 그 근방에 설치하여, 제3 노즐(6c)의 토출 타이밍으로 이용하도록 해도 좋다.
- [0056] 제어부(9)는, 막두께 측정부(10)의 측정 결과에 기초하여, 제2 노즐(6b)로부터 처리액을 토출시키는 타이밍을 조정한다. 예컨대, 제어부(9)는, 제1 노즐(6a)로부터의 액공급 개시후, 막두께 측정부(10)에 의해 측정된 처리액의 막두께가 미리 정해진 두께(T)(예컨대 500  $\mu\text{m}$ ) 이하가 된 경우에, 제2 노즐(6b)에 처리액을 토출시킨다. 이 때의 토출 타이밍은 막두께의 실측치에 기초하는 타이밍이 되어, 토출 타이밍의 정밀도를 향상시킬 수 있다.
- [0057] 도 11에 나타낸 바와 같이, 각 노즐(6a, 6b 및 6c)은, 이들 노즐 중 가장 내주측의 노즐(6a)과 외주측의 노즐(6c) 사이에 존재하는 노즐(6b)의 토출구가, 가장 내주측의 노즐(6a)의 토출구와 외주측의 노즐(6c)의 토출구를 통과하는 가상 직선(L1) 상으로부터 어긋나, 그 가상 직선(L1) 상에 위치하지 않도록 설치되어 있다. 또한, 노즐(6b)은, 가상 직선(L1)으로부터 회전 방향(L2)으로 미리 정해진 거리만큼 어긋나 설치되어 있다. 이에 따라, 각 노즐(6a, 6b 및 6c)로부터 각각 공급된 처리액이 기판(W)의 표면 상에서 간섭하는 것을 억제하는 것이 가능해져, 이들 처리액의 흐름이 정체되어 액이 고이는 것을 확실하게 억지할 수 있다.
- [0058] 이상 설명한 바와 같이, 제3 실시형태에 의하면, 제2 실시형태와 동일한 효과를 얻을 수 있다. 또한, 기판(W)의 표면 상의 처리액의 막두께를 측정함으로써, 측정한 막두께에 따라서 각 노즐(6a, 6b 및 6c)에 각각 상이한 토출 타이밍에 처리액을 토출시킬 수 있다. 이에 따라, 각 노즐(6a, 6b 및 6c)로부터 각각 공급된 처리액이 기판(W)의 표면 상에서 간섭하는 것을 확실하게 억제하는 것이 가능해져, 이들 처리액의 흐름이 정체되어 액이 고이는 것을 확실하게 억지할 수 있다.
- [0059] 덧붙여, 각 노즐(6a, 6b 및 6c) 중, 가장 내주측의 노즐(6a)과 외주측의 노즐(6c) 사이에 존재하는 노즐(6b)의 토출구를, 가장 내주측의 노즐(6a)의 토출구와 외주측의 노즐(6c)의 토출구를 통과하는 가상 직선(L1) 상으로부터 어긋나게 하여 각 노즐(6a, 6b 및 6c)을 설치함으로써, 각 노즐(6a, 6b 및 6c)로부터 각각 공급된 처리액이 기판(W)의 표면 상에서 간섭하는 것을 보다 확실하게 억제할 수 있다.
- [0060] 또한, 노즐(6a)을 설치하지 않고, 각 노즐(6b 및 6c)만이 존재하는 경우에는, 이들 노즐(6b 및 6c) 중, 기판 중앙과 외주측의 노즐(6c) 사이에 존재하는 노즐(6b)의 토출구를, 기판 중앙과 외주측의 노즐(6c)의 토출구를 통과하는 가상 직선 상으로부터 어긋나게 하여 각 노즐(6b 및 6c)을 설치함으로써, 각 노즐(6b 및 6c)로부터 각각 공급된 처리액이 기판(W)의 표면 상에서 간섭하는 것을 보다 확실하게 억제할 수 있다.
- [0061] (다른 실시형태)
- [0062] 전술한 제1 또는 제2 실시형태에서는, 각 노즐(6a, 6b 및 6c)로부터 각각 상이한 토출 타이밍, 즉 기판(W)의 중심으로부터 둘레 가장자리로 향하는 순서로 각 노즐(6a, 6b 및 6c)로부터 처리액을 토출하고 있지만, 이것으로

한정되지 않고, 예컨대 그 순서를 바꾸는 것도 가능하며, 전술한 것과 반대로 둘레 가장자리로부터 중심으로 향하는 순서로 각 노즐(6a, 6b 및 6c)로부터 처리액을 토출하도록 해도 좋고, 또한 처리 도중에 그 순서를 변경하도록 해도 좋다. 단, 기판(W)의 표면이 건조하는 것을 방지하기 위해서는, 지지부(4) 상의 기판(W)의 표면의 중심 부근에 대향하는 노즐(6a)로부터 최초로 처리액을 토출하는 것이 바람직하다.

[0063] 예컨대, HF에 의한 에칭 처리가 끝나고, 오존수를 이용한 친수화 처리를 행하는 단계에서는, 도 12에 나타낸 바와 같이, 노즐(6a)→노즐(6b)→노즐(6c)→노즐(6a)→노즐(6b)→노즐(6c)…와 같이 기판(W)의 내주측으로부터 외주측으로의 순서를 반복하고, 간헐 토출을 행하여 기판(W)의 전면(全面)을 친수화하는 것이 가능하다. 또한, 노즐(6a)→노즐(6b)→노즐(6c)→노즐(6b)→노즐(6a)…와 같이 기판(W)의 내주측으로부터 외주측으로 다시 외주측으로부터 내주측으로의 순서를 반복하고, 간헐 토출을 행하여 기판(W)의 전면을 친수화하는 것도 가능하다. 어느 경우라도, 내주 및 외주에 순서를 반복함으로써 항상 신선한 오존수를 공급하는 것이 가능해지기 때문에, 기판(W)의 전면을 친수화할 수 있다. 또, 신선한 오존수란, 오존수 중에 용존하고 있는 오존 가스가 기화하여 빠지지 않은 액체이다.

[0064] 한편, 예컨대 HF에 의해 기판(W)의 표면에 있는 산화막을 에칭할 때에는, 노즐(6c)→노즐(6b)→노즐(6a)→노즐(6b)→노즐(6c)…와 같이 기판(W)의 외주측으로부터 내주측으로 다시 내주측으로부터 외주측으로의 순서를 반복하고, 기판(W)의 외주부를 에칭하고 나서 순차적으로 간헐 토출을 행하는 것이 가능하다. 혹은, 노즐(6a) 및 노즐(6b)을 그룹 A로 하여, 그룹 A→노즐(6c)→그룹 A→노즐(6c)…와 같이 기판(W)의 중심부 부근으로의 간헐 토출을 행하고, 그 중심부의 에칭후에 기판(W)의 외주부만을 에칭하는 것이 가능하다. 또한, 노즐(6b) 및 노즐(6c)을 그룹 B로 하여, 그룹 B→노즐(6a)→그룹 B→노즐(6a)…와 같이 기판(W)의 외주측으로부터 내주측으로 다시 내주측으로부터 외주측으로의 순서를 반복하고, 기판(W)의 외주부를 에칭하고 나서 순차적으로 간헐 토출을 행하는 것이 가능하다.

[0065] 또, 그룹 A에서는, 노즐(6a)과 노즐(6b)의 토출 전환이 반복되어, 어느 쪽의 노즐(6a 및 6b)에서도 간헐 토출이 행해진다. 또한, 그룹 B에서도, 노즐(6b)과 노즐(6c)의 토출 전환이 반복되어, 어느 쪽의 노즐(6b 및 6c)에서도 간헐 토출이 행해진다. 단, 반드시 간헐 토출이 행해질 필요는 없고, 연속 토출이 행해져도 좋다.

[0066] 전술한 바와 같이, 기판(W)의 표면 상의 산화막, 즉 처리 대상막이 존재하는 경우에는, 처리 대상막의 두께에 따라서 여러가지 순서를 이용하는 것이 가능하다. 예컨대, 처리 대상막의 외주부가 내주부에 비해 두꺼운 경우에는, 외주부에 적극적으로 처리액을 공급하는 순서를 이용한다. 한편, 처리 대상막의 내주부가 외주부에 비해 두꺼운 경우에는, 내주부에 적극적으로 처리액을 공급하는 순서를 이용한다.

[0067] 또한, 전술한 제1 또는 제2 실시형태에 있어서는, 각 노즐(6a, 6b 및 6c)을 기판(W)의 표면에 대하여 거의 수직으로 설치하고 있지만, 이것에 한정되지 않고, 기판(W)의 표면에 대하여 기울여서 설치하도록 해도 좋으며, 예컨대 기판(W)의 회전 방향의 상류측으로 쓰러뜨려 기울여지도록 해도 좋다.

[0068] 또한, 전술한 제1 또는 제2 실시형태에 있어서는, 각 노즐(6a, 6b 및 6c)로부터 토출하는 처리액으로는, 동일한 처리액을 이용하고 있지만, 이것에 한정되지 않고, 예컨대 각 노즐(6a, 6b 및 6c)로부터 토출하는 처리액의 농도를 기판(W)의 중심으로부터 둘레 가장자리로 향하는 순서 혹은 그 반대로 둘레 가장자리로부터 중심으로 향하는 순서로 높게 하도록 해도 좋다. 또한, 기판(W)의 외주측으로 갈수록 주속(周速)이 빠르기 때문에, 각 노즐(6a, 6b 및 6c)로부터 토출하는 처리액의 온도를 기판(W)의 중심으로부터 둘레 가장자리로 향하는 순서로 높게 하도록 해도 좋다. 즉, 기판(W)의 외주측으로 갈수록 주속이 빨라지므로, 기판(W)의 온도는 중심부에 비해 외주 쪽이 낮기 때문에, 외주에 공급하는 처리액의 온도를 높게 하는 것이 바람직하다. 이와 같이 처리액의 농도나 온도를 조정하는 경우에는, 전술한 처리차를 보다 억제하는 것이 가능해지기 때문에, 처리 시간의 단축 및 처리액 소비량의 삭감을 촉진할 수 있다.

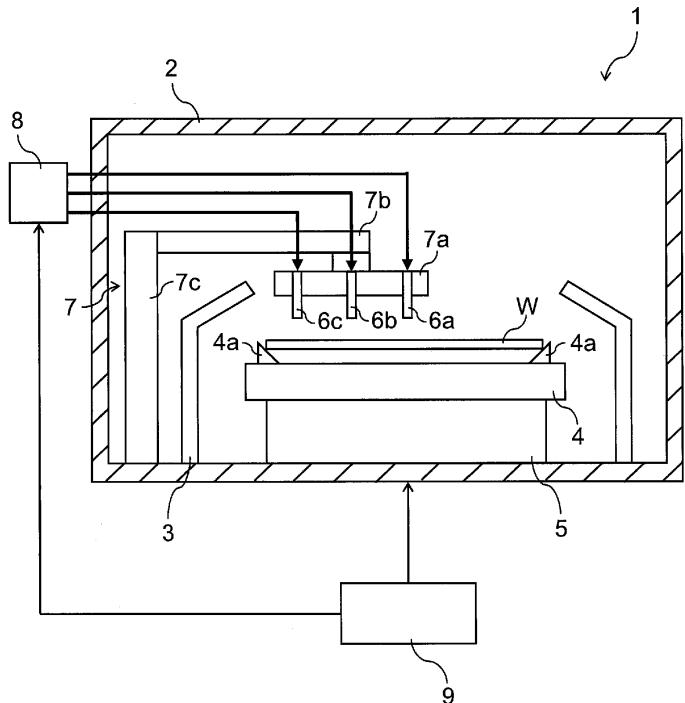
[0069] 여기서, 처리액의 농도를 높게 하는 수단으로는, 예컨대, 농도가 상이한 처리액을 각각 다른 탱크에 저류해 두고, 이를 탱크로부터 개별적으로 각 노즐(6a, 6b 및 6c)에 처리액을 공급하는 수단이 있다. 또한, 각 노즐(6a, 6b 및 6c)에 이어지는 각 배관의 도중에 순수 등을 공급하는 배관을 접속하고, 그 순수를 처리액에 혼합함으로써 각각의 처리액의 농도를 바꾸는 수단도 있다. 또한, 처리액의 온도를 바꾸는 수단으로는, 예컨대 각 노즐(6a, 6b 및 6c)에 온도가 상이한 처리액을 공급하는 배관을 접속하는 수단이 있다.

[0070] 이상, 본 발명의 몇가지 실시형태를 설명했지만, 이들 실시형태는 예로서 제시한 것이며, 발명의 범위를 한정하는 것은 의도하지 않는다. 예컨대, 제1 처리액이나 제2 처리액 등의 공급은, 각각의 공급 시간이 중복되지 않는 실시형태에서 설명했지만, 일부 중복되더라도 상관없다. 또한, 전술한 이들 신규 실시형태는, 그 밖의 여러가지

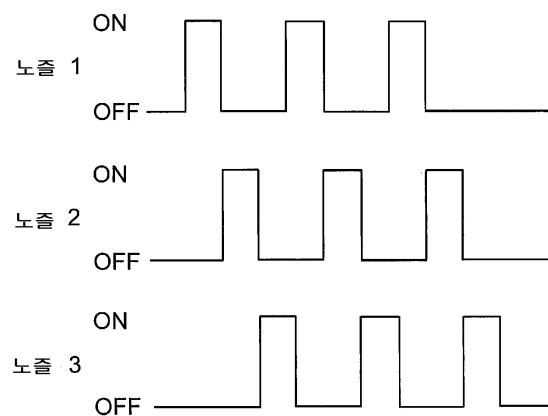
형태로 실시되는 것이 가능하며, 발명의 요지를 일탈하지 않는 범위에서 여러가지 생략, 치환, 변경을 행할 수 있다. 이들 실시형태나 그 변형은, 발명의 범위나 요지에 포함되며, 특히 청구범위에 기재된 발명과 그 균등한 범위에 포함된다.

## 도면

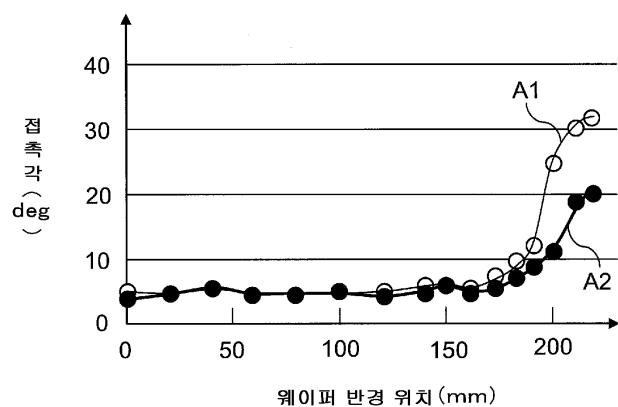
### 도면1



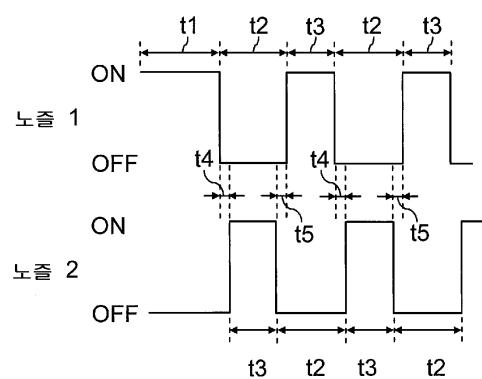
### 도면2



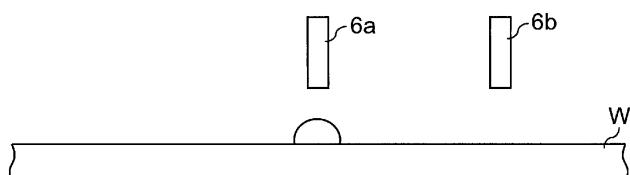
도면3



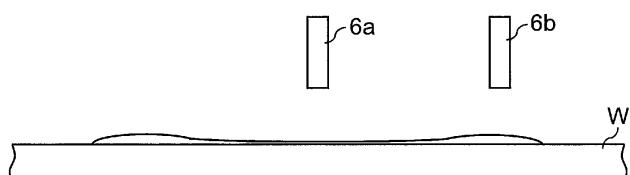
도면4



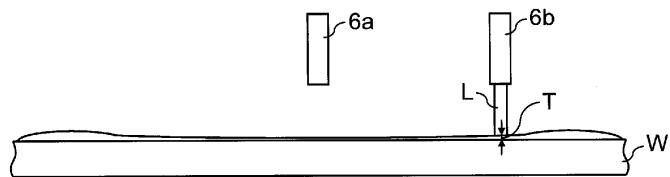
도면5



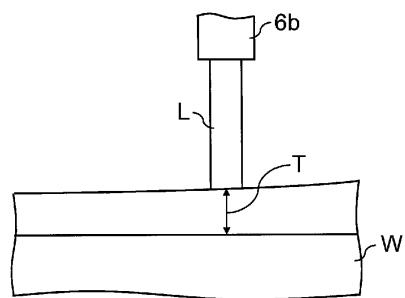
도면6



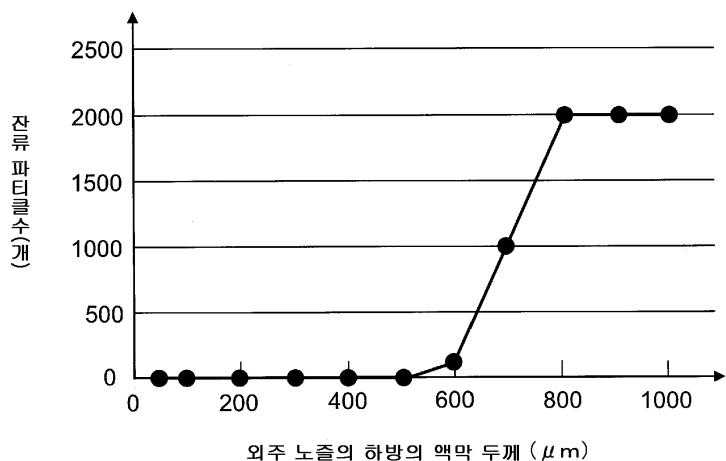
도면7



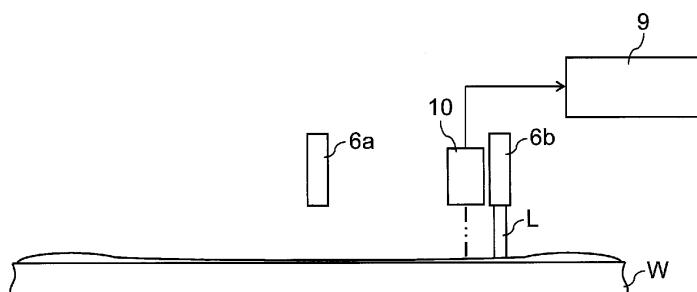
도면8



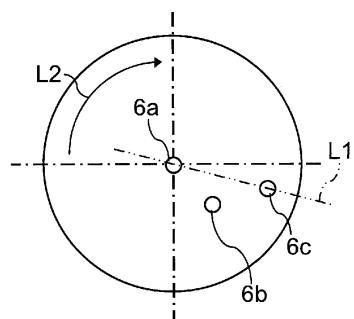
도면9



도면10



도면11



도면12

