



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년03월03일
(11) 등록번호 10-2370517
(24) 등록일자 2022년02월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/02 (2006.01) H01L 21/677 (2006.01)
H01L 21/683 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-0163311
(22) 출원일자 2014년11월21일
심사청구일자 2019년08월19일
(65) 공개번호 10-2015-0060556
(43) 공개일자 2015년06월03일
(30) 우선권주장
JP-P-2013-243005 2013년11월25일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
JP11165114 A*
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
도쿄엘렉트론가부시키키가이샤
일본 도쿄도 미나토구 아카사카 5초메 3반 1고
(72) 발명자
노나카 준
일본 861-1116 구마모토켄 고시시 후쿠하라 1-1
도쿄 엘렉트론 큐슈 가부시키키가이샤 나이
미조타 소고
일본 861-1116 구마모토켄 고시시 후쿠하라 1-1
도쿄 엘렉트론 큐슈 가부시키키가이샤 나이
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김진희, 김태홍

전체 청구항 수 : 총 9 항

심사관 : 오창석

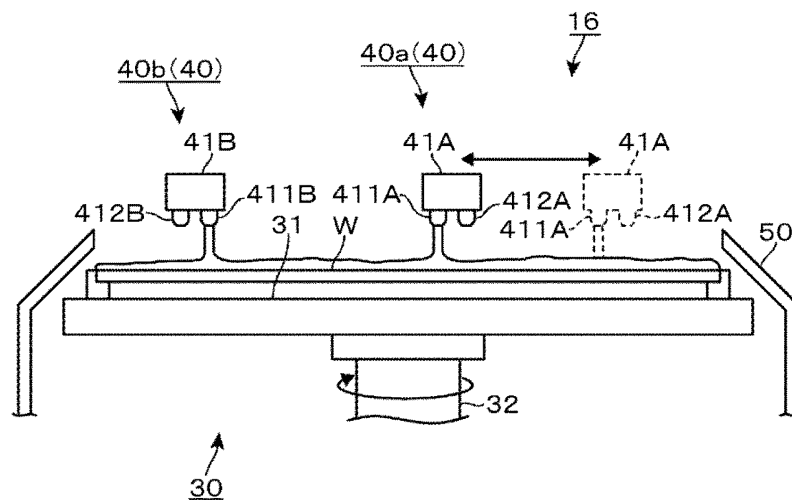
(54) 발명의 명칭 액 처리 장치, 액 처리 방법 및 기억 매체

(57) 요약

본 발명은 회전하고 있는 기관에 노즐로부터 처리액을 공급하여 액 처리를 행할 때에, 기관의 중앙측과 주연(周緣)측 사이의 온도차를 억제하여, 기관의 먼 내에서 균일성이 높은 처리를 행하는 것을 도모하는 것을 목적으로 한다.

본 발명에 따르면, 기관(W)을 기관 유지부(31)에 유지시켜 회전시키고, 노즐 이동 기구에 의해 메인 노즐부(40a)의 메인 노즐(411A)을, 에칭액이 기관(W)의 중심에 도달하는 제1 위치와 이 제1 위치보다도 기관(W)의 주연측의 제2 위치 사이에서 이동시키면서 에칭액을 토출한다. 그리고 제1 위치보다도 기관의 주연측의 제3 위치에 설정된 서브 노즐부(40b)의 서브 노즐(411B)로부터, 메인 노즐(411A)보다도 많은 토출 유량으로 기관(W)에 에칭액을 토출한다.

대표도 - 도3



(72) 발명자

나가마츠 다츠야

미국 오리건주 97006 비버튼 노스웨스트 앰버그렌
코트 스위트 140 20175 도쿄 엘렉트론 아메리카 회
사내

사이키 다이슈케

일본 861-1116 구마모토켄 고시시 후쿠하라 1-1 도
쿄 엘렉트론 큐슈 가부시키키가이샤 나이

테라오카 가즈히로

일본 861-1116 구마모토켄 고시시 후쿠하라 1-1 도
쿄 엘렉트론 큐슈 가부시키키가이샤 나이

야부타 다카시

일본 861-1116 구마모토켄 고시시 후쿠하라 1-1 도
쿄 엘렉트론 큐슈 가부시키키가이샤 나이

(56) 선행기술조사문헌

JP2006093497 A*

US20090004876 A1

US06516815 B1

US20100101497 A1

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

기관을 수평으로 유지하기 위한 기관 유지부와,

이 기관 유지부를 연직축 주위로 회전시키기 위한 회전 기구와,

상기 기관 유지부에 유지된 기관의 표면에 처리액을 공급하기 위한 메인 노즐과,

상기 메인 노즐을, 토출한 처리액이 기관의 중심에 도달하는 제1 위치와 이 제1 위치보다도 기관의 주연(周緣)측의 제2 위치 사이에서 왕복 이동시키고 기관의 상방과 대기 위치 사이에서 이동시키기 위한 노즐 이동 기구와,

상기 제1 위치보다도 기관의 주연측의 제3 위치에 처리액을 토출하는 서브 노즐을 구비하고,

상기 서브 노즐의 처리액의 토출 유량은, 메인 노즐의 처리액의 토출 유량보다도 많게 설정되어 있으며,

상기 제3 위치는, 기관의 중심에서 보아, 상기 메인 노즐에 있어서의 기관 상의 처리액의 토출 위치로부터 회전 방향으로 180도보다도 크고, 270도 이하인 개방 각도만큼 떨어진 위치에 설정되어 있는 것을 특징으로 하는 액 처리 장치.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 제3 위치의 기관의 중심으로부터의 거리는, 상기 제2 위치의 기관의 중심으로부터의 거리와 동일한 것을 특징으로 하는 액 처리 장치.

청구항 4

제1항 또는 제3항에 있어서, 상기 기관의 중심부로부터 주연부에 이르기까지의 기관의 온도의 최대값과 최소값의 차가 1.5℃ 이내인 것을 특징으로 하는 액 처리 장치.

청구항 5

제1항 또는 제3항에 있어서, 상기 기관의 중심부로부터 주연부에 이르기까지의 기관의 온도의 최대값을 Max, 최소값을 Min이라고 하면,

$$\frac{Max - Min}{(Max + Min) / 2} \times 100 \leq 5.0\%$$
인 것을 특징으로 하는 액 처리 장치.

청구항 6

제1항 또는 제3항에 있어서, 상기 제2 위치는, 기관의 주연으로부터 45 mm 중심측으로 접근한 위치보다도 중심측에 위치하고 있는 것을 특징으로 하는 액 처리 장치.

청구항 7

제1항 또는 제3항에 있어서, 상기 제1 위치는, 기관의 중심위치로부터 떨어진 위치인 것을 특징으로 하는 액 처리 장치.

청구항 8

기관을 기관 유지부에 수평으로 유지하는 공정과,

이 기관 유지부를 연직축 주위로 회전시킨 상태에서 메인 노즐로부터 기관의 표면에 처리액을 토출하면서, 메인 노즐을, 처리액이 기관의 중심에 도달하는 제1 위치와 이 제1 위치보다도 기관의 주연측의 제2 위치 사이에서

왕복 이동시키는 공정과,

상기 메인 노즐에 의한 처리액의 토출이 행해지고 있을 때에, 서브 노즐로부터 상기 제1 위치보다도 기관의 주연측의 제3 위치에, 메인 노즐에 있어서의 처리액의 토출 유량보다도 많은 토출 유량으로 처리액을 토출하여, 상기 메인 노즐로부터 공급된 처리액에 의한 기관의 면내 온도 분포를 조정하는 공정을 포함하며,

상기 서브 노즐에 있어서의 기관 상의 처리액의 토출 위치는, 기관의 중심에서 보아, 상기 메인 노즐에 있어서의 기관 상의 처리액의 토출 위치로부터 회전 방향으로 180도보다도 크고, 270도 이하인 개방 각도만큼 떨어진 위치에 설정되어 있는 것을 특징으로 하는 액 처리 방법.

청구항 9

삭제

청구항 10

제8항에 있어서, 상기 제1 위치는, 기관의 중심위치로부터 떨어진 위치인 것을 특징으로 하는 액 처리 방법.

청구항 11

기관에 처리액을 공급하여 액 처리를 행하는 액 처리 장치에 이용되는 컴퓨터 프로그램을 저장한 기억 매체로서, 상기 프로그램은 제8항 또는 제10항에 기재된 액 처리 방법을 실행하기 위해서 단계가 짜여져 있는 것을 특징으로 하는 기억 매체.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 기관 유지부에 유지된 기관을 회전시키면서 노즐로부터 처리액을 공급하여 기관에 대해 액 처리를 행하는 기술에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 반도체 기관에 대한 액 처리로서, 에칭액을 공급하여 에칭하는 처리, 세정액을 공급하여 세정하는 처리, 도금액이나 절연막의 전구체를 포함하는 액을 공급하여 도포막을 형성하는 처리 등이 알려져 있다. 이러한 액 처리를 행하는 수법의 하나로서, 기관 유지부에 기관을 유지하여 회전시키고, 노즐로부터 기관의 중심부에 처리액을 공급하여, 기관의 원심력에 의해 처리액을 기관의 표면 전체로 확산시키는 수법이 알려져 있다.

[0003] 그리고 액 처리의 종별에 따라서는, 기관의 표면의 온도 분포에 의해 처리 결과가 좌우되며, 예컨대 에칭 처리의 경우에는, 기관의 표면의 에칭 속도가 온도 분포에 의해 면 내에서 불균일하게 되어, 디바이스의 수율의 저하의 한 원인이 될 우려가 있다. 이 때문에, 노즐로부터 기관에 처리액을 공급하는 데 있어서, 기관의 면 내의 온도 분포의 균일성을 높이는 기술이 요망되고 있다.

[0004] 특허문헌 1에는, 회전하고 있는 기관에 도금액을 공급하는 수법에 있어서, 제1 노즐과 제1 노즐보다도 기관의 중심부에 가까운 위치를 지나는 제2 노즐을 이용하고, 제1 노즐로부터 토출되는 도금액의 온도가 제2 노즐로부터 토출되는 도금액의 온도보다도 높게 설정되어 있는 수법이 기재되어 있다. 그러나 이 수법에서는, 기관의 면 내 온도 분포에 대해서 상당히 높은 균일성이 요구되는 경우에는 충분한 수법이라고는 말하기 어렵다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) [특허문헌 1] 일본 특허 공개 제2013-10994호 공보(단락 0010, 0112 및 도 17)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 이러한 사정하에 이루어진 것으로, 그 목적은, 회전하고 있는 기관에 노즐로부터 처리액을 공급하여 액 처리를 행할 때에, 기관의 중앙측과 주연(周緣)측 사이의 온도차를 억제하여, 기관의 면 내에서 균일성이 높은 처리를 행할 수 있는 기술을 제공하는 것에 있다.

과제의 해결 수단

- [0007] 본 발명의 액 처리 장치는, 기관을 수평으로 유지하기 위한 기관 유지부와,
- [0008] 이 기관 유지부를 연직축 주위로 회전시키기 위한 회전 기구와,
- [0009] 상기 기관 유지부에 유지된 기관의 표면에 처리액을 공급하기 위한 메인 노즐과,
- [0010] 상기 메인 노즐을, 토출한 처리액이 기관의 중심에 도달하는 제1 위치와 이 제1 위치보다도 기관의 주연측의 제2 위치 사이에서 왕복 이동시키고 기관의 상방과 대기 위치 사이에서 이동시키기 위한 노즐 이동 기구와,
- [0011] 상기 제1 위치보다도 기관의 주연측의 제3 위치에 처리액을 토출하는 서브 노즐을 구비하고,
- [0012] 상기 서브 노즐의 처리액의 토출 유량은, 메인 노즐의 처리액의 토출 유량보다도 많게 설정되어 있는 것을 특징으로 한다.
- [0013] 상기 액 처리 장치는, 하기의 구성을 구비하고 있어도 좋다.
- [0014] (a) 상기 제3 위치는, 기관의 중심에서 보아, 상기 메인 노즐에 있어서의 기관 상의 처리액의 토출 위치로부터 회전 방향으로 180도보다도 크고, 270도 이하인 개방 각도만큼 떨어진 위치에 설정되어 있는 것.
- [0015] (b) 상기 제3 위치의 기관의 중심으로부터의 거리는, 상기 제2 위치의 기관의 중심으로부터의 거리와 동일한 것.
- [0016] (c) 상기 기관의 중심부로부터 주연부에 이르기까지의 기관의 온도의 최대값과 최소값의 차가 1.5℃ 이내인 것. 또한, 상기 기관의 중심부로부터 주연부에 이르기까지의 기관의 온도의 최대값을 Max, 최소값을 Min이라고 하면,
- [0017]
$$[(\text{Max}-\text{Min})/\{(\text{Max}+\text{Min})/2\}]\times 100 \leq 5.0\%$$
인 것.
- [0018] (d) 상기 제2 위치는, 기관의 주연으로부터 45 mm 중심측으로 접근한 위치보다도 중심측에 위치하고 있는 것.
- [0019] (e) 상기 제1 위치는, 기관의 중심위치로부터 떨어진 위치인 것.

발명의 효과

[0020] 본 발명에 따르면, 기관의 중앙측과 주연측 사이의 온도차가 억제되어, 기관의 면 내에서 균일성이 높은 처리를 행할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0021] 도 1은 본 발명의 실시형태에 따른 처리 유닛을 구비한 기관 처리 시스템의 개요를 도시한 평면도이다.
- 도 2는 상기 처리 유닛의 개요를 도시한 종단 측면도이다.
- 도 3은 유지부에 유지된 웨이퍼의 근방 영역의 확대도이다.
- 도 4는 상기 처리 유닛의 평면도이다.
- 도 5는 에칭액의 토출 위치의 차이에 의한 웨이퍼의 면 내 온도 분포의 변화를 도시한 설명도이다.
- 도 6은 메인 노즐 및 서브 노즐로부터 토출되는 처리액의 흐름을 도시한 설명도이다.
- 도 7은 메인 노즐의 이동 범위와 서브 노즐의 배치 위치와의 관계를 도시한 평면도이다.
- 도 8은 메인 노즐의 이동 경로의 변형예와 서브 노즐의 배치 위치와의 관계를 도시한 평면도이다.
- 도 9는 에칭액의 토출 방법과 웨이퍼의 온도 분포와의 관계를 도시한 설명도이다.
- 도 10은 메인 노즐의 이동 범위와 웨이퍼의 온도 분포와의 관계를 도시한 설명도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0022] 도 1은, 본 실시형태에 따른 기관 처리 시스템의 개략 구성을 도시한 도면이다. 이하에서는, 위치 관계를 명확히 하기 위해서, 서로 직교하는 X축, Y축 및 Z축을 규정하고, Z축 정방향을 연직 상향 방향으로 한다.
- [0023] 도 1에 도시한 바와 같이, 기관 처리 시스템(1)은, 반입 반출 스테이션(2)과, 처리 스테이션(3)을 구비한다. 반입 반출 스테이션(2)과 처리 스테이션(3)은 인접하여 설치된다.
- [0024] 반입 반출 스테이션(2)은, 캐리어 배치부(11)와, 반송부(12)를 구비한다. 캐리어 배치부(11)에는, 복수 개의 기관, 본 실시형태에서는 반도체 웨이퍼[이하 웨이퍼(W)]를 수평 상태로 수용하는 복수의 캐리어(C)가 배치된다.
- [0025] 반송부(12)는, 캐리어 배치부(11)에 인접하여 설치되고, 내부에 기관 반송 장치(13)와, 전달부(14)를 구비한다. 기관 반송 장치(13)는, 웨이퍼(W)를 유지하는 웨이퍼 유지 기구를 구비한다. 또한, 기관 반송 장치(13)는, 수평 방향 및 연직 방향으로의 이동 및 연직축을 중심으로 하는 선회가 가능하고, 웨이퍼 유지 기구를 이용하여 캐리어(C)와 전달부(14) 사이에서 웨이퍼(W)의 반송을 행한다.
- [0026] 처리 스테이션(3)은, 반송부(12)에 인접하여 설치된다. 처리 스테이션(3)은, 반송부(15)와, 복수의 처리 유닛(16)을 구비한다. 복수의 처리 유닛(16)은, 반송부(15)의 양측에 나란히 설치된다.
- [0027] 반송부(15)는, 내부에 기관 반송 장치(17)를 구비한다. 기관 반송 장치(17)는, 웨이퍼(W)를 유지하는 웨이퍼 유지 기구를 구비한다. 또한, 기관 반송 장치(17)는, 수평 방향 및 연직 방향으로의 이동 및 연직축을 중심으로 하는 선회가 가능하고, 웨이퍼 유지 기구를 이용하여 전달부(14)와 처리 유닛(16) 사이에서 웨이퍼(W)의 반송을 행한다.
- [0028] 처리 유닛(16)은, 기관 반송 장치(17)에 의해 반송되는 웨이퍼(W)에 대하여 미리 정해진 기관 처리를 행한다.
- [0029] 또한, 기관 처리 시스템(1)은, 제어 장치(4)를 구비한다. 제어 장치(4)는, 예컨대 컴퓨터이며, 제어부(18)와 기억부(19)를 구비한다. 기억부(19)에는, 기관 처리 시스템(1)에 있어서 실행되는 각종의 처리를 제어하는 프로그램이 저장된다. 제어부(18)는, 기억부(19)에 기억된 프로그램을 읽어내어 실행함으로써 기관 처리 시스템(1)의 동작을 제어한다.
- [0030] 한편, 이러한 프로그램은, 컴퓨터에 의해 판독 가능한 기억 매체에 기록되어 있던 것이며, 그 기억 매체로부터 제어 장치(4)의 기억부(19)에 인스톨된 것이어도 좋다. 컴퓨터에 의해 판독 가능한 기억 매체로서는, 예컨대 하드 디스크(HD), 플렉시블 디스크(FD), 콤팩트 디스크(CD), 마그네틱 옵티컬 디스크(MO), 메모리 카드 등이 있다.
- [0031] 상기한 바와 같이 구성된 기관 처리 시스템(1)에서는, 먼저, 반입 반출 스테이션(2)의 기관 반송 장치(13)가, 캐리어 배치부(11)에 배치된 캐리어(C)로부터 웨이퍼(W)를 취출하고, 취출한 웨이퍼(W)를 전달부(14)에 배치한다. 전달부(14)에 배치된 웨이퍼(W)는, 처리 스테이션(3)의 기관 반송 장치(17)에 의해 전달부(14)로부터 취출되어, 처리 유닛(16)에 반입된다.
- [0032] 처리 유닛(16)에 반입된 웨이퍼(W)는, 처리 유닛(16)에 의해 처리된 후, 기관 반송 장치(17)에 의해 처리 유닛(16)으로부터 반출되어, 전달부(14)에 배치된다. 그리고, 전달부(14)에 배치된 처리가 끝난 웨이퍼(W)는, 기관 반송 장치(13)에 의해 캐리어 배치부(11)의 캐리어(C)로 복귀된다.
- [0033] 도 2에 도시한 바와 같이, 처리 유닛(16)은, 챔버(20)와, 기관 유지 기구(30)와, 처리 유체 공급부(40)와, 회수 컵(50)을 구비한다.
- [0034] 챔버(20)는, 기관 유지 기구(30)와 처리 유체 공급부(40)와 회수 컵(50)을 수용한다. 챔버(20)의 천장부에는, FFU(Fan Filter Unit)(21)가 설치된다. FFU(21)는, 챔버(20) 내에 다운플로우를 형성한다.
- [0035] 기관 유지 기구(30)는, 유지부(31)와, 지주부(32)와, 구동부(33)를 구비한다. 유지부(31)는, 웨이퍼(W)를 수평으로 유지한다. 지주부(32)는, 연직 방향으로 연장되는 부재이며, 기단부가 구동부(33)에 의해 회전 가능하게 지지되고, 선단부에 있어서 유지부(31)를 수평으로 지지한다. 구동부(33)는, 지주부(32)를 연직축 주위로 회전시킨다. 이러한 기관 유지 기구(30)는, 구동부(33)를 이용하여 지주부(32)를 회전시킴으로써 지주부(32)에 지지된 유지부(31)를 회전시키고, 이에 따라, 유지부(31)에 유지된 웨이퍼(W)를 회전시킨다.
- [0036] 처리 유체 공급부(40)는, 웨이퍼(W)에 대하여 처리 유체를 공급한다. 처리 유체 공급부(40)는, 처리 유체 공급원(70)에 접속된다.
- [0037] 회수 컵(50)은, 유지부(31)를 둘러싸도록 배치되고, 유지부(31)의 회전에 의해 웨이퍼(W)로부터 비산하는 처리

액을 포집한다. 회수 컵(50)의 저부에는, 배액구(排液口; 51)가 형성되어 있고, 회수 컵(50)에 의해 포집된 처리액은, 이러한 배액구(51)로부터 처리 유닛(16)의 외부로 배출된다. 또한, 회수 컵(50)의 저부에는, FFU(21)로부터 공급되는 기체를 처리 유닛(16)의 외부로 배출하는 배기구(52)가 형성된다.

- [0038] 이상에 개략 구성을 설명한 처리 유닛(16)은, 본 실시형태의 액 처리 장치에 상당한다. 상기 처리 유닛(16)은, 웨이퍼(W)의 표면에 처리액을 공급했을 때, 웨이퍼(W) 면 내의 온도의 최대값과 최소값의 차(ΔT)를 1.5℃ 이내의 예컨대 1℃ 이내로 억제하기 위해서, 2종류의 노즐부(40a, 40b)[도 2에 도시한 처리 유체 공급부(40)에 상당함]를 이용하여 액 처리를 행하는 구성으로 되어 있다.
- [0039] 이하, 도 3 내지 도 7을 참조하면서, 상기 처리 유닛(16)을, 예컨대 반도체 장치의 배선 공정에서 웨이퍼(W) 표면에 형성된 금속막에 유기계의 에칭액을 공급하여 불필요한 금속의 박리 및 이물질의 제거를 행하는 에칭 유닛으로서 구성한 경우를 예로 들어 설명한다.
- [0040] 도 3은, 도 2에 도시한 처리 유닛(16)의 유지부(31)에 유지된 웨이퍼(W)의 근방 영역을 확대하여 모식적으로 도시한 도면이다. 이 도면에 도시한 바와 같이 처리 유닛(16)에는, 웨이퍼(W)의 전체면에 에칭액을 공급하는 메인 노즐부(40a)와, 메인 노즐부(40a)로부터 공급된 에칭액에 의해 웨이퍼(W)의 면 내에 형성되는 온도 분포를 조정하기 위한 서브 노즐부(40b)를 구비하고 있다.
- [0041] 메인 노즐부(40a)는, 공통의 노즐 헤드(41A)에, 웨이퍼(W)에 대하여 에칭액을 공급하는 에칭 노즐(411A)과, DIW(DeIonized Water) 등의 린스액을 공급하는 린스 노즐(412A)을 설치한 구조로 되어 있다. 도 3, 도 6에 도시한 바와 같이 이들 노즐(411A, 412A)은, 하방측을 향해 각 처리액(에칭액, 린스액)을 직선 형상으로 토출한다[서브 노즐부(40b)에 있어서도 동일함].
- [0042] 도 4에 도시한 바와 같이, 메인 노즐부(40a)의 노즐 헤드(41A)는, 유지부(31)에 유지된 웨이퍼(W)를 따라 신장하는 노즐 아암(42A)의 선단부에 설치되고, 웨이퍼(W)의 상면(피처리면)의 상방측에 배치된다. 이 노즐 아암(42A)의 기단부는, 가이드 레일(44) 상을 주행 가능한 슬라이더(43)에 의해 지지되고, 슬라이더(43)를 가이드 레일(44) 상에서 이동시킴으로써, 상기 웨이퍼(W)의 중앙측으로부터 주연측에 걸친 영역에서, 웨이퍼(W)의 반경 방향을 따라, 메인 노즐부(40a)를 가로 방향으로 자유롭게 이동시킬 수 있다. 또한, 메인 노즐부(40a)는, 웨이퍼(W)의 상방으로부터 측방으로 퇴피한 대기 위치로도 이동할 수 있다. 가이드 레일(44)이나 슬라이더(43), 노즐 아암(42A)이나 노즐 헤드(41A)는, 메인 노즐부(40a)에 설치된 에칭 노즐(411A)의 노즐 이동 기구에 상당한다. 한편, 후술하는 도 8과 같이, 슬라이더(43)를 곡선 형상으로 움직이기 위해서 가이드 레일(44)을 세로 방향으로 가동할 수 있도록 구성해도 좋다.
- [0043] 한편, 서브 노즐부(40b)에 대해서도, 공통의 노즐 헤드(41B)에, 웨이퍼(W)에 대하여 에칭액을 공급하는 에칭 노즐(411B)과, 린스액을 공급하는 린스 노즐(412B)을 설치한 구조로 되어 있는 점은, 메인 노즐부(40a)와 동일하다.
- [0044] 서브 노즐부(40b)의 노즐 헤드(41B)는, 유지부(31)에 유지된 웨이퍼(W)를 따라 신장하는 노즐 아암(42B)의 선단부에 설치되고, 상기 웨이퍼(W)의 상방측에 배치된다. 도 4에 도시한 바와 같이, 노즐 아암(42B)의 기단부는 구동부(46)에 의해 회전 가능한 회전축(45)에 의해 지지되고, 웨이퍼(W)의 주연측의 미리 설정된 처리 위치(도 4 중, 실선으로 나타내고 있음)와, 웨이퍼(W)의 상방으로부터 측방으로 퇴피한 대기 위치(동 도면 중, 파선으로 나타내고 있음) 사이를 이동할 수 있다. 구동부(46)나 노즐 아암(42B), 노즐 헤드(41B)는, 서브 노즐부(40b)에 설치된 에칭 노즐(411B)의, 메인 노즐부(40a)측과는 별개의 노즐 이동 기구에 상당한다.
- [0045] 메인 노즐부(40a) 및 서브 노즐부(40b)의 에칭 노즐(411A, 411B)은, 노즐 헤드(41A, 41B)나 노즐 아암(42A, 42B)을 통해 에칭액 공급원(701)[도 2의 처리액 유체 공급원(70)에 상당함]에 접속되어 있다. 에칭액 공급원(701)에는, 에칭액을 저류(貯留)하는 저류부(도시하지 않음) 및 저류부 내의 에칭액의 온도 조절을 행하는 히터 등의 온도 조정부(도시하지 않음)가 설치되고, 온도가 20℃~70℃의 범위의 예컨대 50℃로 조정된 에칭액을 각 에칭 노즐(411A, 411B)에 공급할 수 있다. 에칭액 공급원(701)의 출구부에는, 각 에칭 노즐(411A, 411B)에 송액되는 에칭액의 유량 조절을 행하는 유량 조정부(71a, 71b)가 설치되어 있다.
- [0046] 또한, 메인 노즐부(40a) 및 서브 노즐부(40b)의 린스 노즐(412)에 대해서도 린스액을 저류하는 저류부(도시하지 않음) 등을 구비한 린스액 공급원(702)[도 2의 처리액 유체 공급원(70)에 상당함]에 접속되어 있다. 린스액 공급원(702)으로부터는 각 유량 조정부(71c, 71d)에서 유량 조정된 린스액을 공급할 수 있다.
- [0047] 이들 에칭액이나 린스액의 유량 조정, 에칭액의 온도 조정이나 메인 노즐부(40a), 서브 노즐부(40b)의 이동 동

작의 제어는, 이미 서술한 제어 장치(4)에 의해 제어된다.

- [0048] 이상으로 설명한 구성을 구비하는 메인 노즐부(40a) 및 서브 노즐부(40b)는, 웨이퍼(W)에 대하여 서로 상이한 위치에서 에칭 노즐(411A, 411B)로부터의 에칭액의 토출을 행함으로써, 에칭 처리시의 웨이퍼(W)의 면 내 온도 분포를 균일하게 조정할 수 있다. 이하, 도 5를 참조하면서, 웨이퍼(W)의 면 내 온도 분포를 균일하게 하기 위해서, 각 에칭 노즐(411A, 411B)로부터의 에칭액의 토출 위치를 설정하는 수법에 대해서 설명한다.
- [0049] 또한 설명의 편의상, 이하의 설명에서는, 메인 노즐부(40a), 서브 노즐부(40b)의 각 에칭 노즐(411A, 411B)로부터의 에칭액의 토출을 「메인 노즐부(40a), 서브 노즐부(40b)로부터의 에칭액의 토출」이라고도 말한다.
- [0050] 도 5는, 에칭액의 토출 위치를 변화시켰을 때의 웨이퍼(W)의 면 내 온도 분포의 변화의 모습을 모식적으로 도시하고 있다. 도 5의 횡축은, 중심(C)으로부터 주연(E)까지의 웨이퍼(W) 표면의 반경 방향의 위치를 나타내고, 종축은 각 위치에서의 웨이퍼(W)의 온도를 나타내고 있다.
- [0051] 도 5에 있어서, (1)의 번호를 붙인 곡선(가는 실선으로 나타내고 있음)은, 하나의 에칭 노즐(411A)로부터, 상기 중심(C)을 포함하는 웨이퍼(W)의 중앙 영역에, 미리 결정된 온도[예컨대 도 4의 에칭액 공급원(701)의 예에서는 50℃]로 조정된 에칭액을 토출한 경우의 웨이퍼(W)의 면 내 온도 분포를 나타내고 있다.
- [0052] (1)의 면 내 온도 분포에 나타내는 바와 같이, 에칭액을 웨이퍼(W)의 중앙 영역에만 토출한 경우에는, 회전하는 웨이퍼(W)의 표면을 확산함에 따라 에칭액의 온도가 저하되기 때문에, 웨이퍼(W)의 온도는, 중앙측으로부터 주연측을 향해 점차로 낮아진다. 이 온도 변화가 크면, 에칭 처리의 결과가 면 내에서 불균일하게 되어 버린다.
- [0053] 이와 같이 웨이퍼(W)의 주연측의 온도가 낮아져 버리는 (1)의 면 내 온도 분포를 개선하기 위해서는, 에칭 노즐(411A)을 웨이퍼(W)의 중앙보다도 주연 방향으로 이동시켜, 온도 조정된 에칭액을 상기 중앙 영역보다도 주연측의 영역에 직접 공급하는 수법이 있다. 한편, 에칭 노즐(411A)을 웨이퍼(W)의 중앙으로부터 이동시키는 상태로 하면, 웨이퍼(W)의 중앙 영역에 에칭액이 골고루 미치지 않아, 상기 영역의 에칭 처리를 행할 수 없다.
- [0054] 그래서, 웨이퍼(W)의 중앙 영역의 에칭 처리를 행하면서, 웨이퍼(W)의 면 내 온도 분포를 균일하게 하기 위해서, 토출된 에칭액이 웨이퍼(W)의 중심에 도달하는 중앙측의 위치(이하, 「제1 위치」라고 함)와, 이 중앙측의 위치보다도 웨이퍼(W)의 주연측의 위치(이하, 「제2 위치」라고 함) 사이에서 에칭 노즐(411A)을 반복해서 왕복시키면서 에칭액을 토출하면 좋다.
- [0055] 예컨대, 웨이퍼(W)의 중앙측의 제1 위치와, 주연측의 제2 위치와의 거리를 제로의 상태에서부터 점차로 크게 하고, 각 조건에 있어서 면 내 온도 분포를 측했다고 하자. 이 경우에는, 제1 위치와 제2 위치와의 거리가 커짐에 따라, 웨이퍼(W)의 중앙측의 온도가 낮아지는 한편, 중앙측과 주연측의 온도차가 작아져 면 내 온도 분포의 기울기가 완만하게 되어 간다.
- [0056] 그러나, 제1 위치와 제2 위치와의 거리를 더욱 크게 해도, 중앙측과 주연측의 온도차의 축소폭은 서서히 작아지고, 결국은, 중앙부의 온도가 지나치게 저하되어 온도차가 커질 우려가 있다. 도 5에는 이 상태의 면 내 온도 분포를 (2)의 번호를 붙인 곡선(가는 파선)으로 나타내고 있다.
- [0057] 도 5에 도시한 바와 같이, 에칭 노즐(411A)로부터의 에칭액의 토출 위치를 중앙측의 제1 위치와 주연측의 제2 위치 사이에서 이동시키고, 이들의 위치를 적절하게 설정함으로써, 중앙측에만 에칭액을 공급하는 경우에 비해서 웨이퍼(W)의 면 내 온도 분포의 균일성을 개선할 수 있다. 한편, 더욱 균일한 면 내 온도 분포가 요구되는 경우에는, 제1 위치와 제2 위치 사이에서 에칭 노즐(411A)을 왕복 이동시키는 것뿐만 아니라, 다른 수법도 필요해진다.
- [0058] 그래서 본 실시형태의 처리 유닛(16)에 있어서는, 제1 위치와 제2 위치 사이를 왕복 이동하는 에칭 노즐(411A)(메인 노즐)을 구비한 메인 노즐부(40a)에 더하여, 상기 제1 위치보다도 웨이퍼(W)의 주연측의 미리 설정된 위치(제3 위치)에 직접 에칭액을 토출하는 에칭 노즐(411B)(서브 노즐)을 구비한 서브 노즐부(40b)를 설치하여, 웨이퍼(W)의 면 내 온도 분포를 조정하고 있다.
- [0059] 도 5에 (3)의 번호를 붙인 면 내 온도 분포(굵은 파선으로 나타내고 있음)는, 제1 위치보다도 웨이퍼(W)의 주연측의 미리 정해진 위치(제3 위치)에, 서브 노즐부(40b)로부터만 에칭액을 토출한 경우의 예를 나타내고 있다. 웨이퍼(W)의 주연측의 위치에 에칭액을 직접 공급하면, 에칭액이 웨이퍼(W)에 도달하는 위치의 온도가 가장 높아지고, 이 도달 위치보다도 중앙측 및 주연측의 온도가 저하되는 산형의 면 내 온도 분포가 웨이퍼(W)의 둘레 방향을 따라 원환 형상으로 확대되도록 형성된다.

- [0060] 그래서, (2)의 면 내 온도 분포에서 중앙측과의 온도차가 커지는 영역을 향해 에칭액을 토출하도록 서브 노즐부(40b)를 설치하면, (2), (3)의 면 내 온도 분포가 합성되어, 웨이퍼(W)의 온도의 최대값과 최소값의 차가 보다 작게 균일화된 (4)의 변호를 붙인 면 내 온도 분포(굵은 파선으로 나타내고 있음)를 형성할 수 있다.
- [0061] 여기서, 서브 노즐부(40b)로부터 에칭액을 토출하는 위치는, 예컨대 웨이퍼(W)의 온도의 최대값과 최소값의 차(ΔT)를, 미리 설정한 목표 온도차, 예컨대 1.0°C 이내의 값으로 할 수 있는 위치에 설정된다.
- [0062] 또한, 웨이퍼(W)의 온도의 면 내 균일성에 주목하여, 웨이퍼(W)의 중심부로부터 주연부에 이르기까지의 웨이퍼(W)의 온도의 최대값을 Max, 최소값을 Min이라고 했을 때, 온도의 면 내 균일성을 나타내는 지표인 하기 식을 만족시키는 위치에 설정해도 좋다.
- [0063]
$$[(\text{Max}-\text{Min})/\{(\text{Max}+\text{Min})/2\}]\times 100 \leq 2.0\%$$
- [0064] 전술한 목표 온도차나 목표 면 내 균일성을 실현 가능한 에칭액의 토출 위치는, 예컨대 메인 노즐부(40a) 및 서브 노즐부(40b)로부터 에칭액을 토출하여 실제로 웨이퍼(W)의 온도를 측정하는 실험을 행하고, 이때 제1 위치로부터 주연측을 향해 점차로 서브 노즐부(40b)의 토출 위치를 이동시킴으로써, 전술한 목표값을 실현하는 위치의 탐색을 행해도 좋다. 또한, 유체 해석 소프트웨어 등을 이용한 시뮬레이션에 의해, 상기 목표값을 실현 가능한 서브 노즐부(40b)로부터의 에칭액의 토출 위치를 구해도 좋다.
- [0065] 또한, 이와 같이 에칭액의 토출 위치의 엄밀한 탐색을 행하지 않는 경우라도, 웨이퍼(W)의 중심(C)과 주연(E) 사이의 중앙 위치보다도 주연측의 영역을 향해 에칭액을 토출하면, 이 영역에의 토출을 행하지 않는 경우에 비해서, 적어도 웨이퍼(W) 면 내의 온도의 최대값과 최소값의 차(ΔT)를 저감할 수 있다.
- [0066] 여기서 도 5의 (1), (4)의 면 내 온도 분포에 관한 각 처리에 있어서는, 웨이퍼(W)에 공급되는 열량이 고르게 되도록, 이들 처리에서 공급되는 처리액의 온도는 일치하고 있다. 또한 (1)에 관한 처리에서 웨이퍼(W)의 중앙 영역을 향해 토출되는 에칭액의 토출 유량 F1과, 메인 노즐부(40a) 및 서브 노즐부(40b)로부터의 에칭액의 토출 유량의 합계값 F2는 서로 일치하고 있는 것으로 한다($F1=F2$). 따라서, (1)에 관한 처리와 동일한 토출 유량 F1의 에칭액을 메인 노즐부(40a)로부터 토출한 경우의 웨이퍼(W)의 면 내 온도 분포는, (2)의 면 내 온도 분포 경우보다도 전체적으로 고온측으로 이동한다.
- [0067] 다음으로 메인 노즐부(40a)와 서브 노즐부(40b) 사이의 에칭액의 토출 유량의 관계에 대해서 설명한다. 예컨대, 미리 결정된 토출 위치에 서브 노즐부(40b)를 배치하고, 메인 노즐부(40a)로부터의 토출 유량 f1과, 서브 노즐부(40b)로부터의 토출 유량 f2와의 합계값 $f1+f2=F2$ 가 일정하게 되도록 해서, $f2=0$ 의 상태에서부터 점차로 메인 노즐부(40b)의 토출 유량을 증가시켜 가는 경우에 대해서 생각한다.
- [0068] 서브 노즐부(40b)로부터 에칭액이 토출되고 있지 않은 경우에는, 면 내 온도 분포를 조정하는 작용은 발휘되지 않는다. 다음으로, 서브 노즐부(40b)로부터의 토출 유량을 증가시켜 가면, 메인 노즐부(40a)로부터의 토출 유량이 감소하는 작용과 더불어, 서브 노즐부(40b)에 의해 면 내 온도 분포를 조정하는 효과가 커진다. 또한, 서브 노즐부(40b)의 토출 유량을 증가시켜, 상기 토출 유량이 메인 노즐부(40a)의 토출 유량보다도 많아지면($f2>f1$), 서브 노즐부(40b)로부터의 처리액이 면 내 온도 분포에 주는 영향이 상대적으로 커져, 주연측의 웨이퍼(W)의 온도가 대폭 상승한다. 이 결과, 도 5의 (4)에 나타내는 바와 같이, 웨이퍼(W)의 온도의 최대값과 최소값의 차(ΔT)가 보다 작은 면 내 온도 분포를 실현할 수 있다. 따라서 본 실시형태에서는, 메인 노즐부(40a), 서브 노즐부(40b)로부터의 에칭액의 토출 유량의 관계는, 서브 노즐부(40b)의 토출 유량이 메인 노즐부(40a)의 토출 유량보다도 많고, 또한, 이미 서술한 목표 온도차나 목표 면 내 균일성을 실현 가능한 토출 유량이 선택된다.
- [0069] 이상에 설명한 바와 같이, 제1 위치와 제2 위치 사이를 왕복 이동하는 메인 노즐부(40a)와, 미리 설정된 위치에 배치(제3 위치)되는 서브 노즐부(40b)를 이용하여 에칭액을 토출함으로써, 면 내 온도 분포를 보다 균일하게 한 상태에서 에칭 처리를 행하는 것이 가능해지고, 에칭 처리의 면 내 균일성의 향상에 기여한다.
- [0070] 한편, 웨이퍼(W)에 대하여 복수의 에칭 노즐(411A, 411B)을 이용하여 에칭액을 토출하면, 웨이퍼(W)의 표면에서 에칭액의 흐름끼리가 서로 부딪쳐, 스플래시(splash)가 발생해 버리고, 비산된 미스트가 웨이퍼(W)의 오염원이 되는 경우도 있다.
- [0071] 예컨대 도 6에는, 메인 노즐부(40a)로부터 웨이퍼(W)의 표면에 토출된 에칭액의 흐름을 파선의 화살표로 나타내고, 서브 노즐부(40b)로부터 웨이퍼(W)의 표면에 토출된 에칭액의 흐름을 실선의 화살표로 나타내고 있다. 웨이퍼(W)의 중앙측의 제1 위치와 주연측의 제2 위치 사이를 왕복 이동하는 메인 노즐부(40a)에 있어서, 메인 노즐부(40a)가 주연측으로 이동했을 때에 공급되는 에칭액의 흐름은, 중앙측에서 공급되는 경우에 비해서 에칭액의

두께가 증대한다. 또한, 중앙측보다도 주연측 쪽이 에칭액에 가해지는 원심력이 크다. 따라서, 큰 원심력이 가해지고, 또한, 두꺼워진 에칭액의 흐름이, 서브 노즐부(40b)로부터 공급되는 에칭액의 흐름과 합류하는 위치(도 6 중에 S1, S2의 부호를 붙이고 있음)에서는, 큰 스플래시가 발생하기 쉽다.

[0072] 그래서 본 예의 처리 유닛(16)에서는, 주연측으로 이동한 메인 노즐부(40a)로부터 공급되는 에칭액의 흐름에 대하여, 웨이퍼(W)의 회전 방향의 하류측의 가능한 한 먼 위치에 서브 노즐부(40b)가 배치되도록, 웨이퍼(W)의 둘레 방향으로 본 이들 노즐부(40a, 40b)의 배치가 설정되어 있다. 즉, 서브 노즐부(40b)에 있어서의 웨이퍼(W) 상의 에칭액의 토출 위치는, 웨이퍼(W)의 중심에서 보아, 메인 노즐부(40a)에 있어서의 웨이퍼(W) 상의 에칭액의 토출 위치로부터 회전 방향으로 180도보다도 크고, 270도 이하인 개방 각도만큼 떨어진 위치에 설정되어 있다. 한편, 본 실시형태에서는, 서브 노즐부(40b)의 위치(제3 위치)의 기관 중심으로부터의 거리는, 제2 위치의 기관 중심으로부터의 거리와 동일하다.

[0073] 도 7에 서브 노즐부(40b)의 토출 위치의 설정 가능 범위(6)를 나타낸다. 왕복 이동하는 메인 노즐부(40a)로부터 공급되는 에칭액의 흐름은 보다 큰 에너지를 갖고 있는 경우가 있기 때문에, 바람직하게는 상기 개방 각도는, 185도 이상, 270도 이하의 범위로 하면 좋다. 상기 개방 각도가 270도보다도 커지면, 서브 노즐부(40b)가 외연측으로 이동한 메인 노즐부(40a)에 가까워져, S2의 위치의 스플래시가 커질 우려가 있다.

[0074] 또한, 스플래시의 발생은, 왕복 이동하는 메인 노즐부(40a)에 있어서의 제2 위치의 설정 위치의 영향도 받는다. 즉, 제2 위치의 설정 위치를 웨이퍼(W)의 주연측을 향해 이동시킬수록, 스플래시가 커지는 것이 실험적으로 확인되고 있다[후술하는 (실험 2) 참조]. 한편, 제2 위치를 웨이퍼(W)의 중앙측에 가깝게 할수록, (2)의 먼 내 온도 분포가 (1)의 먼 내 온도 분포에 가까워져, (4)의 먼 내 온도 분포에 있어서의 최고 온도-최저 온도 사이의 온도차(ΔT)가 커져 버린다.

[0075] 그래서, 스플래시의 발생을 억제하기 위해서, 이미 서술한 목표 온도차나 목표 먼 내 균일성을 만족하는 범위에 서 메인 노즐부(40a)의 제2 위치를 중앙측으로 이동시켜도 좋다. 후술하는 실험 결과(실험 2)에 나타내는 바와 같이, 스플래시를 저감하는 관점에서는, 상기 제2 위치는 웨이퍼(W)의 주연으로부터 45 mm 중심측으로 접근한 위치보다도 중심측에 위치시키도록 설정하는 것이 바람직하다. 한편, 서브 노즐부(40b)의 위치(제3 위치)의 기관 중심으로부터의 거리는, 제2 위치와 동일 거리에 한하지 않고, 스플래시의 영향을 보다 감소시키기 위해서 보다 주연측에 위치시키는 등, 적절하게 조정해도 좋다.

[0076] 이상에 설명한 구성을 구비한 처리 유닛(16)의 작용에 대해서 설명한다. 기관 반송 장치(17)에 의해 각 처리 유닛(16)에 반송되어 온 웨이퍼(W)는, 도시하지 않은 반입 반출구를 통해 챔버(20) 내에 반입된다. 기관 유지 기구(30)(기관 유지부)는, 도시하지 않은 승강편 등을 통해, 기관 반송 장치(17)의 웨이퍼 유지 기구로부터 처리 대상인 웨이퍼(W)를 유지부(31)의 유지면(311) 상에 전달한 후, 챔버(20) 내로부터 퇴피한다.

[0077] 유지부(31)에 웨이퍼(W)가 배치되었다면, 구동부(33)(회전 기구)에 의해 유지부(31)를 회전시키고, 메인 노즐부(40a)를 대기 위치로부터 제1 위치까지 진입시키며, 또한 서브 노즐부(40b)를 대기 위치로부터 미리 설정된 토출 위치까지 이동시킨다.

[0078] 그리고 웨이퍼(W)의 회전 속도가 미리 정해진 설정 속도에 도달했다면, 메인 노즐부(40a), 서브 노즐부(40b)로부터 에칭액의 토출을 개시하고, 메인 노즐부(40a)를 왕복 이동시킨다. 메인 노즐부(40a)의 이동 속도는, 예컨대 제1 위치와 제2 위치 사이를 1분 동안에 수회 내지 수십 회 정도 이동할 수 있도록 설정되어 있다.

[0079] 이 결과, 도 6에 도시한 바와 같이 각 노즐부(40a, 40b)로부터 토출된 에칭액이 회전하는 웨이퍼(W)의 표면에 확산되어 웨이퍼(W)의 에칭 처리가 행해진다. 이때, 웨이퍼(W)의 중앙측과 주연측을 왕복 이동하는 메인 노즐부(40a)와, 먼 내 온도 분포 조정용의 서브 노즐부(40b)를 이용하여 에칭액을 공급함으로써, 도 5의 (4)에 나타내는 균일한 먼 내 온도 분포를 형성하면서 에칭 처리가 행해진다. 또한, 도 6, 도 7에 도시한 바와 같이 메인 노즐부(40a), 서브 노즐부(40b)의 토출 위치 사이의 개방 각도를 180도보다도 크고, 270도 이하의 범위로 하고, 메인 노즐부(40a)가 왕복 이동하는 범위를 규정하는 제2 위치를 웨이퍼(W)의 주연으로부터 45 mm 중심측으로 접근한 위치보다도 중심측에 설정함으로써, 스플래시의 발생을 억제하여, 웨이퍼(W)의 오염을 억제할 수 있다.

[0080] 이렇게 해서 미리 정해진 시간만큼 웨이퍼(W)의 에칭 처리를 행했다면, 메인 노즐부(40a), 서브 노즐부(40b)로부터의 에칭액의 토출을 정지하고, 각 노즐부(40a, 40b)의 린스 노즐(412A, 412B)로부터 린스액을 토출한다. 여기서, 핫 린스 처리 등, 린스액에 의한 린스 세정시의 웨이퍼(W)의 먼 내 온도 분포가 에칭 처리의 결과에 영향을 주는 경우에는, 에칭액의 공급시와 마찬가지로 제1 위치와 제2 위치 사이를 왕복 이동하는 메인 노즐부(40a) 및 먼 내 온도 분포 조정용의 서브 노즐부(40b)의 양방을 이용하여 린스액을 공급한다. 이때, 도 5를 이용하여

설명한 예와 동일한 검토를 행하여, 메인 노즐부(40a)의 제1 위치나 제2 위치, 서브 노즐부(40b)의 토출 위치를 에칭액의 토출시와는 상이한 위치에 설정해 두어도 좋다.

- [0081] 또한, 린스 세정시에 있어서의 웨이퍼(W)의 면 내 온도 분포가 에칭 처리의 결과에 주는 영향이 작은 경우에는, 예컨대 웨이퍼(W)의 중앙부 상방측에서 메인 노즐부(40a)를 정지시키고, 상기 메인 노즐부(40a)로부터만 린스액 공급을 행하고 서브 노즐부(40b)에 의한 면 내 온도 분포의 조정은 행하지 않도록 해도 좋다.
- [0082] 이렇게 해서 린스 세정을 실행하고, 뿌리침 건조를 행했다면, 유지부(31)의 회전을 정지시킨다. 그리고 챔버(20) 내로 진입해 온 웨이퍼 유지 기구에, 반입시와는 반대의 순서로 웨이퍼(W)를 전달하여, 처리 유닛(16)으로부터 웨이퍼(W)를 반출한다.
- [0083] 본 실시형태에 따른 처리 유닛에 의하면 이하의 효과가 있다. 회전하고 있는 기관에 대하여, 메인 노즐부(40a)의 에칭 노즐(411A)(메인 노즐)을 에칭액이 웨이퍼(W)의 중심에 도달하는 위치와 이 위치보다도 주연측의 위치 사이에서 이동시키면서 에칭액을 토출하고, 웨이퍼(W)의 주연측의 온도의 저하를 억제하기 위해서, 서브 노즐부(40b)의 에칭 노즐(411B)(서브 노즐)로부터 메인 노즐부(40a)측보다도 많은 토출 유량으로 에칭액을 토출하고 있다. 이 때문에 웨이퍼(W)의 중앙측과 주연측 사이의 온도차가 억제되어, 웨이퍼(W)의 면 내에서 균일성이 높은 처리를 행할 수 있다.
- [0084] 여기서 웨이퍼(W)의 중앙측의 제1 위치와 외주측의 제2 위치 사이를 왕복 이동하는 메인 노즐부(40a)의 이동 경로는, 웨이퍼(W)의 반경 방향을 향해 직선 형상으로 이동하는 경우에 한정되지 않는다. 예컨대 도 8에 도시한 바와 같이, 중앙측의 제1 위치로부터 웨이퍼(W)의 회전 방향으로 튀어나오고 나서, 상기 제1 위치보다도 주연측의 제2 위치로 되돌아가는 곡선 형상의 궤도를 그리도록 메인 노즐부(40a)를 이동시켜도 좋다. 이 경우에는, 메인 노즐부(40a)의 토출 위치와 서브 노즐부(40b)의 토출 위치와의 개방 각도는, 도 8에 도시한 바와 같이 서브 노즐부(40b)가 배치되어 있는 위치를 지나는 웨이퍼(W)와 동심의 원(61) 상에 메인 노즐부(40a)가 이동한 시점을 기준으로 하여, 상기 개방 각도가 180도보다도 크고, 270도 이하가 되도록 하면 좋다.
- [0085] 또한, 웨이퍼(W)의 면 내 온도 분포를 조정하기 위해서 설치되는 서브 노즐(411B)의 위치(제3 위치)는, 서브 노즐부(40b)와 같이 고정된 위치에 한정되지 않는다. 예컨대 에칭액의 토출 중에, 제1 위치보다도 주연측의 영역에서, 중앙측으로부터 주연측을 향해, 또는 주연측으로부터 중앙측을 향해 서브 노즐(411B)을 이동시키거나, 이들 영역 사이를 왕복 이동시켜도 좋다.
- [0086] 이 외에, 서브 노즐(411B)을 배치하는 위치(제3 위치)는, 웨이퍼(W)의 상방측에 한정되는 것은 아니며, 예컨대 유지부(31)에 유지된 웨이퍼(W)의 측방에 서브 노즐(411B)을 배치하고, 웨이퍼(W)가 배치되어 있는 방향을 향해 비스듬히 하방측으로 처리액을 토출하여, 웨이퍼(W) 상의 미리 설정된 위치에 처리액을 공급해도 좋다.
- [0087] 또한, 본 실시형태의 메인 노즐(411A) 및 서브 노즐(411B)을 이용하여 웨이퍼(W)의 면 내 온도 분포를 조정하는 것이 가능한 처리액의 종류는 에칭액에 한정되는 것은 아니다. 도포, 현상 장치에서 웨이퍼(W)에 공급되는 레지스트액이나 레지스트액을 웨이퍼(W)의 표면에 확산시키기 위한 시너, 반사 방지막의 원료액이나 현상 후의 레지스트막에 공급되는 현상액이어도 좋다. 또한 웨이퍼(W)의 세정 처리를 행하는 세정 장치에서 공급되는 산성이나 알칼리성의 약액, 웨이퍼(W)에 금속막을 형성하기 위한 도금 장치에서 공급되는 도금액 등, 각종의 처리액의 공급에도 본 발명은 적용할 수 있다. 이들의 경우, 각종 처리액은 처리액 공급시의 웨이퍼(W)의 온도보다도 높은 온도로 공급되는 경우뿐만 아니라, 웨이퍼(W)보다도 낮은 온도로 공급해도 좋으며, 이 경우에도 서브 노즐(411B)을 설치함으로써 웨이퍼(W)의 면 내 온도 분포를 조정할 수 있다.
- [0088] 그리고, 본 실시형태의 처리 유닛(액 처리 장치)을 이용하여 처리하는 것이 가능한 기관의 종류는, 반도체 웨이퍼에 한정되는 것은 아니다. 예컨대 플랫 패널 디스플레이용의 유리 기관의 액 처리를 행하는 처리 유닛에 대해서도 본 발명은 적용할 수 있다.
- [0089] [실시예]
- [0090] (실험 1)
- [0091] 토출법을 변경하면서, 회전하는 웨이퍼(W)의 표면에 모의용의 처리액인 DIW를 공급하여 웨이퍼(W)의 표면의 면 내 온도 분포를 측정하였다.
- [0092] A. 실험 조건
- [0093] (실시예 1) 직경 300 mm의 웨이퍼(W)를 150 rpm의 회전 속도로 회전시키고, 도 3, 도 4에 도시한 메인 노즐부

(40a), 서브 노즐부(40b)로부터 50℃로 온도 조정된 처리액을 공급하였다. 처리액의 합계의 토출 유량은 $F2=1.5$ L/분[메인 노즐부(40a)로부터의 토출 유량 $f1=0.6$ L/분, 서브 노즐부(40b)로부터의 토출 유량 $f2=0.9$ L/분]으로 하였다. 메인 노즐부(40a)의 이동 범위는 웨이퍼(W)의 중심으로부터 30 mm 외연측의 위치(제1 위치)~120 mm 외연측의 위치(제2 위치)로 하고, 서브 노즐부(40b)의 배치 위치는 웨이퍼(W)의 중심으로부터 90 mm 외연측의 위치로 하였다. 제1 위치를 웨이퍼(W)의 중심(웨이퍼(W)중심위치 상방)으로부터 웨이퍼(W)의 반경방향으로 30 mm 떨어진 위치로 해도 상기한 토출 유량이면, 처리액은 기관 중심에 도달할 수 있다. 또한, 제1 위치를 0 mm(중심 위치)로 하는 것보다도, 중심 위치에 다른 위치와 동등한 유량의 처리액을 공급할 수 있기 때문에, 면 내 균일성의 관점에서 바람직하다. 메인 노즐부(40a)의 이동 속도는 150 mm/초이고, 2분간 처리액의 토출을 행하였다. 한편 간단을 위해, 이하의 설명에서는 제1 위치, 제2 위치가 「웨이퍼(W)의 중심으로부터 X mm 외연측의 위치에 있는 것」을 간단히 「X mm」라고 기재한다.

[0094] (비교예 1-1) 웨이퍼(W)의 중앙부 상방에 고정 배치한 예칭 노즐(411A)만을 이용하여 토출 유량 1.5 L/분으로 처리액을 토출한 것 외에는, (실시예 1)과 동일한 조건으로 실험을 행하였다.

[0095] (비교예 1-2) 제1 위치와 제2 위치 사이를 왕복 이동하는 메인 노즐부(40a)만을 이용하여 토출 유량 1.5 L/분으로 처리액을 토출한 것 외에는, (실시예 1)과 동일한 조건으로 실험을 행하였다.

[0096] B. 실험 결과

[0097] (실시예 1, 비교예 1-1, 1-2)의 결과를 도 9에 나타낸다. 도 9의 횡축은, 웨이퍼(W)의 중심(C)으로부터의 반경 방향의 위치, 종축은 각 측정 위치에서의 웨이퍼(W)의 온도를 나타내고 있다. (실시예 1)의 결과를 사각의 플롯으로 나타내고 각 플롯을 굵은 선으로 연결하였다[도 5의 면 내 온도 분포 (4)에 상당하고 있음]. (비교예 1-1)의 결과를 마름모꼴의 플롯으로 나타내고 각 플롯을 가는 선으로 연결하였다[도 5의 면 내 온도 분포 (1)에 상당하고 있음]. 또한, (비교예 1-2)의 결과를 가위표의 플롯으로 나타내고 각 플롯을 가는 파선으로 연결하였다[도 5의 면 내 온도 분포 (2)에 상당하고 있음].

[0098] (실시예 1)의 결과에 따르면, 웨이퍼(W) 면 내의 온도의 최대값(Max=54.5℃)과 최소값(Min=53.8℃)의 차(ΔT)가 0.7℃였다. 또한, 온도 분포의 면 내 균일성은 1.3%였다. 이에 비하여 중앙부로부터만 처리액을 공급한 (비교예 1-1)에서는, (실시예 1)과 비교해서 중앙측의 온도가 대폭 상승하고, 온도차(ΔT)는 2.2℃로 최대가 되며, 면 내 균일성은 4.0%가 되었다. 한편, 왕복 이동하는 메인 노즐부(40a)만으로 처리액을 토출한 (비교예 1-1)에서는, (실시예 1)과 비교해서 웨이퍼(W)의 주연측의 온도가 저하되고, 온도차(ΔT)는 1.2℃로 증대하며, 면 내 균일성도 2.2%가 되었다.

[0099] 이들의 실험 결과로부터, 왕복 이동하는 메인 노즐부(40a)와 면 내 온도 분포 조정용의 서브 노즐부(40b)를 조합하여 처리액을 토출함으로써, 보다 균일한 면 내 온도 분포를 실현할 수 있는 것을 알 수 있다.

[0100] (실험 2)

[0101] 메인 노즐부(40a)의 제2 위치를 다양하게 변화시켜, (실시예 1)과 동일한 실험을 행하고, 스플래시의 발생 상황을 조사하였다.

[0102] A. 실험 조건

[0103] (실시예 2-1) 메인 노즐부(40a)의 제2 위치를 60 mm로 한 것 외에는, (실시예 1)과 동일한 조건으로 처리액을 토출하였다. 메인 노즐부(40a)에 대한 서브 노즐부(40b)의 개방 각도는 210도이다. 이 때의 웨이퍼(W)의 표면을 스피드 카메라로 촬영하여, 스플래시의 발생 상황을 관찰하였다.

[0104] (실시예 2-2) 메인 노즐부(40a)의 제2 위치를 75 mm로 한 것 외에는, (실시예 2-1)과 동일한 조건으로 스플래시의 발생 상황을 관찰하였다. 또한, 메인 노즐부(40a)의 제1 위치를 15 mm, 제2 위치를 75 mm로 한 점 이외에는 (실시예 2-1)과 동일한 조건으로 웨이퍼(W)의 면 내 온도 분포를 측정하였다.

[0105] (실시예 2-3) 메인 노즐부(40a)의 제2 위치를 90 mm로 한 것 외에는, (실시예 2-1)과 동일한 조건으로 스플래시의 발생 상황을 관찰하였다. 또한, 메인 노즐부(40a)의 제1 위치를 15 mm, 제2 위치를 90 mm로 한 점 이외에는 (실시예 2-1)과 동일한 조건으로 웨이퍼(W)의 면 내 온도 분포를 측정하였다.

[0106] (실시예 2-4) 메인 노즐부(40a)의 제2 위치를 105 mm로 한 것 외에는, (실시예 2-1)과 동일한 조건으로 스플래시의 발생 상황을 관찰하였다.

[0107] (실시예 2-5) (실시예 2-1)과 동일한 조건으로 스플래시의 발생 상황을 관찰하였다. 또한, 메인 노즐부(40a)의

제1 위치를 15 mm로 한 점 이외에는 (실시예 2-1)과 동일한 조건으로 웨이퍼(W)의 면 내 온도 분포를 측정하였다.

[0108] B. 실험 결과

[0109] (실시예 2-1~2-5)의 스플래시의 발생 상황의 평가를 (표 1)에 나타낸다. 또한, (실시예 2-2, 2-3, 2-5)에 있어서의 웨이퍼(W)의 면 내 온도 분포를 도 10에 도시한다. 도 10의 횡축 및 종축은 도 9와 동일하다. (실시예 2-2)의 결과를 마름모꼴의 플롯, (실시예 2-3)의 결과를 사각의 플롯, (실시예 2-5)의 결과를 삼각의 플롯으로 각각 나타내고 있다.

표 1

[0110]

	메인 노즐부 이동 범위	스플래시 평가
실시예 2-1	30~60mm	없음
실시예 2-2	30~75mm	없음
실시예 2-3	30~90mm	없음
실시예 2-4	30~105mm	소량 발생
실시예 2-5	30~120mm	발생

[0111] (표 1)에 나타낸 스플래시의 관찰 결과에 따르면, 메인 노즐부(40a)의 제2 위치가 90 mm보다도 작은, 즉, 웨이퍼(W)의 주연으로부터 60 mm 이상 중심측으로 접근해 있는 (실시예 2-1~2-3)에서는 스플래시는 관찰되지 않았다. 또한, 상기 제2 위치가 105 mm[웨이퍼(W)의 주연으로부터 45 mm 중심측으로 접근해 있음]인 (실시예 2-4)에서는, 소량의 스플래시가 확인되었다. 그리고 상기 제2 위치가 120 mm[웨이퍼(W)의 주연으로부터 30 mm 중심측으로 접근해 있음]인 (실시예 2-5)에서는, 비교적 큰 스플래시가 발생하였다.

[0112] 한편, 도 10에 도시한 웨이퍼(W)의 면 내 온도 분포의 측정 결과에 따르면, (실시예 1)과 거의 동일한 조건으로 실험을 행한 (실시예 2-5)와 비교해서, 제2 위치를 웨이퍼(W)의 중심측을 향해 이동시킨 (실시예 2-2, 2-3)에서는, 웨이퍼(W)의 중앙측의 온도가 약간 상승하였다. 그러나 (실시예 2-2, 2-3, 2-5)의 어느 것에 있어서도 온도차(ΔT)의 값은 1℃ 이내로 조정되어 있으며, 양호한 면 내 온도 분포가 형성되어 있다.

[0113] (표 1) 및 도 10의 실험 결과에 따르면, 제2 위치를 120 mm보다도 내측으로 이동시켜도 웨이퍼(W) 면 내의 최대의 온도차(ΔT)의 값을 1℃ 이내로 조정하는 것이 가능한 조건이 존재하는 것을 알 수 있다. 또한 웨이퍼(W)의 면 내 온도 분포를 균일하게 유지하면서 스플래시의 발생을 억제하고 싶은 경우에는, 상기 면 내 온도 분포가 목표값을 만족시키는 범위 내에서, 예컨대 메인 노즐부(40a)의 제2 위치를 105 mm보다도 작은 위치, 즉, 웨이퍼(W)의 주연으로부터 45 mm 이상 중심측으로 접근해 있는 위치에 설정하면 좋은 것을 알 수 있다.

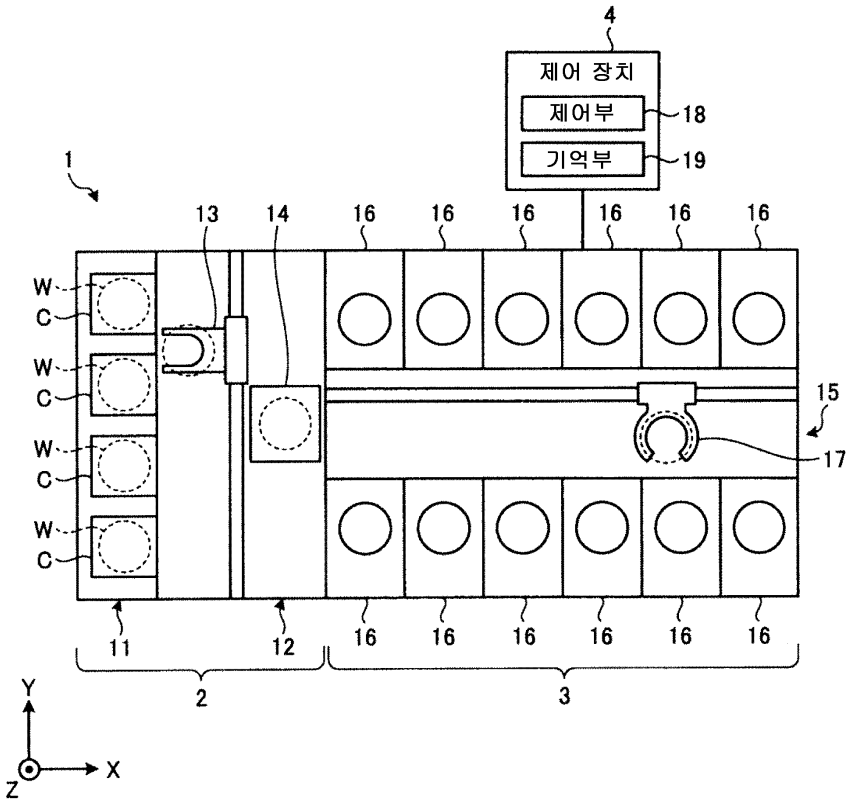
부호의 설명

[0114]

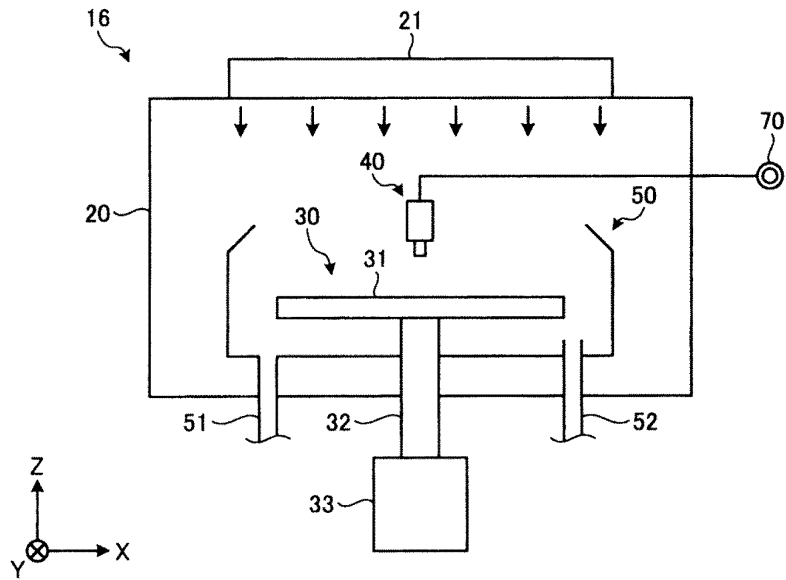
W: 웨이퍼	40a: 메인 노즐부
40b: 서브 노즐부	41A, 41B: 노즐 헤드
411A, 411B: 에칭 노즐	412A, 412B: 린스 노즐
42A, 42B: 노즐 아암	43: 슬라이더
44: 가이드 레일	45: 회전축
46: 구동부	701: 에칭액 공급원
702: 린스액 공급원	71a~71d: 유량 조정부

도면

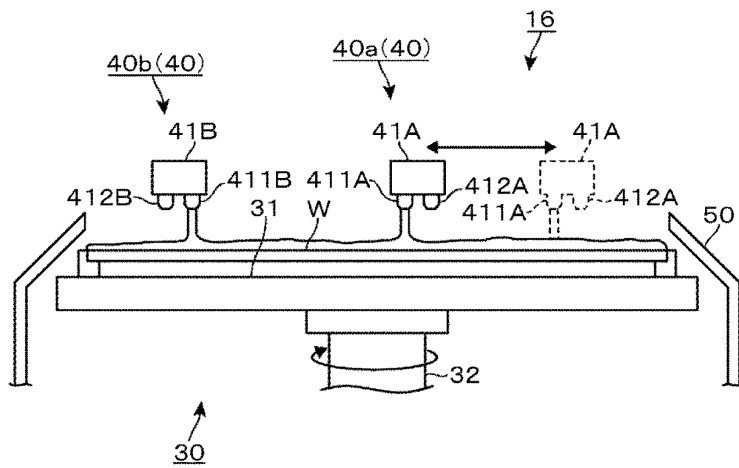
도면1



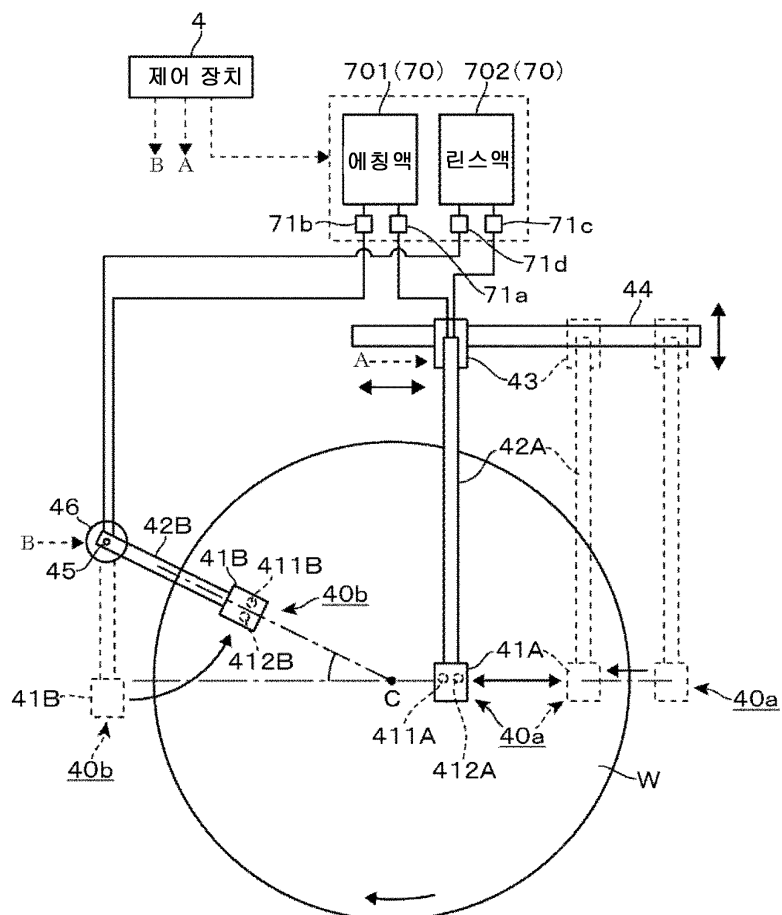
도면2



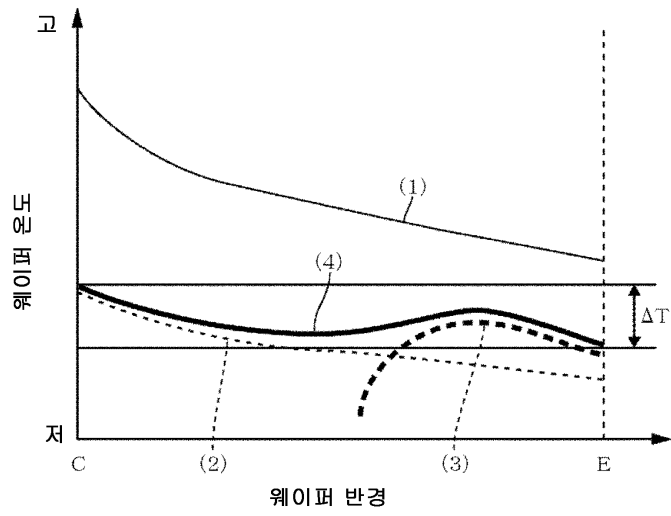
도면3



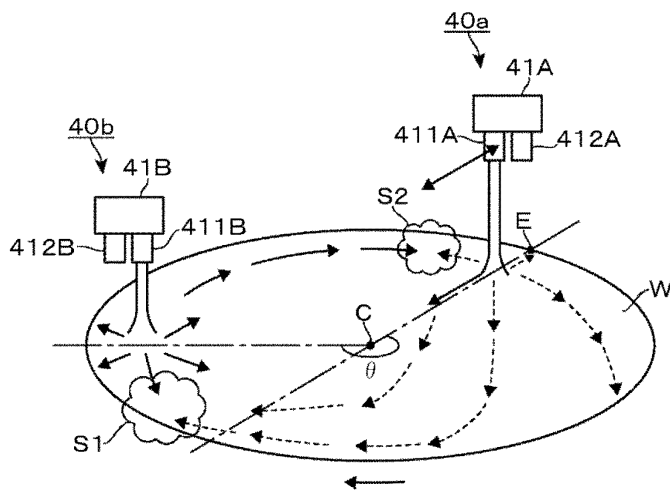
도면4



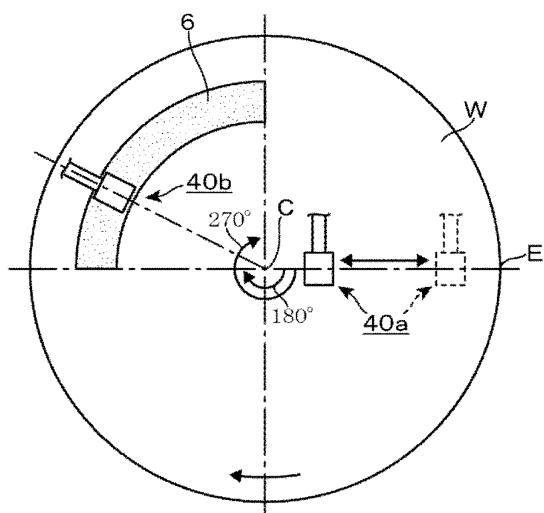
도면5



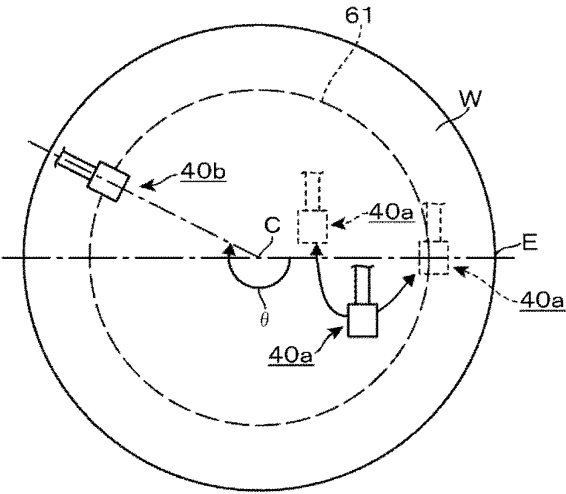
도면6



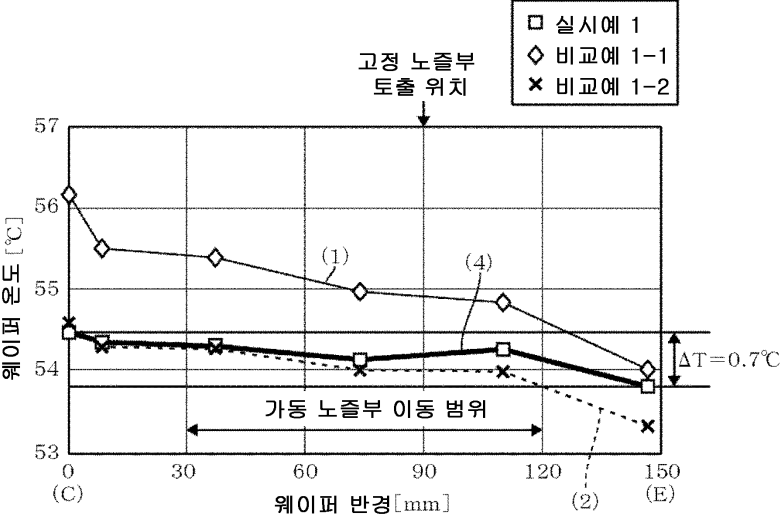
도면7



도면8



도면9



도면10

