



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년07월10일

(11) 등록번호 10-1877112

(24) 등록일자 2018년07월04일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/02 (2006.01) *H01L 21/324* (2017.01)
H01L 21/67 (2006.01) *H01L 21/683* (2006.01)
- (52) CPC특허분류
H01L 21/02282 (2013.01)
H01L 21/02263 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2016-0008113
- (22) 출원일자 2016년01월22일
 심사청구일자 2016년01월22일
- (65) 공개번호 10-2016-0091281
- (43) 공개일자 2016년08월02일
- (30) 우선권주장
 JP-P-2015-011710 2015년01월23일 일본(JP)
 JP-P-2015-039025 2015년02월27일 일본(JP)
- (56) 선행기술조사문헌
 KR1020100047803 A*
 KR1020140143700 A*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
가부시키가이샤 스크린 홀딩스
일본국 교토후 교토시 가미교오쿠 호리카와도
오리테라노우치아가루 4 조메 텐진키타마치 1반치
노 1
- (72) 발명자
오쿠타니 마나부
일본국 교토후 교토시 가미교오쿠 호리카와도오리
테라노우치아가루 4 조메 텐진키타마치 1반치노 1
가부시키가이샤 스크린 세미컨덕터 솔루션즈 나이
고바야시 겐지
일본국 교토후 교토시 가미교오쿠 호리카와도오리
테라노우치아가루 4 조메 텐진키타마치 1반치노 1
가부시키가이샤 스크린 세미컨덕터 솔루션즈 나이
요시하라 나오히코
일본국 교토후 교토시 가미교오쿠 호리카와도오리
테라노우치아가루 4 조메 텐진키타마치 1반치노 1
가부시키가이샤 스크린 세미컨덕터 솔루션즈 나이
- (74) 대리인
특허법인코리야나

전체 청구항 수 : 총 11 항

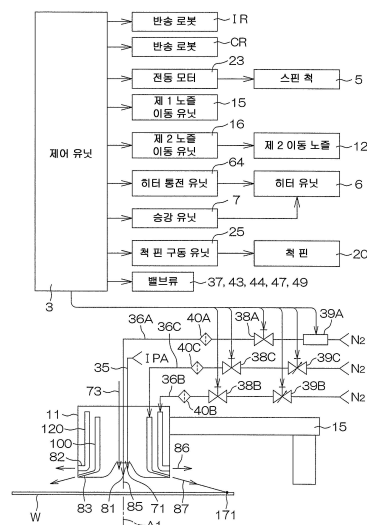
심사관 : 오준철

- (54) 발명의 명칭 기관 처리 방법 및 기관 처리 장치 그리고 유체 노즐

(57) 요약

기관 처리 방법은, 기관 유지 유닛에 의해 기관을 수평 자세로 유지하는 기관 유지 공정과, 상기 기관 유지 유닛에 의해 유지되어 있는 상기 기관의 상면에 처리액을 공급하여 액막을 형성하는 액막 형성 공정과, 상기 기관 유지 유닛에 유지된 기관의 상방에 있어서 상기 기관의 중심으로부터 둘레 가장자리를 향하여 상기 기관의 상면과 평행하게 또한 방사상으로 불활성 가스를 토출함으로써, 상기 기관의 상면과 평행하게 흐르고, 상기 기관의 상면을 덮는 불활성 가스류를 형성하는 상면 피복 공정과, 상기 기관의 상면을 향하여 불활성 가스를 토출함으로써, 상기 액막 형성 공정에 의해 형성된 상기 액막을 상기 기관의 상면으로부터 배제하는 액막 배제 공정을 포함한다.

대표도 - 도7



(52) CPC특허분류

H01L 21/324 (2013.01)

H01L 21/67017 (2013.01)

H01L 21/67051 (2013.01)

H01L 21/67098 (2013.01)

H01L 21/6715 (2013.01)

H01L 21/683 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

삭제

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

기관의 주면(主面)에 대향하여 배치되는 유체 노즐로서,

상기 기관의 주면에 수직으로 배치되는 중심 축선을 따라, 상기 기관의 주면에 수직인 직선상으로 유체를 토출하는 선상류(線狀流) 토출구와,

상기 중심 축선에 수직인 평면을 따라, 상기 중심 축선의 주위에 방사상으로 유체를 토출함으로써, 상기 기관의 주면에 평행하고, 또한 상기 기관의 주면을 덮는 평행 기류를 형성하는 평행류 토출구와,

상기 중심 축선에 대해 경사진 원주면을 따라, 상기 중심 축선의 주위에 방사상으로 유체를 토출함으로써, 상기 기관의 주면에 대해 비스듬하게 입사하는 원주상 프로파일의 경사 기류를 형성하는 경사류 토출구와,

제 1 유체 입구와,

상기 제 1 유체 입구와 상기 선상류 토출구를 연통시키는 제 1 유체로와,

제 2 유체 입구와,

상기 제 2 유체 입구와 상기 평행류 토출구를 연통시키고, 상기 제 1 유체로와는 비연통인 제 2 유체로와,
제 3 유체 입구와,
상기 제 3 유체 입구와 상기 경사류 토출구를 연통시키고, 상기 제 1 유체로 및 상기 제 2 유체로 중 어느 것과
도 비연통인 제 3 유체로
를 포함하는, 유체 노즐.

청구항 12

제 11 항에 있어서,
상기 경사류 토출구가, 기관의 주면에 대해 상이한 위치에서 유체를 비스듬하게 입사시키는 제 1 경사류 토출구
및 제 2 경사류 토출구를 포함하고,
상기 제 3 유체로가, 상기 제 3 유체 입구와 상기 제 1 경사류 토출구를 연통시키고 있고,
제 4 유체 입구와,
상기 제 4 유체 입구와 상기 제 2 경사류 토출구를 연통시키고, 상기 제 1 유체로, 상기 제 2 유체로 및 상기
제 3 유체로 중 어느 것과도 비연통인 제 4 유체로를 또한 포함하는, 유체 노즐.

청구항 13

제 11 항에 있어서,
상기 중심 축선의 근방에서 기관의 주면을 향하여 유체를 토출하는 중심 토출구와,
제 5 유체 입구와,
상기 제 5 유체 입구와 상기 중심 토출구를 연통시키고, 상기 제 1 유체로, 상기 제 2 유체로 및 상기 제 3 유
체로 중 어느 것과도 비연통인 제 5 유체로
를 또한 포함하는, 유체 노즐.

청구항 14

기관을 수평으로 유지하는 기관 유지 유닛과,
유체 노즐과,
상기 기관 유지 유닛에 유지되는 기관에 대향하도록, 상기 유체 노즐을 유지하는 노즐 유지 유닛을 포함하는 기
관 처리 장치로서,
상기 유체 노즐이,
상기 기관의 주면에 수직으로 배치되는 중심 축선을 따라, 상기 기관의 주면에 수직인 직선상으로 유체를 토출
하는 선상류 토출구와,
상기 중심 축선에 수직인 평면을 따라, 상기 중심 축선의 주위에 방사상으로 유체를 토출함으로써, 상기 기관의
주면에 평행하고, 또한 상기 기관의 주면을 덮는 평행 기류를 형성하는 평행류 토출구와,
상기 중심 축선에 대해 경사진 원주면을 따라, 상기 중심 축선의 주위에 방사상으로 유체를 토출함으로써, 상기
기관의 주면에 대해 비스듬하게 입사하는 원주상 프로파일의 경사 기류를 형성하는 경사류 토출구와,
제 1 유체 입구와,
상기 제 1 유체 입구와 상기 선상류 토출구를 연통시키는 제 1 유체로와,
제 2 유체 입구와,
상기 제 2 유체 입구와 상기 평행류 토출구를 연통시키고, 상기 제 1 유체로와는 비연통인 제 2 유체로와,
제 3 유체 입구와,
상기 제 3 유체 입구와 상기 경사류 토출구를 연통시키고, 상기 제 1 유체로 및 상기 제 2 유체로 중 어느 것과

도 비연통인 제 3 유체로

를 포함하고,

상기 기관 처리 장치가, 또한,

상기 제 1 유체 입구에 결합된 제 1 불활성 가스 공급관과,

상기 제 2 유체 입구에 결합된 제 2 불활성 가스 공급관과,

상기 제 3 유체 입구에 결합된 제 3 불활성 가스 공급관과,

상기 제 1 불활성 가스 공급관의 유로를 개폐하는 제 1 불활성 가스 밸브와,

상기 제 2 불활성 가스 공급관의 유로를 개폐하는 제 2 불활성 가스 밸브와,

상기 제 3 불활성 가스 공급관의 유로를 개폐하는 제 3 불활성 가스 밸브와,

상기 제 1 불활성 가스 밸브, 상기 제 2 불활성 가스 밸브 및 상기 제 3 불활성 가스 밸브를 제어하는 제어 유닛

을 포함하는, 기관 처리 장치.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 경사류 토출구가, 기관의 주면에 대해 상이한 위치에서 유체를 비스듬하게 입사시키는 제 1 경사류 토출구 및 제 2 경사류 토출구를 포함하고,

상기 제 3 유체로가, 상기 제 3 유체 입구와 상기 제 1 경사류 토출구를 연통시키고 있고,

상기 유체 노즐이,

제 4 유체 입구와,

상기 제 4 유체 입구와 상기 제 2 경사류 토출구를 연통시키고, 상기 제 1 유체로, 상기 제 2 유체로 및 상기 제 3 유체로 중 어느 것과도 비연통인 제 4 유체로를 또한 포함하고,

상기 기관 처리 장치가,

상기 제 4 유체 입구에 결합된 제 4 불활성 가스 공급관과,

상기 제 4 불활성 가스 공급관의 유로를 개폐하는 제 4 불활성 가스 밸브를 또한 포함하고,

상기 제어 유닛이, 상기 제 4 불활성 가스 밸브를 또한 제어하는, 기관 처리 장치.

청구항 16

제 14 항에 있어서,

상기 유체 노즐이,

상기 중심 축선의 근방에서 기관의 주면을 향하여 유체를 토출하는 중심 토출구와,

제 5 유체 입구와,

상기 제 5 유체 입구와 상기 중심 토출구를 연통시키고, 상기 제 1 유체로, 상기 제 2 유체로 및 상기 제 3 유체로 중 어느 것과도 비연통인 제 5 유체로를 또한 포함하고,

상기 기관 처리 장치가,

상기 제 5 유체 입구에 결합된 처리액 공급관과,

상기 처리액 공급관의 유로를 개폐하는 처리액 밸브를 또한 포함하고,

상기 제어 유닛이, 상기 처리액 밸브를 또한 제어하는, 기관 처리 장치.

청구항 17

제 14 항에 있어서,

상기 제 1 불활성 가스 공급관을 흐르는 불활성 가스의 유량을 조정하는 제 1 유량 조정 유닛을 또한 포함하고,
상기 제어 유닛이, 상기 제 1 유량 조정 유닛을 또한 제어하는, 기관 처리 장치.

청구항 18

제 14 항에 있어서,

상기 제 3 불활성 가스 공급관을 흐르는 불활성 가스의 유량을 조정하는 제 2 유량 조정 유닛을 또한 포함하고,
상기 제어 유닛이, 상기 제 2 유량 조정 유닛을 또한 제어하는, 기관 처리 장치.

청구항 19

제 14 항에 있어서,

상기 기관 유지 유닛과 상기 유체 노즐의 상기 중심 축선을 따르는 방향의 거리를 조정하는 거리 조정 유닛을 또한 포함하고,

상기 제어 유닛이 상기 거리 조정 유닛을 또한 제어하는, 기관 처리 장치.

청구항 20

제 14 항에 있어서,

상기 기관 유지 유닛에 유지된 기관의 상면의 액막의 위치를 검출하는 액막 위치 검출 유닛을 또한 포함하고,

상기 제어 유닛이, 상기 액막 위치 검출 유닛의 검출 결과에 따라, 적어도 상기 제 3 불활성 가스 밸브를 제어하는, 기관 처리 장치.

청구항 21

제 14 항 내지 제 20 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제어 유닛이,

상기 기관 유지 유닛에 의해 기관을 수평 자세로 유지하는 기관 유지 공정과,

상기 기관 유지 유닛에 의해 유지되어 있는 상기 기관의 상면에 처리액을 공급하여 액막을 형성하는 액막 형성 공정과,

상기 기관 유지 유닛에 유지된 기관의 상방에 있어서, 상기 유체 노즐로부터, 상기 기관의 중심으로부터 둘레 가장자리를 향하여 상기 기관의 상면과 평행하게 또한 방사상으로 불활성 가스를 토출함으로써, 상기 기관의 상면과 평행하게 흐르고, 상기 기관의 상면을 덮는 불활성 가스류를 형성하는 상면 피복 공정과,

상기 유체 노즐로부터, 상기 기관의 상면을 향하여 불활성 가스를 토출함으로써, 상기 액막 형성 공정에 의해 형성된 상기 액막을 상기 기관의 상면으로부터 배제하는 액막 배제 공정

을 실행하도록 프로그램되어 있는, 기관 처리 장치.

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

청구항 30

삭제

청구항 31

삭제

청구항 32

삭제

청구항 33

삭제

청구항 34

삭제

청구항 35

삭제

청구항 36

삭제

청구항 37

삭제

청구항 38

삭제

청구항 39

삭제

청구항 40

삭제

청구항 41

삭제

청구항 42

삭제

청구항 43

삭제

발명의 설명**기술 분야**

[0001] 이 발명은, 액체로 기관을 처리하는 기관 처리 방법 및 기관 처리 장치, 그리고 기관에 유체를 공급하기 위한 유체 노즐에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 반도체 장치나 액정 표시 장치 등의 제조 공정에서는, 반도체 웨이퍼나 액정 표시 장치용 유리 기관 등의 기관을 처리하기 위한 기관 처리 장치가 사용된다. 기관을 1 매씩 처리하는 매엽식의 기관 처리 장치는, 예를 들어, 기관을 수평으로 유지하여 회전시키는 스핀 척과, 스핀 척에 유지된 기관의 상면에 처리액을 공급하는 처리액 노즐을 구비하고 있다.

[0003] 이 기관 처리 장치에 의한 기관의 처리에서는, 예를 들어, 회전 상태의 기관의 상면 중앙부를 향하여 처리액 노즐로부터 처리액이 토출된다. 처리액 노즐로부터 토출된 처리액은, 기관의 상면 중앙부에 착액하고, 기관의 회전에 의한 원심력을 받아, 기관의 상면 둘레가장자리부를 향하여 순식간에 퍼져 간다. 이에 따라, 기관의 상면 전역에 처리액이 공급되고, 기관의 상면에 처리액에 의한 처리가 실시된다. 처리액에 의한 처리가 실시된 후에는, 스핀 척에 의해 기관을 고속 회전시켜 당해 기관을 건조시키는 건조 처리(스핀 드라이)가 실시된다.

[0004] 일본 공개특허공보 2010-238758호에 기재된 기관 처리 장치는, 환상(環狀)의 상측 기체 토출구와, 동일하게 환상의 하측 기체 토출구와, 중심 기체 토출구를 갖는 기체 토출 노즐을 구비하고 있다. 상측 기체 토출구 및 하측 기체 토출구는, 각각, 기관의 주면(主面)을 따라 질소 가스를 방사상으로 토출한다. 상측 기체 토출구 및 하측 기체 토출구에 각각 이어지는 질소 가스 유로는 서로 연통되고 있고, 따라서, 상측 기체 토출구 및 하측 기체 토출구로부터는, 동시에 질소 가스가 토출된다. 중심 토출구는 기관의 주면에 대향하고 있고, 약한 질소 가스류를 토출한다. 이 질소 가스류는 기관의 주면에서 방향을 바꾸어, 기관의 주면에 평행한 질소 가스류를 형성한다. 따라서, 상측 기체 토출구, 하측 기체 토출구 및 중심 토출구로부터 토출된 질소 가스는, 기관의 주면에 평행한 3 층의 질소 가스류를 형성한다. 이 3 층의 질소 가스류는, 기관의 표면에, 튀어오른 액적이나 미스트가 부착되는 것을 방지한다.

[0005] 일본 공개특허공보 2010-238758호의 선행 기술에서는, 스핀 척을 고속 회전시키는 스핀 드라이 공정에 있어서, 기관의 주면에 평행한 질소 가스류가 형성된다. 기관의 표면의 액체의 배제는, 오로지 기관의 회전에 수반하는 원심력에 의존하고 있고, 질소 가스류는 액체의 배제에 대해 실질적인 영향을 미치고 있지 않다. 중심 토출구로부터는 기관의 주면을 향하여 약한 질소 가스류가 토출하기는 하지만, 기관 상의 액막이 제거되는 일이 없도록, 충분히 압력이 약해진다(일본 공개특허공보 2010-238758호의 단락 0068 참조).

[0006] 전형적인 기관 처리 공정에서는, 스핀 척에 유지된 기관에 대해 약액이 공급된다. 그 후, 린스액이 기관에 공급되고, 그에 따라, 기관 상의 약액이 린스액으로 치환된다. 그 후, 기관 상의 린스액을 배제하기 위한 스핀 드라이 공정이 실시된다. 스핀 드라이 공정에서는, 기관이 고속 회전됨으로써, 기관에 부착되어 있는 린스액이 털어내어져 제거(건조)된다. 일반적인 린스액은 탈이온수이다.

[0007] 기관의 표면에 미세한 패턴이 형성되어 있는 경우에, 스핀 드라이 공정에서는, 패턴의 내부에 들어간 린스액을 제거할 수 없을 우려가 있고, 그에 따라, 건조 불량이 발생할 우려가 있다. 그래서, 일본 공개특허공보 평 9-38595호에 기재되어 있는 바와 같이, 린스액에 의한 처리 후의 기관의 표면에, 이소프로필알코올(Isopropyl

Alcohol:IPA) 액 등의 유기 용제의 액체를 공급하고, 패턴의 내부에 들어간 린스액을 유기 용제의 액체로 치환함으로써 기관의 표면을 건조시키는 수법이 제안되어 있다.

[0008] 도 28 에 나타내는 바와 같이, 기관의 고속 회전에 의해 기관을 건조시키는 스핀 드라이 공정에서는, 액면 (공기와 액체의 계면) 이 패턴 내에 형성된다. 이 경우, 액면과 패턴의 접촉 위치에 액체의 표면 장력이 작용한다. 이 표면 장력은, 패턴을 도괴 (倒壞) 시키는 원인의 하나이다.

[0009] 일본 공개특허공보 평9-38595호와 같이, 스핀 드라이 공정의 전에 유기 용제의 액체를 기관에 공급하는 경우에는, 유기 용제의 액체가 패턴의 사이에 들어간다. 유기 용제의 표면 장력은, 전형적인 린스액인 물보다 낮다. 그 때문에, 표면 장력에서 기인하는 패턴 도괴의 문제가 완화된다.

[0010] 그런데, 최근에는, 기관 처리를 이용하여 제조되는 장치 (예를 들어, 반도체 장치) 의 고집적화를 위해서, 미세하고 고어스펙트비의 패턴 (블록 형상 패턴, 라인 형상 패턴 등) 이 기관의 표면에 형성되도록 되었다. 미세하고 고어스펙트비의 패턴은, 강도가 낮기 때문에, 유기 용제의 액면에 작용하는 표면 장력에 의해서도, 도괴를 초래할 우려가 있다.

[0011] 이 과제를 해결하기 위해서, 일본 공개특허공보 2014-112652호에서는, 기관의 표면에 유기 용제의 액막을 형성한 후, 기관을 가열하여, 기관의 상면 전체면에 유기 용제의 기상막을 형성하고 있다. 그리고, 그 기상막에 의해 지지된 유기 용제의 액막이 배제된다. 기상막이 미세 패턴의 사이 및 그 상방에 형성됨으로써, 유기 용제의 액면이 미세 패턴에 거의 접촉하지 않는 상태가 된다. 따라서, 유기 용제의 액체가 미세 패턴에 접촉한 상태에서 건조되지 않으므로, 미세 패턴에 작용하는 표면 장력이 대폭 경감되기 때문에, 미세 패턴의 도괴를 억제할 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

과제의 해결 수단

[0012] 이 발명의 일 실시형태는, 기관 유지 유닛에 의해 기관을 수평 자세로 유지하는 기관 유지 공정과, 상기 기관 유지 유닛에 의해 유지되어 있는 상기 기관의 상면에 처리액을 공급하여 액막을 형성하는 액막 형성 공정과, 상기 기관 유지 유닛에 유지된 기관의 상방에 있어서 상기 기관의 중심으로부터 둘레 가장자리를 향하여 상기 기관의 상면과 평행하게 또한 방사상으로 불활성 가스를 토출함으로써, 상기 기관의 상면과 평행하게 흐르고, 상기 기관의 상면을 덮는 불활성 가스류를 형성하는 상면 피복 공정과, 상기 기관의 상면을 향하여 불활성 가스를 토출함으로써, 상기 액막 형성 공정에 의해 형성된 상기 액막을 상기 기관의 상면으로부터 배제하는 액막 배제 공정을 포함하는, 기관 처리 방법을 제공한다.

[0013] 스핀 드라이에 의한 기관의 건조는, 기관 상에 액적을 남길 우려가 있다. 구체적으로는, 기관을 고속 회전 시킴으로써, 기관 상의 액막이 미소한 액적으로 분열하면, 그 액적에 작용하는 원심력이 약하기 때문에, 기관 외로의 배제가 곤란해지는 경우가 있다. 특히, 기관의 회전 중심 부근에 위치하는 미소 액적의 배제가 곤란하다.

[0014] 이에 대하여, 전술한 실시형태의 방법에 의하면, 기관의 중심으로부터 둘레 가장자리를 향하여 기관의 상면과 평행한 불활성 가스류를 형성하여, 그 불활성 가스류에 의해, 기관의 상면을 덮을 수 있다. 그에 따라, 기관의 상면에, 튀어오른 액적이나 미스트 등이 부착되는 것을 억제 또는 방지할 수 있고, 고품질인 기관 처리가 가능해진다. 또한, 이 방법에서는, 기관의 상면을 향하여 토출되는 불활성 가스에 의해, 기관의 상면의 액막이 배제된다. 불활성 가스의 분사에 의한 액막의 배제는, 기관의 회전에 의해 발생하는 원심력에 의존하지 않는다. 따라서, 원심력 이용으로는 배제할 수 없는 액막의 배제가 가능하다. 또, 원심력을 이용할 수 없는 경우 (즉, 기관을 회전하지 않는 경우) 이더라도, 기관의 상면의 액막을 배제할 수 있다.

[0015] 상기 상면 피복 공정은, 상기 액막 형성 공정과 동시에 개시해도 되고, 상기 액막 형성 공정보다 전에 개시해도 되고, 액막 형성 공정의 개시 후에 개시해도 된다. 또, 상기 상면 피복 공정은, 상기 액막 형성 공정과 병행하여 실시되는 기간을 갖는 것이 바람직하다.

[0016] 상기 액막 배제 공정은, 상기 상면 피복 공정과 동시에 개시해도 되고, 상기 상면 피복 공정보다 전에 개시해도

되고, 상기 상면 피복 공정보다 후에 개시해도 된다. 또, 상기 액막 배제 공정의 적어도 일부 (바람직하게는 전부) 의 기간은, 상기 상면 피복 공정과 병행하여 실시되는 것이 바람직하다. 그에 따라, 주위로부터 날아오는 액적이나 미스트 등이 기관의 상면에 부착되는 것을 억제 또는 방지한 상태로, 기관의 상면의 액막을 배제할 수 있다.

- [0017] 액막 형성 공정은, 기관의 상면의 전역을 덮는 액막을 형성해도 되고, 기관의 상면의 일부를 덮는 액막을 형성해도 된다. 적어도, 기관의 상면의 중앙 영역을 덮는 액막이 액막 형성 공정에 있어서 형성되어도 된다.
- [0018] 이 발명의 일 실시형태에서는, 상기 액막 배제 공정이, 상기 기관의 중심을 향하여 상기 상면에 대해 수직으로 불활성 가스를 직선상으로 토출하는 수직 가스 토출 공정을 포함한다.
- [0019] 이 방법에 의하면, 기관의 상면에 대해 수직인 방향을 따라, 기관의 중심을 향하여 불활성 가스가 직선상으로 토출된다. 그에 따라, 기관의 중심의 액막을 불활성 가스에 의해 확실하게 배제할 수 있다. 직선상으로 토출되는 불활성 가스는, 기관의 중심에 있어서 액막에 구멍을 형성한다 (액막 개구 공정). 즉, 직선상의 불활성 가스류는, 액막을 관통하는 구멍을 형성하고, 그 구멍으로부터, 기관의 상면을 노출시킨다. 또한, 기관의 상면에 부딪친 불활성 가스류는, 그 방향을 바꾸어, 기관의 중심으로부터 둘레 가장자리로 향하는, 기관의 상면에 평행한 흐름을 형성한다. 이에 따라, 구멍이 넓어지고, 액막이 기관의 둘레 가장자리로 밀려난다. 이렇게 하여, 기관의 상면의 액막을 기관 외로 배제할 수 있다.
- [0020] 이 발명의 일 실시형태에서는, 상기 수직 가스 토출 공정이, 상기 기관의 중심을 향하여 상기 상면에 대해 수직으로 토출되는 불활성 가스의 유량을 점차적으로 증가시키는 수직 가스 유량 증가 공정을 포함한다.
- [0021] 이 방법에 의해, 불활성 가스 유량이 점차적으로 증가함으로써, 액막에 형성된 구멍을 스무스하게 확장할 수 있어, 액막을 기관의 둘레 가장자리를 향하여 밀어낼 수 있다. 그에 따라, 기관의 상면의 액막을 효율적으로 배제할 수 있다. 또, 불활성 가스 유량을 점차 증가시키는 경우에는 액막에 최초로 구멍을 형성할 때의 유량이 작아도 이 구멍을 스무스하게 확장할 수 있다. 액막에 최초로 구멍을 형성할 때의 유량을 작게 한 경우에는, 액막에 최초로 구멍을 형성할 때의 액뿔을 방지 또는 억제할 수 있다.
- [0022] 이 발명의 일 실시형태에서는, 상기 액막 배제 공정이, 상기 기관 상면의 중심과 둘레 가장자리의 사이의 중간 위치를 토출 목표 위치로 하여, 기관의 상면에 대해 외향 비스듬한 방향으로 불활성 가스를 방사상으로 토출하는 경사 가스 토출 공정을 포함한다.
- [0023] 이 방법에 의해, 기관의 상면에 대해 외향 비스듬한 방향으로 불활성 가스가 방사상으로 토출됨으로써, 기관의 상면의 액막을 한층 효율적으로 배제할 수 있다. 즉, 외향 비스듬한 방향의 불활성 가스류는, 토출 직후부터 기관의 외측을 향하는 벡터를 갖고 있으므로, 액막을 강력하게 외방으로 밀어낼 수 있다.
- [0024] 이 발명의 일 실시형태에서는, 상기 경사 가스 토출 공정이, 상기 액막의 중앙에 형성된 구멍의 둘레 가장자리가 상기 토출 목표 위치에 도달하는 타이밍에 개시된다.
- [0025] 이 구성에 의하면, 액막에 형성된 구멍의 둘레 가장자리가 상기 토출 목표 위치에 도달하면, 그 타이밍으로 당해 토출 목표 위치를 향하여, 외향 비스듬한 방향으로 불활성 가스류가 토출된다. 이 비스듬한 불활성 가스류는, 구멍의 둘레 가장자리를 확장하여, 액막을 기관의 외방으로 밀어낸다. 그에 따라, 기관 상에 액막이 잔류하는 것을 억제 또는 방지하면서, 액막을 효율적으로 배제할 수 있다.
- [0026] 구멍의 형성은, 수직 가스 토출 공정에 의해 실시해도 된다. 이 경우, 수직 가스 토출 공정보다 후에 경사 가스 토출 공정이 개시되는 것이 바람직하다. 경사 가스 토출 공정 중, 수직 가스 토출 공정을 병행하여 실시해도 된다.
- [0027] 구멍은, 수직 가스 토출 공정에 따르지 않고 형성되어도 된다. 예를 들어, 기관을 가열함으로써, 액막에 구멍이 형성되어도 된다.
- [0028] 구멍은, 수직 가스 토출 공정에 의해 토출되는 불활성 가스에 의해 확장되어도 된다. 또, 기관을 가열하면, 액막의 구멍 부분에서는 기관 온도가 비교적 높고, 액막의 하방에서는 기관 온도가 비교적 낮아진다. 이 온도차에 의해, 고온측에서 저온측으로 액막이 이동한다. 이 현상을 이용하여 구멍이 확장되어도 된다. 또, 기관 외로 유하 (流下) 하는 액에 끌려서 기관 상의 액이 외방으로 이동함으로써, 구멍이 확장되어도 된다.
- [0029] 이 발명의 일 실시형태에서는, 상기 경사 가스 토출 공정이, 상기 토출 목표 위치를 향하여 비스듬하게 토출되는 불활성 가스의 유량을 점차적으로 증가시키는 경사 가스 유량 증가 공정을 포함한다.

- [0030] 이 방법에 의하면, 불활성 가스 유량이 점차적으로 증가함으로써, 액막에 형성된 구멍을 스무스하게 확장할 수 있고, 액막을 기관의 둘레 가장자리를 향하여 밀어낼 수 있다. 그에 따라, 기관의 상면의 액막을 효율적으로 배제할 수 있다.
- [0031] 이 발명의 일 실시형태에서는, 상기 경사 가스 토출 공정인, 상기 토출 목표 위치를 점차적으로 상기 기관의 상면의 둘레 가장자리를 향하여 이동시키는 토출 목표 위치 이동 공정을 포함한다.
- [0032] 이 방법에 의해, 외향 비스듬한 불활성 가스류의 토출 목표 위치가 기관의 둘레 가장자리를 향하여 이동하므로, 불활성 가스류의 운동량을 액막에 효율적으로 전할 수 있으며, 그에 따라, 액막을 효율적으로 기관 외로 배제할 수 있다.
- [0033] 이 발명의 일 실시형태에서는, 상기 토출 목표 위치 이동 공정이, 기관의 상면에 대해 외향 비스듬한 방향으로 불활성 가스를 토출하는 경사류 토출구를, 상기 기관의 상면에 대해서 상승시키는 공정을 포함한다.
- [0034] 이 방법에 의하면, 경사류 토출구를 상승시킴으로써, 토출 목표 위치를 변경할 수 있으며, 그에 따라, 기관 상의 액막을 효율적으로 기관 외로 배제할 수 있다. 특히, 경사류 토출구로부터 불활성 가스를 토출하면서 당해 경사류 토출구를 상승시키면, 불활성 가스의 경사류에 의해, 기관의 상면을 외방을 향하여 주사할 수 있다. 그에 따라, 기관 상의 액막을 효율적으로 배제할 수 있다.
- [0035] 경사류 토출구의 상승에 수반하여 불활성 가스 유량을 증가시켜도 된다. 그에 따라, 경사류 토출구로부터 토출 목표 위치까지의 거리의 증가를 불활성 가스의 유량 증가에 의해 보충할 수 있고, 액막에 대해 기관의 외방을 향하는 충분한 힘을 작용시킬 수 있다. 그에 따라, 기관 상의 액막을 효율적으로 배제할 수 있다.
- [0036] 이 발명의 일 실시형태에서는, 상기 경사 가스 토출 공정인, 상기 기관의 중심과 상기 기관의 상면의 둘레 가장자리의 사이의 제 1 토출 목표 위치를 향하여, 상기 기관의 상면에 대해 외향 비스듬한 방향으로 제 1 경사류 토출구로부터 불활성 가스를 방사상으로 토출하는 공정과, 상기 제 1 토출 목표 위치와 상기 둘레 가장자리의 사이의 제 2 토출 목표 위치를 향하여, 상기 기관의 상면에 대해 외향 비스듬한 방향으로 제 2 경사류 토출구로부터 불활성 가스를 토출하는 공정을 포함한다.
- [0037] 이 방법에 의하면, 제 1 및 제 2 경사류 토출구로부터, 기관의 중심으로부터의 거리가 상이한 제 1 및 제 2 토출 목표 위치를 향하여 각각 불활성 가스가 토출되므로, 기관 상의 액막을 한층 효율적으로 배제할 수 있다.
- [0038] 예를 들어, 제 1 경사류 토출구로부터의 불활성 가스류에 의해 액막의 구멍이 확장되어 제 2 토출 목표 위치에 그 구멍의 둘레 가장자리가 도달한 타이밍으로, 제 2 경사류 토출구로부터의 불활성 가스 토출을 개시해도 된다. 그에 따라, 액 잔류를 억제 또는 방지하면서 기관 상의 액막을 배제할 수 있다. 제 2 경사류 토출구로부터의 불활성 가스의 토출 개시 후에는, 제 1 경사류 토출구로부터의 불활성 가스의 토출을 정지해도 된다. 이 경우, 제 1 경사류 토출구로부터 제 2 경사류 토출구로의 전환에 의해, 토출 목표 위치가 기관의 외주를 향하여 이동하게 된다. 또, 제 2 경사류 토출구로부터의 불활성 가스의 토출 개시 후에도, 제 1 경사류 토출구로부터의 불활성 가스 토출을 계속해도 된다. 이 경우, 제 1 및 제 2 경사류 토출구로부터 동시에 토출되는 불활성 가스에 의해, 기관 상의 액막을 강력하게 외방으로 밀어낼 수 있다.
- [0039] 상기 경사 가스 토출 공정은, 상기 제 2 토출 목표 위치와 상기 둘레 가장자리의 사이의 제 3 토출 목표 위치를 향하여, 상기 기관의 상면에 대해 외향 비스듬한 방향으로 제 3 경사류 토출구로부터 불활성 가스를 토출하는 공정을 또한 포함해도 된다.
- [0040] 이 발명의 일 실시형태에서는, 상기 액막의 중앙에 형성되는 구멍의 둘레 가장자리의 위치를 검출하는 둘레 가장자리 위치 검출 공정을 또한 포함하고, 상기 액막 배제 공정인, 상기 둘레 가장자리 검출 공정에 의한 검출 결과에 따라 불활성 가스의 토출을 제어하는 공정을 포함한다.
- [0041] 이 방법에서는, 액막에 형성된 구멍의 둘레 가장자리의 위치가 검출되고, 그 검출 결과에 따라 불활성 가스의 토출이 제어됨으로써, 기관 상의 액막을 한층 효율적으로 배제할 수 있다.
- [0042] 예를 들어, 액막의 구멍의 둘레 가장자리가 외향 비스듬한 불활성 가스류의 토출 목표 위치에 도달한 것을 검출하여, 토출 목표 위치를 향한 외향 비스듬한 방향으로의 불활성 가스의 토출을 개시할 수 있다. 또, 구멍의 둘레 가장자리의 위치에 따라, 외향 비스듬한 불활성 가스류의 토출 목표 위치를 변경하거나, 불활성 가스의 유량을 증가시키거나 할 수 있다. 또, 액막의 구멍이 상기 제 1 토출 목표 위치에 도달한 것을 검출하여 제 1 경사류 토출구로부터의 불활성 가스 토출을 개시하고, 액막의 구멍의 둘레 가장자리가 상기 제 2 토출 목표 위

치에 도달한 것을 검출하여 제 2 경사류 토출구로부터의 불활성 가스의 토출을 개시할 수 있다.

- [0043] 상기 둘레 가장자리 위치 검출 공정은, 기관의 상면의 화상을 촬상하는 촬상 유닛과, 이 촬상 유닛에 의해 촬상된 화상을 분석(화상 처리)하여, 액막의 구멍의 둘레 가장자리의 위치를 특정하는 위치 특정 유닛을 포함하는 구성에 의해 실행되어도 된다.
- [0044] 이 발명의 일 실시형태에서는, 상기 액막 형성 공정의 개시에 앞서 상기 상면 피복 공정이 개시된다.
- [0045] 이 방법에 의해, 불활성 가스류로 기관의 상면을 덮은 상태로 액막을 형성할 수 있으므로, 튀어오른 액적이나 분위기 중의 미스트 등이 기관의 상면에 부착되는 것을 억제 또는 방지하면서, 액막을 형성할 수 있다. 그에 따라, 고품질인 기관 처리가 가능해진다. 또, 액막 배제 공정 중에도 상면 피복 공정을 계속함으로써, 보다 고품질인 기관 처리를 실현할 수 있다.
- [0046] 이 발명의 일 실시형태는, 기관의 주면에 대향하여 배치되는 유체 노즐로서, 상기 기관의 주면에 수직으로 배치되는 중심 축선을 따라, 상기 기관의 주면에 수직인 직선상으로 유체를 토출하는 선상류(線狀流) 토출구와, 상기 중심 축선에 수직인 평면을 따라, 상기 중심 축선의 주위에 방사상으로 유체를 토출함으로써, 상기 기관의 주면에 평행하고, 또한 상기 기관의 주면을 덮는 평행 기류를 형성하는 평행류 토출구와, 상기 중심 축선에 대해 경사진 원추면을 따라, 상기 중심 축선의 주위에 방사상으로 유체를 토출함으로써, 상기 기관의 주면에 대해 비스듬하게 입사하는 원주상 프로파일의 경사 기류를 형성하는 경사류 토출구와, 제 1 유체 입구와, 상기 제 1 유체 입구와 상기 선상류 토출구를 연통시키는 제 1 유체로와, 제 2 유체 입구와, 상기 제 2 유체 입구와 상기 평행류 토출구를 연통시키고, 상기 제 1 유체로와는 비연통인(독립된) 제 2 유체로와, 제 3 유체 입구와, 상기 제 3 유체 입구와 상기 경사류 토출구를 연통시키고, 상기 제 1 유체로 및 상기 제 2 유체로 중 어느 것이라도 비연통인(어느 것으로부터도 독립된) 제 3 유체로를 포함하는, 유체 노즐을 제공한다.
- [0047] 이 유체 노즐을 사용함으로써, 전술한 바와 같은 기관 처리 방법을 실행할 수 있다. 구체적으로는, 제 1 유체 입구에 불활성 가스를 공급함으로써, 선상류 토출구로부터, 기관의 주면에 대해 수직으로 직선상으로 불활성 가스를 토출시킬 수 있다. 또, 제 2 유체 입구에 불활성 가스를 공급함으로써, 기관의 주면에 평행하게 또한 방사상으로 불활성 가스를 토출시킬 수 있고, 그 불활성 가스가 형성하는 평행 기류(기관 주면에 평행한 기류)에 의해, 기관의 주면을 덮을 수 있다. 또한, 제 3 유체 입구에 불활성 가스를 공급함으로써, 경사류 토출구로부터 기관의 주면에 대해 외향 비스듬한 방향으로 불활성 가스를 토출시킬 수 있다.
- [0048] 그리고, 선상류 토출구, 평행류 토출구 및 경사류 토출구에 도달하는 유체로가 노즐 내에서 독립되어 있으므로, 그들 토출구로부터의 유체의 토출은, 개별적으로 제어 가능하다. 그에 따라, 예를 들어, 각 토출구로부터의 유체의 토출 개시, 토출 종료, 토출 유량 등을 다른 토출구로부터 독립적으로 제어할 수 있으므로, 노즐을 교환하는 일 없이, 다양한 프로세스를 실현할 수 있다.
- [0049] 이 발명의 일 실시형태에서는, 상기 경사류 토출구가, 기관의 주면에 대해 상이한 위치에서 유체를 비스듬하게 입사시키는 제 1 경사류 토출구 및 제 2 경사류 토출구를 포함하고, 상기 제 3 유체로가, 상기 제 3 유체 입구와 상기 제 1 경사류 토출구를 연통시키고 있고, 상기 유체 노즐이, 제 4 유체 입구와, 상기 제 4 유체 입구와 상기 제 2 경사류 토출구를 연통시키고, 상기 제 1 유체로, 상기 제 2 유체로 및 상기 제 3 유체로 중 어느 것이라도 비연통인(어느 것으로부터도 독립된) 제 4 유체로를 또한 포함한다.
- [0050] 이 구성에서는, 제 1 경사류 토출구 및 제 2 경사류 토출구로부터 기관의 주면 상의 상이한 위치를 토출 목표 위치로 하여, 유체를 토출시킬 수 있다. 또, 제 1 경사류 토출구 및 제 2 경사류 토출구에 도달하는 유체로가 모두 다른 유체로로부터 독립되어 있으므로, 제 1 및 제 2 경사류 토출구로부터의 유체의 토출(토출 개시, 토출 종료, 토출 유량 등)을 개별적으로 제어 가능하다. 그에 따라, 노즐을 교환하는 일 없이, 보다 한층 다양한 프로세스를 실현할 수 있다.
- [0051] 이 발명의 일 실시형태에서는, 상기 유체 노즐이, 상기 중심 축선의 근방에서 기관의 주면을 향하여 유체를 토출하는 중심 토출구와, 제 5 유체 입구와, 상기 제 5 유체 입구와 상기 중심 토출구를 연통시키고, 상기 제 1 유체로, 상기 제 2 유체로 및 상기 제 3 유체로 중 어느 것이라도 비연통인(어느 것으로부터도 독립된) 제 5 유체로를 또한 포함한다. 제 5 유체로는 제 4 유체로와도 비연통인 것이 바람직하다.
- [0052] 상기 중심 토출구는, 예를 들어, 전술한 기관 처리 방법에 있어서의 처리액의 공급을 위해서 사용할 수 있다. 따라서, 노즐을 교환하는 일 없이, 액막 형성 공정, 상면 피복 공정 및 액막 배제 공정을 실시할 수 있다.
- [0053] 이 발명의 일 실시형태는, 기관을 수평으로 유지하는 기관 유지 유닛과, 전술한 바와 같은 특징을 갖는 유체 노

즐과, 상기 기관 유지 유닛에 유지되는 기관에 대향하도록, 상기 유체 노즐을 유지하는 노즐 유지 유닛과, 상기 제 1 유체 입구에 결합된 제 1 불활성 가스 공급관과, 상기 제 2 유체 입구에 결합된 제 2 불활성 가스 공급관과, 상기 제 3 유체 입구에 결합된 제 3 불활성 가스 공급관과, 상기 제 1 불활성 가스 공급관의 유로를 개폐하는 제 1 불활성 가스 밸브와, 상기 제 2 불활성 가스 공급관의 유로를 개폐하는 제 2 불활성 가스 밸브와, 상기 제 3 불활성 가스 공급관의 유로를 개폐하는 제 3 불활성 가스 밸브와, 상기 제 1 불활성 가스 밸브, 상기 제 2 불활성 가스 밸브 및 상기 제 3 불활성 가스 밸브를 제어하는 제어 유닛을 포함하는, 기관 처리 장치를 제공한다.

- [0054] 이 기관 처리 장치를 사용함으로써, 전술한 기관 처리 방법을 실행할 수 있다. 제 1, 제 2 및 제 3 불활성 가스 밸브를 제어함으로써, 선상류 토출구로부터의 불활성 가스의 토출, 평행류 토출구로부터의 불활성 가스의 토출, 및 경사류 토출구로부터의 불활성 가스의 토출을 개별적으로 제어할 수 있다.
- [0055] 이 발명의 일 실시형태에서는, 상기 기관 처리 장치가, 상기 제 4 유체 입구에 결합된 제 4 불활성 가스 공급관과, 상기 제 4 불활성 가스 공급관의 유로를 개폐하는 제 4 불활성 가스 밸브를 또한 포함하고, 상기 제어 유닛이, 상기 제 4 불활성 가스 밸브를 또한 제어한다.
- [0056] 이 기관 처리 장치를 사용함으로써, 기관의 주면 (상면) 상에 있어서의 상이한 토출 목표 위치를 향한 불활성 가스의 토출을 개별적으로 제어할 수 있다.
- [0057] 이 발명의 일 실시형태에서는, 상기 기관 처리 장치가, 상기 제 5 유체 입구에 결합된 처리액 공급관과, 상기 처리액 공급관의 유로를 개폐하는 처리액 밸브를 또한 포함하고, 상기 제어 유닛이, 상기 처리액 밸브를 또한 제어한다.
- [0058] 이 구성에 의해, 처리액의 공급을 제어할 수 있으므로, 전술한 기관 처리 방법에 있어서의 액막 형성 공정을 실행할 수 있다.
- [0059] 이 발명의 일 실시형태에서는, 상기 기관 처리 장치가, 상기 제 1 불활성 가스 공급관을 흐르는 불활성 가스의 유량을 조정하는 제 1 유량 조정 유닛을 또한 포함하고, 상기 제어 유닛이, 상기 제 1 유량 조정 유닛을 또한 제어한다.
- [0060] 이 구성에 의해, 선상류 토출구로부터 토출되는 불활성 가스의 유량을 제어할 수 있다. 예를 들어, 선상류 토출구로부터 기관의 주면 (상면) 을 향하여 수직으로 토출되는 불활성 가스의 유량을 점차적으로 증가시킬 수 있다.
- [0061] 이 발명의 일 실시형태에서는, 상기 기관 처리 장치가, 상기 제 3 불활성 가스 공급관을 흐르는 불활성 가스의 유량을 조정하는 제 2 유량 조정 유닛을 또한 포함하고, 상기 제어 유닛이, 상기 제 2 유량 조정 유닛을 또한 제어한다.
- [0062] 이 구성에 의해, 경사류 토출구로부터 토출되는 불활성 가스의 유량을 제어할 수 있다. 예를 들어, 경사류 토출구로부터 기관의 주면 (상면) 을 향하여 경사 외방으로 토출되는 불활성 가스의 유량을 점차적으로 증가시킬 수 있다.
- [0063] 이 발명의 일 실시형태에서는, 상기 기관 처리 장치가, 상기 기관 유지 유닛과 상기 유체 노즐의 상기 중심 축선을 따르는 방향의 거리를 조정하는 거리 조정 유닛을 또한 포함하고, 상기 제어 유닛이 상기 거리 조정 유닛을 또한 제어한다.
- [0064] 이 구성에 의해, 기관 유지 유닛에 유지된 기관의 주면 (상면) 과 유체 노즐의 거리를 변화시킬 수 있다. 예를 들어, 경사류 토출구로부터 불활성 가스를 토출하면서 유체 노즐을 기관 유지 유닛으로부터 멀리 떼어 놓음으로써, 경사류 토출구로부터 토출되는 불활성 가스의 토출 목표 위치가 기관의 외방으로 이동한다. 그에 따라, 예를 들어, 기관의 주면 (상면) 상의 액막을 효율적으로 배제할 수 있다.
- [0065] 이 발명의 일 실시형태에서는, 상기 기관 처리 장치가, 상기 기관 유지 유닛에 유지된 기관의 상면의 액막의 위치를 검출하는 액막 위치 검출 유닛을 또한 포함하고, 상기 제어 유닛이, 상기 액막 위치 검출 유닛의 검출 결과에 따라, 적어도 상기 제 3 불활성 가스 밸브를 제어한다.
- [0066] 이 구성에 의해, 적어도 경사류 토출구로부터의 불활성 가스의 토출의 개시 및 종료를 액막의 위치에 따라 제어할 수 있다. 예를 들어, 액막의 구멍이 기관의 내방으로부터 외방을 향하여 확장되고, 그 둘레 가장자리가 경사류 토출구로부터의 토출 목표 위치에 도달한 타이밍에, 제 3 불활성 가스 밸브를 열 수 있다. 그에 따

라, 액막을 구멍의 내측으로부터 외측을 향하여 밀어낼 수 있으므로, 기관 상의 액막을 효율적으로 기관 외로 배제할 수 있다.

[0067] 상기 제어 유닛은, 또한, 액막 위치 검출 유닛의 검출 결과에 따라, 상기 제 1 유량 조정 유닛, 상기 제 2 유량 조정 유닛, 상기 거리 조정 유닛 등을 제어해도 된다. 또, 상기 기관 처리 장치가 기관 유지 유닛에 유지된 기관을 회전시키는 기관 회전 유닛을 구비하고 있는 경우에는, 상기 제어 유닛은, 또한, 액막 위치 검출 유닛의 검출 결과에 따라, 상기 기관 회전 유닛을 제어해도 된다.

[0068] 이 발명의 일 실시형태에서는, 상기 제어 유닛이, 전술한 기관 처리 방법을 실행하도록 프로그램되어 있다. 이 구성에 의해, 전술한 기관 처리 방법을 실행하는 기관 처리 장치를 제공할 수 있다.

[0069] 한편, 본원의 발명자의 연구에 의하면, 일본 공개특허공보 2014-112652호 방법에 있어서, 액막을 배제할 때에 기상막을 유지하기 위해서 기관의 가열을 계속하면, 유기 용제 액막에 부정(不定)의 복수 위치에 구멍이 형성된다(도 13a 참조). 즉, 기상막 상에 지지된 유기 용제의 액체가 다 증발하여, 불특정 위치에 복수의 구멍이 뚫리고, 기관의 표면을 노출시킨다. 이 복수의 위치에 형성된 구멍이 각각 확장됨으로써(도 13b 참조), 기관 상에 유기 용제의 액적이 잔류할 우려가 있다(도 13c 참조). 이 잔류한 액적이 최종적으로 건조될 때에, 표면 장력에 의한 패턴 도괴가 발생할 우려가 있다. 또, 액막의 배제가 기관의 면내에서 불균일하게 발생함으로써, 기관의 면내 온도가 불균일해지고, 그에 따라, 기관에 힘이 발생하여, 유기 용제 액막의 배제의 방해가 되는 경우가 있다.

[0070] 일본 공개특허공보 2014-112652호에는, 유기 용제 액막에 질소 가스를 분사하여 유기 용제 액막에 구멍을 형성하고, 기관의 회전에 의해 액막에 작용하는 원심력에 의해 그 구멍을 확장하여, 액막을 기관 외로 배제하는 것이 개시되어 있다. 그러나, 이 방법에서는, 액막에 원심력이 작용함으로써, 액막이 분열할 우려가 있다. 따라서, 기관 상에서의 액적의 잔류, 및 액막의 불균일한 배제의 문제를 해소할 수 없다.

[0071] 그래서, 이 발명의 일 실시형태는, 기관 상의 액막을 양호하게 배제할 수 있는 기관 처리 방법 및 기관 처리 장치를 제공한다.

[0072] 보다 구체적으로는, 이 발명의 일 실시형태는, 수평으로 유지된 기관의 상면에 처리액을 공급하여 상기 기관의 상면 전역을 덮는 처리액의 액막을 형성하는 액막 형성 공정과, 상기 기관을 가열하여 상기 기관의 상면에 접하는 처리액을 증발시켜, 상기 기관의 상면과 상기 처리액의 사이에 기상층을 형성하고, 상기 기상층 상에 상기 액막을 유지하는 기상층 형성 공정과, 상기 기상층이 형성된 후, 상기 기관 상의 상기 액막에 제 1 유량으로 기체를 분사하여 처리액을 부분적으로 배제함으로써 상기 액막에 구멍을 형성하는 구멍 형성 공정과, 상기 기관을 가열함으로써, 상기 구멍을 상기 기관의 외주를 향하여 확장하고, 상기 기상층 상에서 액막을 이동시킴으로써, 상기 액막을 구성하는 처리액을 기관 외로 배제하는 가열 배제 공정과, 상기 구멍 형성 공정 후, 상기 기관의 표면에 있어서의 상기 구멍 내의 영역에, 상기 제 1 유량보다 큰 제 2 유량으로 기체를 분사하여, 상기 구멍을 기관의 외주를 향하여 확장하고, 상기 기상층 상에서 액막을 이동시킴으로써, 상기 액막을 구성하는 처리액을 상기 기관 외로 배제하는 기체 배제 공정을 포함하는, 기관 처리 방법을 제공한다.

[0073] 이 방법에 의하면, 기관의 상면 전역을 덮는 처리액의 액막이 형성되고, 기관을 가열함으로써, 그 액막과 기관의 상면의 사이에 처리액이 증발한 기체로 이루어지는 기상층이 형성된다. 이 기상층 상에 처리액의 액막이 형성된다. 이 상태에서 처리액의 액막을 다 배제함으로써, 처리액의 표면 장력에 의한 기관 표면의 패턴의 도괴를 억제 또는 방지할 수 있다. 기상층은, 처리액과의 계면이 기관 표면의 패턴 외에 위치하도록 형성되는 것이 바람직하다. 이에 따라, 기관 표면의 패턴에 처리액의 표면 장력이 작용하는 것을 회피할 수 있고, 표면 장력이 작용하지 않는 상태로 처리액의 액막을 기관 외로 배제할 수 있다.

[0074] 처리액의 액막을 배제하기 위해서, 액막에 제 1 유량으로 기체가 분사된다. 기체가 분사된 영역의 처리액이 기체에 의해 밀림으로써, 액막에 구멍이 뚫리고, 기관의 표면이 노출된다. 그 상태에서 기관이 가열되면, 구멍이 뚫린 영역에는 처리액이 존재하지 않기 때문에, 기관의 온도가 신속하게 상승한다. 그에 따라, 구멍의 둘레 가장자리에 있어서는, 그 내측과 외측에서 온도차가 발생한다. 구체적으로는, 구멍의 내측에서는 기관의 온도가 높고, 구멍의 외측에서는 기관의 온도가 낮아진다. 이 온도차에 의해, 처리액이 저온측으로 이동하므로, 구멍이 확장되어 가고, 그에 따라, 처리액이 기관 외로 배제된다.

[0075] 한편, 본원 발명자의 연구에 의하면, 온도차를 이용한 처리액의 이동에서는, 어느 정도까지 구멍을 확장할 수 있기는 하지만, 기관 상면의 둘레가장자리부에서 구멍의 둘레 가장자리가 도달하면, 처리액의 이동이 정지할 우려가 있다. 보다 상세하게는, 처리액은 기관의 내방으로의 이동과 외방으로의 이동을 반복하는 평형 상태

가 된다. 이 경우, 처리액이 기관의 내방으로 되돌아올 때에, 기상층이 소실된 기관 표면에 처리액이 직접 접할 우려가 있다. 그 때문에, 처리액의 표면 장력에 의한 패턴 도피나 건조 불량에 의한 파티클이 발생할 우려가 있다.

[0076] 그래서, 이 발명에서는, 처리액의 액막에 구멍 형성한 후, 제 1 유량보다 큰 제 2 유량으로 구멍 내의 영역에 기체가 분사된다. 그에 따라, 기체의 기세로 처리액을 기관의 외측으로 밀어, 구멍을 확장할 수 있다. 이에 따라, 처리액이 정지하는 일 없이 기관의 상면으로부터 배제되므로, 패턴 도피나 파티클의 발생을 억제 또는 방지할 수 있다.

[0077] 기체를 분사하여 액막에 구멍을 형성하는 위치는, 기관의 중앙 영역이 바람직하고, 기관의 중앙이 보다 바람직하다. 처리액의 액막을 형성할 때나 그 밖의 공정에 있어서, 기관이 회전되는 경우에는, 기관의 회전 중심에 있어서 액막에 구멍을 형성하는 것이 바람직하다.

[0078] 제 1 유량으로부터 제 2 유량으로의 기체 유량의 증가는, 스텝적 증가여도 되고, 점차적 증가여도 된다. 점차적 증가는 단계적인 증가여도 되고, 연속적인 증가여도 된다.

[0079] 제 2 유량에 의한 기체의 분사시 (기체 배제 공정) 에, 기관을 회전시켜도 된다. 단, 기관의 회전을 정지하고 있는 쪽이, 원심력에서 기인하는 액막의 분열을 확실하게 회피할 수 있으므로 바람직하다.

[0080] 이 발명의 일 실시형태에서는, 상기 구멍 형성 공정에서는 상기 기관을 정지 상태로 한다. 이 방법에서는, 기관을 정지 상태 (보다 구체적으로는 비회전 상태) 로 하여, 액막에 제 1 유량으로 기체가 분사된다. 기관이 비회전 상태이더라도, 가열 배제 공정에 의해, 액막에 형성된 구멍이 확장되고, 처리액의 이동이 발생한다. 이 경우, 기관이 비회전 상태에서의 처리액의 이동이므로, 처리액이 분열하는 것을 억제 또는 방지하면서 처리액을 기관 외로 배제할 수 있다.

[0081] 이 발명의 일 실시형태에서는, 상기 기관 처리 방법은, 가열 배제 공정 후, 상기 기관을 연직 방향을 따르는 회전 축선 둘레로 외주 털어내기 속도로 회전함으로써, 상기 기관의 외주부의 처리액을 상기 기관 외로 털어내는 회전 털어내기 공정을 또한 포함한다.

[0082] 이 방법에서는, 가열 배제 공정 후에, 기관을 회전시킴으로써, 원심력에 의해, 기관의 외주부 (특히 둘레 단면 (端面)) 의 처리액이 기관 외로 털어내어진다. 온도차를 이용한 처리액의 이동에 의해, 처리액이 기관의 둘레 가장자리 영역으로 이동한 후에 기관을 회전시키므로, 원심력에 의한 액막의 분열은 거의 발생하지 않는다. 또, 기관의 둘레 가장자리 영역에는, 제품에 사용하기 위한 유효한 패턴이 형성되어 있지 않은 경우가 대부분이므로, 비록 액막의 분열이 발생해도 문제는 되지 않는다.

[0083] 기관을 회전시키는 회전 털어내기 공정은, 제 2 유량으로 기체를 분사하는 기체 배제 공정과 병행하는 기간이 있어도 되고, 기체 배제 공정 후에 실행되어도 된다.

[0084] 이 발명의 일 실시형태에서는, 상기 기관 처리 방법은, 상기 회전 털어내기 공정 후, 상기 기관을 상기 회전 축선 둘레로, 상기 외주 털어내기 속도보다 고속인 건조 속도로 회전시키는 고속 회전 건조 공정을 또한 포함한다.

[0085] 이 방법에서는, 회전 털어내기 공정 후에, 기관의 회전 속도를 증가시켜, 기관이 건조된다. 바꾸어 말하면, 회전 털어내기 공정은, 비교적 저속인 기관 회전 공정이다. 따라서, 액막이 분열할 정도의 원심력은 발생하지 않기 때문에, 액덩어리 상태로 처리액을 기관 외로 털어낼 수 있고, 그 후에, 고속 회전에 의한 기관 건조를 실시할 수 있다.

[0086] 이 발명의 일 실시형태에서는, 상기 액막 형성 공정은, 상기 기관을 연직 방향을 따르는 회전 축선 둘레로 액 공급 속도로 회전하는 액 공급 속도 회전 공정과, 상기 액 공급 속도 회전 공정 중에 상기 기관의 상면으로의 처리액의 공급을 개시하여, 상기 기관의 상면 전역을 덮는 상기 액막을 형성하는 처리액 공급 공정과, 상기 처리액 공급 공정의 실행 중에, 상기 액막이 상기 기관의 상면 전역을 덮는 상태를 유지하면서, 상기 기관의 회전을 상기 액 공급 속도로부터 정지까지 감속하는 감속 공정과, 상기 감속 공정 후에, 상기 처리액의 상기 기관의 상면으로의 공급을 정지하는 공급 정지 공정을 포함한다.

[0087] 이 방법에 의하면, 기관을 회전시키면서 처리액이 공급됨으로써, 기관의 상면 전역을 덮는 액막을 신속하게 형성할 수 있다. 그 후, 처리액의 공급을 계속하고 있는 상태에서, 기관의 회전이 감속하게 되어, 그 회전이 정지하게 된다. 이 회전 정지에 도달할 때까지의 감속의 과정에 있어서, 처리액의 액막이 기관의 상면 전역을 덮고 있는 상태가 유지된다. 그에 따라, 기관의 상면의 도처에서 처리액이 소실되는 일이 없기 때문에,

처리액의 액면이 패턴 내에 위치하는 상황을 회피할 수 있고, 그에 따라, 표면 장력에 의한 패턴의 도괴를 회피할 수 있다. 그리고, 기관의 회전이 정지한 후에 처리액의 공급이 정지되므로, 기관의 상면에 두꺼운 액막을 형성할 수 있다. 두꺼운 액막은 잘 분열하지 않기 때문에, 패턴의 도괴를 확실하게 억제 또는 방지할 수 있다.

[0088] 예를 들어, 처리액을 일정한 유량으로 공급하면서 기관의 회전을 급감속시켜 정지하는 경우를 생각한다. 기관의 회전이 빠를 때에 기관의 상면에 도달한 처리액은 큰 원심력을 받아, 기관의 외방을 향하는 빠른 액류를 형성한다. 한편, 회전이 느릴 때에 기관의 상면에 도달한 처리액이 받는 원심력은 작고, 회전이 정지하고 있을 때에는, 처리액은 원심력을 받지 않는다. 따라서, 기관의 회전을 급감속시키면, 기관의 둘레 가장자리 영역에서는 처리액이 신속하게 기관 외로 흘러나가는 데 반해, 기관의 내방 (특히 처리액의 공급 위치 부근) 에서는 처리액의 흐름이 느리다. 이에 따라, 기관의 둘레 가장자리 영역의 처리액의 액막이 얇아지고, 액 끓김이 발생하여, 처리액의 액면이 패턴의 내방으로 들어갈 우려가 있다. 이에 따라, 둘레 가장자리 영역에 있어서의 패턴 도괴가 발생할 우려가 있다.

[0089] 상기 방법에서는, 이와 같은 둘레 가장자리 영역에서의 액 끓김을 회피하면서, 기관의 회전이 감속 및 정지되므로, 액 끓김에서 기인하는 패턴 도괴를 회피하면서, 기관의 회전을 정지할 수 있다.

[0090] 이 발명의 일 실시형태에서는, 상기 감속 공정이, 상기 기관의 회전 속도를 점차적으로 감소시키는 점차 감속 공정을 포함한다. 이 방법에서는, 기관의 회전이 점차적으로 감속된다. 감속도는, 기관의 상면 전역이 액막으로 덮인 상태를 유지할 수 있도록 설정하면 된다.

[0091] 점차적 감속은, 단계적인 감속이어도 된다. 또, 점차적 감속은, 연속적인 감속이어도 된다.

[0092] 이 발명의 일 실시형태에서는, 상기 감속 공정이, 상기 처리액의 공급 유량을 증가시킨 상태로 상기 기관의 회전 속도를 감속시키는 증유량 (増流量) 감속 공정을 포함한다.

[0093] 이 방법에서는, 감속시에 처리액의 공급 유량을 증가시킴으로써, 기관의 상면에 있어서의 액 끓김이 회피된다. 이 경우, 기관 회전을 신속하게 감속하여 정지할 수 있고, 또한 액 끓김에서 기인하는 패턴 도괴를 회피할 수 있다.

[0094] 이 발명의 일 실시형태에서는, 상기 처리액 공급 공정이, 상기 처리액으로서의 유기 용제를 공급하는 유기 용제 공급 공정이며, 상기 유기 용제 공급 공정의 전에, 상기 기관의 상면에 상기 유기 용제와는 다른 처리액을 공급하는 공정을 또한 포함하고, 상기 감속 공정이, 상기 기관 상의 모든 상기 다른 처리액을 상기 유기 용제가 치환한 후에 개시된다.

[0095] 이 방법에서는, 유기 용제 이외의 처리액으로 기관의 상면을 처리한 후에, 유기 용제에 의해 그 처리액이 치환된다. 기관 상면의 처리액이 다 치환되면, 감속 공정이 개시된다. 따라서, 유기 용제 이외의 처리액의 액면이 패턴 내에 들어가는 것을 억제할 수 있다. 유기 용제는 표면 장력이 낮기 때문에, 패턴의 도괴의 억제 또는 방지에 유효하다.

[0096] 이 발명의 일 실시형태에서는, 상기 기상층 형성 공정이, 상기 기관에 주는 열량을 증가시키는 열량 증가 공정을 포함하고, 상기 액막 형성 공정이, 상기 기관의 상면에 처리액을 공급하는 처리액 공급 공정과, 상기 열량 증가 공정의 개시보다 후에 상기 처리액의 공급을 정지하는 공급 정지 공정을 포함한다.

[0097] 이 방법에서는, 기관에 주는 열량을 증가시킴으로써, 기관에 접하는 처리액이 증발하여 기상층이 형성된다. 기관 상면으로의 처리액의 공급은, 열량의 증가를 개시한 후에 정지된다. 이에 따라, 열량의 증가에 수반하여 처리액이 급격하게 소실되는 것을 회피할 수 있으므로, 처리액의 액막으로 기관의 상면이 덮인 상태를 유지하면서, 기상층을 형성할 수 있다. 그에 따라, 패턴의 도괴를 회피할 수 있다.

[0098] 이 발명의 일 실시형태에서는, 상기 액막 형성 공정 중에, 상기 기상층 형성 공정보다 적은 열량으로 상기 기관을 예열하는 기관 예열 공정을 또한 포함하며, 상기 열량 증가 공정이, 상기 기관에 주는 열량을 상기 기관 예열 공정보다 증가시키는 공정이다.

[0099] 이 방법에서는, 액막 형성 공정 중에 기관이 예열되므로, 기관에 주는 열량을 증가시켰을 때에, 기상층을 신속하게 형성할 수 있다. 그에 따라 생산성을 향상할 수 있다. 또, 액막 형성 공정 중에 기관에 주어지는 열량은 적기 때문에, 기관의 상면을 건조시키는 일 없이, 액막을 형성할 수 있다.

[0100] 이 발명의 일 실시형태에서는, 상기 기관 예열 공정이, 히터 유닛을 상기 기관의 하면으로부터 소정 거리만큼

떨어진 이격 (離隔) 위치에 배치하여, 상기 히터 유닛으로부터의 복사열로 상기 기관을 가열하는 공정을 포함하고, 상기 열량 증가 공정이, 상기 기관 예열 공정에 있어서의 상기 이격 위치보다 상기 히터 유닛을 상기 기관의 하면에 접근시키는 공정을 포함한다.

[0101] 이 방법에서는, 히터 유닛으로부터의 복사열로 기관이 예열되고, 그 후, 히터 유닛을 기관의 하면에 접근시킴으로써 기관에 주는 열량을 증가시켜, 기관의 상면에 기상층이 형성된다. 히터 유닛을 기관에 접근시킴으로써, 기관은 신속하게 승온한다. 이 때, 처리액의 공급이 계속되고 있음으로써, 액막을 유지할 수 있으며, 기관 표면의 건조를 회피할 수 있다.

[0102] 히터 유닛을 기관의 하면에 접촉시켜도 된다. 이에 따라, 히터 유닛으로부터의 열 전도에 의해 기관을 신속하게 승온시켜, 기상층을 형성할 수 있다. 히터 유닛을 기관의 하면에 접촉시킬 때에는, 처리액의 공급이 계속되고 있으므로, 액막이 기관 상면 전역을 덮고 있는 상태를 유지할 수 있으며, 기관 표면의 건조를 회피할 수 있다.

[0103] 상기 가열 배제 공정은, 상기 히터 유닛을 기관의 하면에 접근 또는 접촉시키는 공정을 포함하고 있어도 된다. 온도차에 의한 처리액의 이동을 효과적으로 발생시키면, 히터 유닛을 기관의 하면에 접촉시키는 것이 바람직하다. 또, 기상층을 확실하게 유지하는 위해서도, 히터 유닛을 기관의 하면에 접촉시키는 것이 바람직하다. 히터 유닛을 기관의 하면에 접촉시킴으로써, 원심력을 이용하지 않아도, 온도차에 의해 처리액의 이동을 확실하게 발생시킬 수 있다. 원심력을 이용하기 위해서는 기관을 회전시키지 않으면 안되기 때문에, 히터 유닛을 기관에 접촉시킬 수가 없다. 이 경우, 기관 상면의 기상층을 확실하게 유지할 수 없을 우려가 있다. 복사열에 의한 가열에서는 열량이 부족할 우려가 있고, 또 기관 온도가 불균일해질 우려가 있기 때문이다.

[0104] 이 발명의 일 실시형태에서는, 상기 구멍 형성 공정이, 처리액의 상기 기관의 상면으로의 공급을 정지한 후에 실행된다.

[0105] 이 방법에 의하면, 처리액의 공급을 정지함으로써, 처리액의 공급 위치에 있어서도 기관 상면과 처리액의 사이에 개재되는 기상층이 형성된다. 그 후에 구멍 형성 공정이 실시됨으로써, 기상층 상에 처리액이 지지되어 있는 상태에서, 그 처리액을 기체의 분사에 의해 외방으로 밀어내어 구멍 형성할 수 있다.

[0106] 이 발명의 일 실시형태에서는, 상기 기상층 형성 공정이, 상기 기관에 주는 열량을 증가시키는 열량 증가 공정과, 상기 열량 증가 공정 후에, 상기 기관에 주는 열량을 감소시키는 열량 감소 공정을 포함하고, 상기 가열 배제 공정이, 상기 열량 감소 공정 후에, 상기 기관에 주는 열량을 다시 증가시키는 재열량 증가 공정을 포함하고, 상기 열량 감소 공정에 의해 상기 기관에 주는 열량이 감소된 상태로, 상기 구멍 형성 공정이 개시된다.

[0107] 이 방법에 의하면, 기관에 주는 열량이 감소된 상태로 구멍 형성 공정이 실시된다. 분사되는 기체의 온도가 기관의 온도와 상이한 경우, 기체가 분사된 위치에서는 기관의 온도가 변화한다. 이 때, 기관의 하면으로부터 큰 열량이 주어지고 있으면, 기관의 상면과 하면의 사이의 온도차가 커져, 기관의 휨이 발생할 우려가 있다. 특히, 기체의 온도가 기관의 온도보다 낮은 경우에는, 기관의 상면이 오목 형상이 되는 휨이 발생하기 때문에, 액막의 배제가 곤란해진다. 그래서, 이 방법에서는, 기관에 주는 열량을 감소한 상태에서, 기체가 분사된다. 그에 따라, 기관의 상면 및 하면의 온도차를 줄여, 기관의 휨을 억제 또는 방지하고 있다. 이에 따라, 액막의 배제를 효율적으로 실시할 수 있다. 구멍 형성 공정 후에는, 재차, 큰 열량으로 기관이 가열되므로, 기상층을 유지할 수 있다.

[0108] 이 발명의 일 실시형태에서는, 상기 구멍 형성 공정의 개시와 상기 재열량 증가 공정의 개시가 거의 동시이다.

[0109] 이 방법에 의하면, 기체의 분사와 거의 동시에, 기관에 주어지는 열량이 증가하게 된다. 특히, 분사되는 기체가 기관 온도보다 저온인 경우에는, 기체가 분사된 위치에서 기관 온도가 저하된다. 그 때문에, 열량의 증가까지 시간을 두면, 기관의 온도차를 이용한 처리액의 이동이 멈출 우려가 있다. 즉, 액막에 뚫린 구멍의 가장자리부가 내방을 향하거나 외방을 향하거나 하는 평형 상태가 된다. 이 때, 기관의 표면에 형성된 패턴 내에 처리액이 흘러들고, 그 액막의 액면이 패턴 내에 존재하는 상황이 되면, 표면 장력에 의한 패턴 도피의 우려가 있다. 그래서, 이 방법에서는, 기체의 분사와 거의 동시에 열량을 재차 증가시킴으로써, 처리액의 흐름이 정지하는 것을 회피하고 있다. 이에 따라, 패턴 도피를 억제 또는 방지할 수 있다.

[0110] 이 발명의 일 실시형태에서는, 상기 구멍 형성 공정이, 실온보다 고온의 기체를 분사하는 공정을 포함한다. 이 방법에 의하면, 고온의 기체를 이용하여 구멍 형성 공정이 실시되므로, 기체의 분사에 수반하는 기관의 휨

을 경감할 수 있다. 그에 따라, 기관 상의 액막을 효율적으로 배제할 수 있다.

[0111] 이 발명의 일 실시형태에서는, 상기 처리액이 유기 용제이다. 유기 용제는, 표면 장력이 낮기 때문에, 기관 상의 패턴의 도괴를 한층 확실하게 억제 또는 방지할 수 있다.

[0112] 이 발명의 일 실시형태는, 기관을 수평으로 유지하는 기관 유지 유닛과, 상기 기관 유지 유닛에 유지되어 있는 기관의 상면에 처리액을 공급함으로써, 기관의 상면 전역을 덮는 처리액의 액막을 형성하는 처리액 공급 유닛과, 상기 기관 유지 유닛에 유지되어 있는 기관을, 기관의 상면 전역이 처리액의 액막으로 덮여 있는 상태에서, 처리액의 비점 이상의 온도에서 가열함으로써, 처리액을 증발시켜, 처리액의 액막과 기관의 상면의 사이에 기상층을 형성하는 가열 유닛과, 기관 상의 처리액에 기체를 분사하는 기체 분사 유닛과, 제어 유닛을 포함하는, 기관 처리 장치를 제공한다. 제어 유닛은, 기관 상에 상기 기상층에 의해 지지되어 있는 처리액의 액막에 상기 기체 분사 유닛으로부터 제 1 유량으로 기체를 분사하여, 당해 액막에 구멍을 형성하는 구멍 형성 공정과, 상기 가열 유닛에 의해 기관을 가열함으로써 상기 구멍을 기관의 외주를 향하여 확장하고, 상기 기상층 상에서 액막을 이동시켜 처리액을 기관 외로 배제하는 가열 배제 공정과, 상기 구멍 내의 영역에 상기 기체 분사 유닛으로부터 상기 제 1 유량보다 큰 제 2 유량으로 기체를 분사하여 상기 구멍을 기관의 외주를 향하여 확장함으로써 처리액을 기관 외로 배제하는 기체 배제 공정을 실행한다.

[0113] 이 발명의 일 실시형태에서는, 상기 기관 처리 장치는, 상기 기관 유지 유닛에 유지된 기관을 연직 방향을 따르는 회전 축선 둘레로 회전시키는 기관 회전 유닛을 또한 포함하고, 상기 제어 유닛은, 상기 가열 배제 공정보다 후에, 상기 기관 회전 유닛에 의해 기관을 외주 털어내기 속도로 회전함으로써, 기관의 외주부의 처리액을 기관 외로 털어내는 회전 털어내기 공정을 또한 실행한다.

[0114] 그 외, 상기 제어 유닛은, 전술한 기관 처리 방법을 실행하도록 프로그램되어 있어도 된다.

[0115] 본 발명에 있어서의 상기 서술한, 또는 또 다른 목적, 특징 및 효과는, 첨부 도면을 참조하여 다음에 서술하는 실시형태의 설명에 의해 분명해진다.

도면의 간단한 설명

[0116] 도 1 은, 이 발명의 일 실시형태에 관련된 기관 처리 장치의 내부의 레이아웃을 설명하기 위한 도해적인 평면도이다.

도 2 는, 상기 기관 처리 장치에 구비된 처리 유닛의 구성예를 설명하기 위한 도해적인 단면도이다.

도 3 은, 상기 처리 유닛에 구비된 스핀 척 및 히터 유닛의 평면도이다.

도 4 는, 상기 스핀 척에 구비된 척 핀의 구조예를 설명하기 위한 사시도이다.

도 5a 및 도 5b 는 척 핀의 평면도이며, 도 5a 는 닫힌 상태를 나타내고, 도 5b 는 열린 상태를 나타낸다.

도 6a 는, 상기 처리 유닛에 구비된 제 1 이동 노즐의 구성예를 설명하기 위한 모식적인 종단면도이다.

도 6b 는, 상기 제 1 이동 노즐의 구성예를 나타내는 평면도이다.

도 6c 는, 상기 제 1 이동 노즐의 구성예를 일부 절결하여 나타내는 측면도이다.

도 6d 는, 상기 제 1 이동 노즐의 구성예를 나타내는 저면도이다.

도 7 은, 기관 처리 장치의 주요부의 전기적 구성을 설명하기 위한 블록도이다.

도 8 은, 기관 처리 장치에 의한 기관 처리의 일례를 설명하기 위한 흐름도이다.

도 9 는, 유기 용제 처리 (도 8 의 S4) 의 상세를 설명하기 위한 타임 차트이다.

도 10a ~ 도 10h 는, 유기 용제 처리 (도 8 의 S4) 의 각 단계의 모습을 설명하기 위한 도해적인 단면도이다.

도 10i 는 건조 처리 (도 8 의 S5) 의 모습을 설명하기 위한 도해적인 단면도이다.

도 11a 는, 구멍 형성 단계에 있어서의 액막 상태를 나타내는 평면도이다. 도 11b 는, 가열에 의해서만 액막을 이동하고자 했을 경우의 액막 상태를 나타내는 평면도이다.

도 12a 및 도 12b 는, 기관의 표면에 있어서의 기상층의 형성을 설명하기 위한 도해적인 단면도이며, 도 12c 는, 액막의 분열을 설명하기 위한 단면도이다.

도 13a, 도 13b 및 도 13c 는, 구멍 형성 단계 및 구멍 확장 단계를 생략한 경우 (비교예) 의 과정을 설명하기 위한 도해적인 평면도이다.

도 14 는, 제 1 이동 노즐에 구비된 경사류 토출구로부터의 불활성 가스의 토출에 관한 변형예를 설명하기 위한 타임 차트이다.

도 15 는, 경사류 토출구로부터 불활성 가스를 토출하고 있는 기간에 있어서의 제 1 이동 노즐의 상하 방향 위치를 변동시키는 변형예를 나타내는 타임 차트이다.

도 16 은, 이 발명의 다른 실시형태를 설명하기 위한 개념도이며, 제 1 이동 노즐의 다른 구성예를 나타낸다.

도 17 은, 도 16 의 실시형태의 처리 내용을 설명하기 위한 타임 차트이며, 도 9 와 동일한 도시가 되어 있다.

도 18 은, 이 발명의 또 다른 실시형태에 관련된 기관 처리 장치의 제어에 관련된 구성을 설명하기 위한 블록도이다.

도 19 는, 도 18 의 실시형태에 있어서의 제어 내용을 설명하기 위한 플로우 차트이다.

도 20 은, 이 발명의 또 다른 실시형태에 관련된 기관 처리 장치에 구비되는 처리 유닛의 구성예를 설명하기 위한 도해적인 단면도이다.

도 21 은, 도 20 의 처리 유닛에 구비된 제 1 이동 노즐의 구성예를 설명하기 위한 모식적인 종단면도이다.

도 22 는, 도 20 의 처리 유닛을 구비한 기관 처리 장치의 주요부의 전기적 구성을 설명하기 위한 블록도이다.

도 23 은, 도 20 의 처리 유닛을 구비한 기관 처리 장치에 의한 기관 처리의 일례를 설명하기 위한 흐름도이다.

도 24 는, 도 20 의 처리 유닛에 있어서의 유기 용제 처리 (도 23 의 S14) 의 상세를 설명하기 위한 타임 차트이다.

도 25a ~ 도 25h 는, 도 20 의 처리 유닛에 있어서의 유기 용제 처리 (도 23 의 S14) 의 각 단계의 모습을 설명하기 위한 도해적인 단면도이다. 도 25i 는 도 20 의 처리 유닛에 있어서의 건조 처리 (도 23 의 S15) 의 모습을 설명하기 위한 도해적인 단면도이다.

도 26a 및 도 26b는, 기관의 온도차에 의한 유기 용제 액막의 이동을 설명하기 위한 도면이다.

도 27 은, 유기 용제 패들 단계의 초기에 있어서의 기관 회전 속도의 점차적 감속에 의한 효과를 설명하기 위한 도면이다.

도 28 은, 표면 장력에 의한 패턴 도포의 원리를 설명하기 위한 도해적인 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0117] 도 1 은, 이 발명의 일 실시형태에 관련된 기관 처리 장치의 내부의 레이아웃을 설명하기 위한 도해적인 평면도이다. 기관 처리 장치 (1) 는, 실리콘 웨이퍼 등의 기관 (W) 을 1 매씩 처리하는 매입식 장치이다. 이 실시형태에서는, 기관 (W) 은, 원판상의 기관이다. 기관 처리 장치 (1) 는, 처리액으로 기관 (W) 을 처리하는 복수의 처리 유닛 (2) 과, 처리 유닛 (2) 으로 처리되는 복수 매의 기관 (W) 을 수용하는 캐리어 (C) 가 배치 (載置) 되는 로드 포트 (LP) 와, 로드 포트 (LP) 와 처리 유닛 (2) 의 사이에서 기관 (W) 을 반송하는 반송 로봇 (IR 및 CR) 과, 기관 처리 장치 (1) 를 제어하는 제어 유닛 (3) 을 포함한다. 반송 로봇 (IR) 은, 캐리어 (C) 와 반송 로봇 (CR) 의 사이에서 기관 (W) 을 반송한다. 반송 로봇 (CR) 은, 반송 로봇 (IR) 과 처리 유닛 (2) 의 사이에서 기관 (W) 을 반송한다. 복수의 처리 유닛 (2) 은, 예를 들어, 동일한 구성을 갖고 있다.

[0118] 도 2 는, 처리 유닛 (2) 의 구성예를 설명하기 위한 도해적인 단면도이다. 처리 유닛 (2) 은, 1 매의 기관 (W) 을 수평인 자세로 유지하면서, 기관 (W) 의 중앙부를 지나는 연직인 회전 축선 (A1) 둘레로 기관 (W) 을 회전시키는 스핀 척 (5) 과, 기관 (W) 을 하면 (하방측의 주면) 측으로부터 가열하는 히터 유닛 (6) 과, 히터 유닛 (6) 을 기관 (W) 의 하방에서 상하동(上下動)시키는 승강 유닛 (7) 과, 스핀 척 (5) 을 둘러싸는 통 형상의 컵 (8) 과, 기관 (W) 의 하면에 처리 유체를 공급하는 하면 노즐 (9) 과, 기관 (W) 의 상면 (상방측의 주면) 에 린스액으로서의 탈이온수 (DIW) 를 공급하는 DIW 노즐 (10) 과, 기관 (W) 의 상방에서 이동 가능한 제 1 이동 노즐 (11) 과, 기관 (W) 의 상방에서 이동 가능한 제 2 이동 노즐 (12) 을 포함한다. 처리 유닛 (2) 은, 또한, 컵 (8) 을 수용하는 챔버 (13) (도 1 참조) 를 포함한다. 도시는 생략하지만, 챔버 (13) 에는, 기관

(W) 을 반입/반출하기 위한 반입/반출구가 형성되어 있고, 이 반입/반출구를 개폐하는 셔터 유닛이 구비되어 있다.

- [0119] 스핀 척 (5) 은, 기관 (W) 을 유지하는 기관 유지 유닛이며, 또한 기관 (W) 을 회전시키는 기관 회전 유닛이다. 구체적으로는, 스핀 척 (5) 은, 척 핀 (20) (척 부재) 과, 스핀 베이스 (21) 와, 스핀 베이스 (21) 의 하면 중앙에 결합된 회전축 (22) 과, 회전축 (22) 에 회전력을 주는 전동 모터 (23) 를 포함한다. 회전축 (22) 은 회전 축선 (A1) 을 따라 연직 방향으로 연장되어 있고, 이 실시형태에서는 중공축이다. 회전축 (22) 의 상단에, 스핀 베이스 (21) 가 결합되어 있다. 스핀 베이스 (21) 는, 수평 방향을 따르는 원반 형상을 갖고 있다. 스핀 베이스 (21) 의 상면의 둘레가장자리부에, 복수의 척 핀 (20) 이 둘레 방향으로 간격을 두고 배치되어 있다. 복수의 척 핀 (20) 은, 기관 (W) 의 둘레단에 접촉하여 기관 (W) 을 파지하는 닫힌 상태와, 기관 (W) 의 둘레단으로부터 퇴피한 열린 상태의 사이에서 개폐 가능하다. 또, 복수의 척 핀 (20) 은, 열린 상태에 있어서, 기관 (W) 의 둘레가장자리부의 하면에 접촉하여, 기관 (W) 을 하방으로부터 지지할 수 있다.
- [0120] 척 핀 (20) 을 개폐 구동하기 위해서, 척 핀 구동 유닛 (25) 이 구비되어 있다. 척 핀 구동 유닛 (25) 은, 예를 들어, 스핀 베이스 (21) 에 내장된 링크 기구 (26) 와, 스핀 베이스 (21) 외에 배치된 구동원 (27) 을 포함한다. 구동원 (27) 은, 예를 들어, 볼 나사 기구와, 그것에 구동력을 주는 전동 모터를 포함한다. 척 핀 구동 유닛 (25) 의 구체적인 구성예는, 일본 공개특허공보 2008-034553호 등에 기재가 있으며, 이 문헌의 전체 기재는 여기에 인용에 의해 도입되는 것으로 한다.
- [0121] 히터 유닛 (6) 은, 스핀 베이스 (21) 의 상방에 배치되어 있다. 히터 유닛 (6) 의 하면에는, 회전 축선 (A1) 을 따라 연직 방향으로 연장되는 승강축 (30) 이 결합되어 있다. 승강축 (30) 은, 스핀 베이스 (21) 의 중앙부에 형성된 관통공 (24) 과, 중공의 회전축 (22) 을 삽입 통과하고 있다. 승강축 (30) 의 하단은, 회전축 (22) 의 하단보다 더욱 하방으로까지 연장되어 있다. 이 승강축 (30) 의 하단에, 승강 유닛 (7) 이 결합되어 있다. 승강 유닛 (7) 을 작동 시킴으로써, 히터 유닛 (6) 은, 스핀 베이스 (21) 의 상면에 가까운 하위치로부터, 기관 (W) 의 하면을 지지하여 척 핀 (20) 으로부터 들어 올리는 상위치까지의 사이에서 상하동한다.
- [0122] 승강 유닛 (7) 은, 예를 들어, 볼 나사 기구와, 그에 구동력을 주는 전동 모터를 포함한다. 이에 따라, 승강 유닛 (7) 은, 하위치 및 상위치의 사이의 임의의 중간 위치에 히터 유닛 (6) 을 배치할 수 있다. 예를 들어, 히터 유닛 (6) 의 상면인 가열면 (6a) 을 기관 (W) 의 하면의 사이에 소정의 간격을 둔 이격 위치에 배치한 상태로, 가열면 (6a) 으로부터의 복사열에 의해 기관 (W) 을 가열할 수 있다. 또, 히터 유닛 (6) 으로부터 기관 (W) 을 들어 올리면, 가열면 (6a) 을 기관 (W) 의 하면에 접촉시킨 접촉 상태로, 가열면 (6a) 으로부터의 열 전도에 의해, 기관 (W) 을 보다 큰 열량으로 가열할 수 있다.
- [0123] 제 1 이동 노즐 (11) 은, 제 1 노즐 이동 유닛 (15) 에 의해, 수평 방향 및 연직 방향으로 이동된다. 제 1 이동 노즐 (11) 은, 수평 방향으로의 이동에 의해, 기관 (W) 의 상면의 회전 중심에 대항하는 처리 위치와, 기관 (W) 의 상면에 대항하지 않는 홈 위치 (퇴피 위치) 의 사이에서 이동시킬 수 있다. 기관 (W) 의 상면의 회전 중심이란, 기관 (W) 의 상면에 있어서의 회전 축선 (A1) 과의 교차 위치이다. 기관 (W) 의 상면에 대항하지 않는 홈 위치란, 평면에서 보았을 때, 스핀 베이스 (21) 의 외방의 위치이며, 보다 구체적으로는, 컵 (8) 의 외방의 위치여도 된다. 제 1 이동 노즐 (11) 은, 연직 방향으로의 이동에 의해, 기관 (W) 의 상면에 접근시키거나 기관 (W) 의 상면으로부터 상방으로 퇴피시키거나 할 수 있다. 제 1 노즐 이동 유닛 (15) 은, 예를 들어, 연직 방향을 따르는 회동축 (15a) 과, 회동축 (15a) 에 결합되어 수평으로 연장되는 아암 (15b) 과, 아암 (15b) 을 구동하는 아암 구동 기구 (15c) 를 포함한다. 아암 구동 기구 (15c) 는, 회동축 (15a) 을 연직인 회동 축선 둘레로 회동시킴으로써 아암 (15b) 을 요동시키고, 회동축 (15a) 을 연직 방향을 따라 승강함으로써 아암 (15b) 을 상하동시킨다. 제 1 이동 노즐 (11) 은 아암 (15b) 에 고정되어 있다. 아암 (15b) 의 요동 및 승강에 따라, 제 1 이동 노즐 (11) 이 수평 방향 및 수직 방향으로 이동한다.
- [0124] 이와 같이, 제 1 노즐 이동 유닛 (15) 은, 스핀 척 (5) 에 유지된 기관 (W) 의 상면에 대항하도록 제 1 이동 노즐 (11) 을 유지하는 노즐 유지 유닛으로서의 기능을 갖고 있다. 또한, 제 1 노즐 이동 유닛 (15) 은, 스핀 척 (5) 에 유지된 기관 (W) 과 제 1 이동 노즐 (11) 의 사이의 상하 방향의 거리를 조절하는 거리 조절 유닛으로서의 기능을 갖고 있다.
- [0125] 제 2 이동 노즐 (12) 은, 제 2 노즐 이동 유닛 (16) 에 의해 수평 방향 및 수직 방향으로 이동된다. 제 2 이동 노즐 (12) 은, 수평 방향으로의 이동에 의해, 기관 (W) 의 상면의 회전 중심에 대항하는 위치와, 기관 (W) 의 상면에 대항하지 않는 홈 위치 (퇴피 위치) 의 사이에서 이동시킬 수 있다. 홈 위치는, 평면에서 보았을

때, 스핀 베이스 (21) 의 외방의 위치이며, 보다 구체적으로는, 컵 (8) 의 외방의 위치여도 된다. 제 2 이동 노즐 (12) 은, 연직 방향으로의 이동에 의해, 기관 (W) 의 상면에 접근시키거나, 기관 (W) 의 상면으로부터 상방으로 퇴피시키거나 할 수 있다. 제 2 노즐 이동 유닛 (16) 은, 예를 들어, 연직 방향을 따르는 회동축과, 회동축에 결합되어 수평으로 연장되는 아암과, 아암을 구동하는 아암 구동 기구를 포함한다. 아암 구동 기구는, 회동축을 연직인 회동 축선 둘레로 회동시킴으로써 아암을 요동시키고, 회동축을 연직 방향을 따라 승강함으로써 아암을 상하동시킨다. 제 2 이동 노즐 (12) 은 아암에 고정된다. 아암의 요동 및 승강에 따라, 제 2 이동 노즐 (12) 이 수평 방향 및 수직 방향으로 이동한다.

[0126] 제 1 이동 노즐 (11) 은, 이 실시형태에서는, 유기 용제를 토출하는 유기 용제 노즐로서의 기능과, 질소 가스 등의 불활성 가스를 토출하는 가스 노즐로서의 기능을 갖고 있다. 제 1 이동 노즐 (11) 에는, 유기 용제 공급관 (35) (처리액 공급관) 및 제 1 ~ 제 3 불활성 가스 공급관 (36A, 36B, 36C) 이 결합되어 있다. 유기 용제 공급관 (35) 에는, 그 유로를 개폐하는 유기 용제 밸브 (37) (처리액 밸브) 가 개재 장착되어 있다. 불활성 가스 공급관 (36A, 36B, 36C) 에는, 각각의 유로를 개폐하는 제 1 ~ 제 3 불활성 가스 밸브 (38A, 38B, 38C) 가 각각 개재 장착되어 있다. 또, 불활성 가스 공급관 (36A) 에는, 그 유로를 흐르는 불활성 가스의 유량을 정확하게 조절하기 위한 매스 플로우 컨트롤러 (39A) (제 1 유량 조정 유닛) 가 개재 장착되어 있다. 또, 불활성 가스 공급관 (36B) 에는, 그 유로를 흐르는 불활성 가스의 유량을 조절하기 위한 유량 가변 밸브 (39B) 가 개재 장착되어 있고, 불활성 가스 공급관 (36C) 에는, 그 유로를 흐르는 불활성 가스의 유량을 조절하기 위한 유량 가변 밸브 (39C) (제 2 유량 조정 유닛) 가 개재 장착되어 있다. 또한, 불활성 가스 공급관 (36A, 36B, 36C) 에는, 각각, 이물질 제거를 위한 필터 (40A, 40B, 40C) 가 개재 장착되어 있다.

[0127] 유기 용제 공급관 (35) 에는, 유기 용제 공급원으로부터, 이소프로필알코올 (IPA) 등의 유기 용제가 공급되고 있다. 불활성 가스 공급관 (36A, 36B, 36C) 에는, 불활성 가스 공급원으로부터, 질소 가스 (N₂) 등의 불활성 성 가스가 각각 공급되고 있다.

[0128] 제 2 이동 노즐 (12) 은, 이 실시형태에서는, 산, 알칼리 등의 약액을 공급하는 약액 노즐로서의 기능을 갖고 있다. 보다 구체적으로는, 제 2 이동 노즐 (12) 은, 액체와 기체를 혼합하여 토출할 수 있는 이류체 노즐의 형태를 갖고 있어도 된다. 이류체 노즐은, 기체의 공급을 정지하여 액체를 토출하면, 스트레이트 노즐로서 사용할 수 있다. 제 2 이동 노즐 (12) 에는, 약액 공급관 (41) 및 불활성 가스 공급관 (42) 이 결합되어 있다. 약액 공급관 (41) 에는, 그 유로를 개폐하는 약액 밸브 (43) 가 개재 장착되어 있다. 불활성 가스 공급관 (42) 에는, 그 유로를 개폐하는 불활성 가스 밸브 (44) 가 개재 장착되어 있다. 약액 공급관 (41) 에는, 약액 공급원으로부터, 산, 알칼리 등의 약액이 공급되고 있다. 불활성 가스 공급관 (42) 에는, 불활성 성 가스 공급원으로부터, 질소 가스 (N₂) 등의 불활성 가스가 공급되고 있다.

[0129] 약액의 구체에는, 에칭액 및 세정액이다. 더욱 구체적으로는, 약액은, 불산, SC1 (암모니아 과산화수소수 혼합액), SC2 (염산 과산화수소수 혼합액), 버퍼드 불산 (불산과 불화암모늄의 혼합액) 등이어도 된다.

[0130] DIW 노즐 (10) 은, 이 실시형태에서는, 기관 (W) 의 상면의 회전 중심을 향하여 DIW 를 토출하도록 배치된 고정 노즐이다. DIW 노즐 (10) 에는, DIW 공급원으로부터, DIW 공급관 (46) 을 통해서 DIW 가 공급된다. DIW 공급관 (46) 에는, 그 유로를 개폐하기 위한 DIW 밸브 (47) 가 개재 장착되어 있다. DIW 노즐 (10) 은 고정 노즐일 필요는 없고, 적어도 수평 방향으로 이동하는 이동 노즐이어도 된다.

[0131] 하면 노즐 (9) 은, 중공의 승강축 (30) 을 삽입 통과하고, 또한, 히터 유닛 (6) 을 관통하고 있다. 하면 노즐 (9) 은, 기관 (W) 의 하면 중앙에 임하는 토출구 (9a) 를 상단에 갖고 있다. 하면 노즐 (9) 에는, 유체 공급원으로부터 유체 공급관 (48) 을 통해서 처리 유체가 공급되고 있다. 공급되는 처리 유체는, 액체여도 되고, 기체여도 된다. 유체 공급관 (48) 에는, 그 유로를 개폐하기 위한 유체 밸브 (49) 가 개재 장착되어 있다.

[0132] 도 3 은, 스핀 척 (5) 및 히터 유닛 (6) 의 평면도이다. 스핀 척 (5) 의 스핀 베이스 (21) 는, 평면에서 보았을 때, 회전 축선 (A1) 을 중심으로 하는 원형이며, 그 직경은 기관 (W) 의 직경보다 크다. 스핀 베이스 (21) 의 둘레가장자리부에는, 간격을 두고 복수 개 (이 실시형태에서는 6 개) 의 척 핀 (20) 이 배치되어 있다.

[0133] 히터 유닛 (6) 은, 원판상의 핫 플레이트의 형태를 갖고 있으며, 플레이트 본체 (60) 와, 지지 핀 (61) 과, 히터 (62) 를 포함한다. 플레이트 본체 (60) 는, 평면에서 보았을 때, 기관 (W) 의 외형과 거의 동형 (同形) 동대 (同大) 하고, 회전 축선 (A1) 을 중심으로 하는 원형으로 구성되어 있다. 보다 정확하게는, 플레이트 본체 (60) 는, 기관 (W) 의 직경보다 약간 작은 직경의 원형의 평면 형상을 갖고 있다. 예를 들어, 기관

(W)의 직경이 300 mm이며, 플레이트 본체 (60)의 직경 (특히 가열면 (6a)의 직경)이 그것보다 6 mm만큼 작은 294 mm 여도 된다. 이 경우, 플레이트 본체 (60)의 반경은 기관 (W)의 반경보다 3 mm 작다.

[0134] 플레이트 본체 (60)의 상면은, 수평면을 따르는 평면이다. 플레이트 본체 (60)의 상면에 복수의 지지 핀 (61) (도 2를 아울러 참조)이 돌출되어 있다. 지지 핀 (61)은, 예를 들어, 각각 반구상 (半球狀)이며, 플레이트 본체 (60)의 상면으로부터 미소 높이 (예를 들어, 0.1 mm)만큼 돌출되어 있다. 따라서, 기관 (W)이 지지 핀 (61)에 접촉하여 지지될 때, 기관 (W)의 하면은 예를 들어 0.1 mm의 미소 간격을 두고 플레이트 본체 (60)의 상면에 대향한다. 이에 따라, 기관 (W)을 효율적으로 또한 균일하게 가열할 수 있다.

[0135] 플레이트 본체 (60)의 상면은, 지지 핀 (61)을 갖고 있지 않아도 된다. 지지 핀 (61)을 갖고 있지 않은 경우에는, 기관 (W)을 플레이트 본체 (60)의 상면에 접촉시킬 수 있다. 히터 유닛 (6)의 가열면 (6a)은, 지지 핀 (61)을 갖고 있는 경우에는, 플레이트 본체 (60)의 상면 및 지지 핀 (61)의 표면을 포함한다. 또, 지지 핀 (61)이 구비되어 있지 않은 경우에는, 플레이트 본체 (60)의 상면이 가열면 (6a)에 상당한다. 이하에서는, 지지 핀 (61)이 기관 (W)의 하면에 접해 있는 상태를, 가열면 (6a)에 기관 (W)의 하면이 접해 있는 등이라고 하는 경우가 있다.

[0136] 히터 (62)는, 플레이트 본체 (60)에 내장되어 있는 저항체여도 된다. 도 3에는, 복수의 영역으로 분할된 히터 (62)를 나타내고 있다. 히터 (62)에 통전함으로써, 가열면 (6a)이 실온 (예를 들어, 20 ~ 30 ℃. 예를 들어, 25 ℃)보다 고온으로 가열된다. 구체적으로는, 히터 (62)로의 통전에 의해, 제 1 이동 노즐 (11)로부터 공급되는 유기 용제의 비점보다 고온으로 가열면 (62a)을 가열할 수 있다. 도 2에 나타내는 바와 같이, 히터 (62)로의 급전선 (63)은, 승강축 (30)내에 지나고 있다. 그리고, 급전선 (63)에는, 히터 (62)에 전력을 공급하는 히터 통전 유닛 (64)이 접속되어 있다. 히터 통전 유닛 (64)은, 기관 처리 장치 (1)의 동작 중, 항상, 통전되어도 된다.

[0137] 지지 핀 (61)은, 플레이트 본체 (60)의 상면에 거의 균등하게 배치되어 있다. 플레이트 본체 (60)의 외주단보다 외방에, 척 핀 (20)이 배치되어 있다. 척 핀 (20)의 전체가 플레이트 본체 (60)의 외주단보다 외방에 배치되어 있을 필요는 없고, 히터 유닛 (6)의 상하동 범위에 대향하는 부분이 플레이트 본체 (60)의 외주단보다 외방에 위치하고 있으면 된다.

[0138] 도 4는, 척 핀 (20)의 구조예를 설명하기 위한 사시도이다. 또, 도 5a 및 도 5b는 척 핀 (20)의 평면도이며, 도 5a는 닫힌 상태를 나타내고, 도 5b는 열린 상태를 나타낸다.

[0139] 척 핀 (20)은, 연직 방향으로 연장된 샤프트부 (53)와, 샤프트부 (53)의 상단에 형성된 베이스부 (50)와, 샤프트부 (53)의 하단에 형성된 회동 지지부 (54)를 포함한다. 베이스부 (50)는, 파지부 (51)와, 지지부 (52)를 포함한다. 회동 지지부 (54)는, 연직 방향을 따르는 척 회동 축선 (55)둘레로 회동 가능하게 스핀 베이스 (21)에 결합되어 있다. 샤프트부 (53)는, 척 회동 축선 (55)으로부터 떨어진 위치에 오프셋되어, 회동 지지부 (54)에 결합되어 있다. 보다 구체적으로는, 샤프트부 (53)는 척 회동 축선 (55)보다, 회전 축선 (A1)으로부터 떨어진 위치에 배치되어 있다. 따라서, 척 핀 (20)이 척 회동 축선 (55)둘레로 회동되면, 베이스부 (50)는, 그 전체가 기관 (W)의 둘레 단면을 따라 이동하면서, 척 회동 축선 (55)둘레로 회동한다. 회동 지지부 (54)는, 스핀 베이스 (21)의 내부에 형성된 링크 기구 (26) (도 2 참조)에 결합되어 있다. 이 링크 기구 (26)로부터의 구동력에 의해, 회동 지지부 (54)는, 척 회동 축선 (55)둘레로 소정 각도 범위에서 왕복 회동한다.

[0140] 베이스부 (50)는, 평면에서 보았을 때, 쐐기형으로 형성되어 있다. 베이스부 (50)의 상면에는, 척 핀 (20)의 열린 상태로 기관 (W)의 둘레가장자리부 하면에 맞닿아 기관 (W)을 하방으로부터 지지하는 지지면 (52a)이 형성되어 있다. 바꿔 말하면, 베이스부 (50)는 지지면 (52a)을 상면으로 하는 지지부 (52)를 갖고 있다. 파지부 (51)는, 베이스부 (50)의 상면에 있어서, 지지부 (52)와는 다른 위치에서 상방에 돌출되어 있다. 파지부 (51)는, 기관 (W)의 둘레 단면에 대향하도록 V자 형상으로 벌어진 유지홈 (51a)을 갖고 있다.

[0141] 회동 지지부 (54)가 도 5b에 나타내는 열린 상태에서부터 척 회동 축선 (55)둘레로 시계 회전 방향으로 회동될 때, 파지부 (51)는 기관 (W)의 둘레 단면에 접근하고, 지지부 (52)는 기관 (W)의 회전 중심으로부터 이반한다. 또, 회동 지지부 (54)가 도 5a에 나타내는 닫힌 상태에서부터 척 회동 축선 (55)둘레로 반시계 회전 방향으로 회동될 때, 파지부 (51)는 기관 (W)의 둘레 단면으로부터 이반하고, 지지부 (52)는 기관 (W)의 회전 중심에 접근한다.

- [0142] 도 5a 에 나타내는 척 핀 (20) 의 닫힌 상태에서는, 유지홈 (51a) 에 기관 (W) 의 둘레 단면이 들어간다. 이 때, 기관 (W) 의 하면은, 지지면 (52a) 으로부터 미소 거리만큼 상방으로 이간한 높이에 위치한다. 도 5b 에 나타내는 척 핀 (20) 의 열린 상태에서는, 유지홈 (51a) 으로부터 기관 (W) 의 둘레 단면이 벗어나 있어, 평면에서 보았을 때, 파지부 (51) 는 기관 (W) 의 둘레 단면보다 외방에 위치한다. 척 핀 (20) 의 열린 상태 및 닫힌 상태 중 어느 것에 있어서도, 지지면 (52a) 은, 적어도 일부가 기관 (W) 의 둘레가장자리부 하면의 하방에 위치하고 있다.
- [0143] 척 핀 (20) 이 열린 상태일 때, 기관 (W) 을 지지부 (52) 로 지지할 수 있다. 그 열린 상태에서부터 척 핀 (20) 을 닫힌 상태로 전환하면, 단면 V 자 형상의 유지홈 (51a) 에 안내되어 솟아오르면서 기관 (W) 의 둘레 단면이 유지홈 (51a) 내로 안내되고, 유지홈 (51a) 의 상하의 경사면에 의해 기관 (W) 이 협지된 상태에 이른다. 그 상태에서부터 척 핀 (20) 을 열린 상태로 전환하면, 기관 (W) 의 둘레 단면이 유지홈 (51a) 의 하측 경사면에 안내되면서 미끄러져 내려가, 기관 (W) 의 둘레가장자리부 하면이 지지면 (52a) 에 맞닿는다.
- [0144] 도 5a 및 도 5b 에 나타내는 바와 같이, 베이스부 (50) 는, 평면에서 보았을 때, 히터 유닛 (6) 의 플레이트 본체 (60) 에 대향하는 가장자리부가, 플레이트 본체 (60) 의 둘레 가장자리 형상을 따르고 있다. 즉, 지지부 (52) 는, 평면에서 보았을 때, 플레이트 본체 (60) 보다 회전 중심에 대해 외방에 위치하는 측면 (52b) 을 갖고 있다. 그에 따라, 기관 (W) 보다 약간 작은 원형의 가열면 (6a) 을 갖는 플레이트 본체 (60) 는, 히터 유닛 (6) 이 상하동할 때, 척 핀 (20) 과 간섭하지 않는다. 이 비간섭 위치 관계는, 척 핀 (20) 이 닫힌 상태 및 열린 상태 중 어느 것에 있어서도 유지된다. 즉, 척 핀 (20) 이 닫힌 상태일 때에도 열린 상태일 때에도, 지지부 (52) 의 측면 (52b) 은, 평면에서 보았을 때, 히터 유닛 (6) 의 가열면 (6a) 으로부터 외방으로 이격되어 있다. 그에 따라, 히터 유닛 (6) 은, 척 핀 (20) 이 닫힌 상태인지 열린 상태인지를 불문하고, 가열면 (6a) 을 측면 (52b) 의 내측을 통과시키면서, 승강할 수 있다.
- [0145] 기관 (W) 의 직경은, 예를 들어 300 mm 이며, 플레이트 본체 (60) 의 상면의 직경은 예를 들어 294 mm 이다. 따라서, 가열면 (6a) 은, 기관 (W) 의 하면의 중앙 영역 및 둘레 가장자리 영역을 포함하는 거의 전역에 대향하고 있다. 척 핀 (20) 의 닫힌 상태 및 열린 상태 중 어느 것에 있어서도, 가열면 (6a) 의 외주 가장자리의 외측에 소정의 미소 간격 (예를 들어, 2 mm) 이상의 간격을 확보한 상태에서, 지지부 (52) 가 배치된다.
- [0146] 파지부 (51) 는, 척 핀 (20) 의 닫힌 상태에 있어서, 그 내측 가장자리가, 플레이트 본체 (60) 의 외주 가장자리의 외측에 소정의 미소 간격 (예를 들어, 2 mm) 이상의 간격을 확보한 상태에서 위치하도록 구성되어 있다. 따라서, 히터 유닛 (6) 은, 척 핀 (20) 의 닫힌 상태 및 열린 상태 중 어느 것에 있어서도, 가열면 (6a) 을 파지부 (51) 의 내측에서 상하시켜, 기관 (W) 의 하면에 접촉할 때까지 상승시킬 수 있다.
- [0147] 척 회동 축선 (55) 은, 평면에서 보았을 때, 회전 축선 (A1) (도 2 및 도 3 참조) 을 중심으로 하여, 가열면 (6a) 의 반경보다 작은 반경의 원주 상에 위치하고 있다.
- [0148] 도 6a 는, 제 1 이동 노즐 (11) 의 구성예를 설명하기 위한 종단면도 (도 6b 의 VIA-VIA 단면도) 이다. 또, 도 6b 는 그 평면도이고, 도 6c 는 그 측면도이고, 도 6d 는 그 저면도이다. 도 6c 에는, 도 6b 의 화살표 VIC 의 방향으로 본 구성을 일부 절결하여 나타내고 있다.
- [0149] 제 1 이동 노즐 (11) 은, 복수의 토출구를 갖는 유체 노즐이다. 제 1 이동 노즐 (11) 은, 기관 (W) 의 주면에 수직으로 배치되는 중심 축선 (70) 을 따라, 기관 (W) 의 주면에 수직인 직선상으로 유체 (이 실시형태에서는 불활성 가스) 를 토출하는 선상류 토출구 (81) 를 갖고 있다. 또한, 제 1 이동 노즐 (11) 은, 중심 축선 (70) 에 수직인 평면을 따라, 중심 축선 (70) 의 주위에 방사상으로 유체 (이 실시형태에서는 불활성 가스) 를 토출하는 평행류 토출구 (82) 를 갖고 있다. 또, 제 1 이동 노즐 (11) 은, 중심 축선 (70) 에 대해 경사진 원주면을 따라, 중심 축선 (70) 의 주위에 방사상으로 유체 (이 실시형태에서는 불활성 가스) 를 토출하는 경사류 토출구 (83) 를 갖고 있다. 선상류 토출구 (81) 로부터 토출된 불활성 가스는, 기관 (W) 의 주면에 수직으로 입사하는 선상 기류 (85) 를 형성한다. 평행류 토출구 (82) 로부터 토출된 불활성 가스는, 기관 (W) 의 상면에 평행하고, 또한 기관 (W) 의 상면을 덮는 평행 기류 (86) 를 형성한다. 경사류 토출구 (83) 로부터 토출된 불활성 가스는, 기관 (W) 의 상면에 대해 비스듬하게 입사하는 원주상 프로파일의 경사 기류 (87) 를 형성한다.
- [0150] 제 1 이동 노즐 (11) 은, 도 6a 에 가장 잘 나타내고 있는 바와 같이, 내측 구성 부재 (91) 와, 그 외측에 배치된 중간 구성 부재 (92) 와, 그 외측에 배치된 외측 구성 부재 (93) 를 포함한다.
- [0151] 내측 구성 부재 (91) 는, 거의 원주상 (圓柱狀) 으로 구성되어 있고, 하단부에 외향의 플랜지부 (95) 를 갖고

있다. 플랜지부 (95) 는, 중심 축선 (70) 에 대해 외향 비스듬하게 하방으로 경사진 원추면상의 상면 (95a) 을 갖고 있다. 또, 플랜지부 (95) 는, 중심 축선 (70) 과 수직인 (즉, 기관 (W) 의 상면과 평행한) 저면 (95b) 을 갖고 있다. 플랜지부 (95) 의 내측에 있어서, 내측 구성 부재 (91) 의 하단면에는, 기관 (W) 의 상면으로부터 떨어지는 방향으로 움푹 패인 오목 개소 (96) 가 형성되어 있다. 오목 개소 (96) 는, 중심 축선 (70) 의 둘레로 회전 대칭인 거의 원추대 형상으로 형성되어 있다.

[0152] 내측 구성 부재 (91) 의 중앙부에는, 중심 축선 (70) 과 평행하게, 3 개의 관 (36A, 35, 73) 이, 상면 (91a) 으로부터 오목 개소 (96) 까지 지나고 있다. 구체적으로는, 불활성 가스 공급관 (36A) 과, 유기 용제 공급관 (35) 과, 약액 공급관 (73) (도 2 에서는 도시 생략) 이 지나고 있다. 이들 공급관 (36A, 35, 73) 의 하단부는, 오목 개소 (96) 내에 배치되어 있다. 불활성 가스 공급관 (36A) 의 하단부는, 선상류 토출구 (81) 를 구성하고 있다. 유기 용제 공급관 (35) 의 하단부는, 중심 축선 (70) 의 근방에서 기관 (W) 의 상면을 향하여 유체 (이 실시형태에서는 처리액의 일종으로서의 유기 용제) 를 토출하는 중심 토출구 (71) 를 구성하고 있다. 약액 공급관 (73) 의 하단부는, 중심 축선 (70) 의 근방에서 기관 (W) 의 상면을 향하여 유체 (이 실시형태에서는 처리액의 일종으로서의 약액) 를 토출하는 약액 토출구 (72) 를 구성하고 있다.

[0153] 불활성 가스 공급관 (36A) 은, 내측 구성 부재 (91) 의 상단 부근을 유체 입구 (제 1 유체 입구) 로 하고, 그 유체 입구와 선상류 토출구 (81) 의 사이를 연통시키는 유체로 (제 1 유체로) 를 제공하고 있다. 마찬가지로, 유기 용제 공급관 (35) 은, 내측 구성 부재 (91) 의 상단 부근을 유체 입구 (제 5 유체 입구) 로 하고, 그 유체 입구와 중심 토출구 (71) 의 사이를 연통시키는 유체로 (제 5 유체로) 를 제공하고 있다. 그리고, 약액 공급관 (73) 은, 내측 구성 부재 (91) 의 상단 부근을 유체 입구로 하고, 그 유체 입구와 약액 토출구 (72) 의 사이를 연통시키는 유체로를 제공하고 있다.

[0154] 내측 구성 부재 (91) 의 외주면에는, 솔더부 (91b) 가 중심 축선 (70) 둘레로 회전 대칭인 환상으로 형성되어 있다. 이 솔더부 (91b) 에, 중간 구성 부재 (92) 가 걸어맞춰져 있다. 보다 구체적으로는, 중간 구성 부재 (92) 는, 원통상으로 형성되어 있고, 그 상단에 내향의 플랜지부 (98) 가 형성되어 있다. 이 플랜지부 (98) 가 솔더부 (91b) 에 걸어맞춰져 있다. 또, 중간 구성 부재 (92) 의 하단부에는, 외향의 플랜지부 (99) 가 형성되어 있다. 플랜지부 (99) 는, 중심 축선 (70) 에 수직인 (즉, 기관 (W) 의 상면에 평행한) 상면 (99a) 을 갖고 있다. 또, 플랜지부 (99) 는, 중심 축선 (70) 에 대해 외향 비스듬하게 하방으로 경사진 저면 (99b) 을 갖고 있다. 이 저면 (99b) 은, 내측 구성 부재 (91) 의 하단부에 형성된 플랜지부 (95) 의 상면 (95a) 에 대향하고 있다. 그에 따라, 그들 저면 (99b) 및 상면 (95a) 의 사이에, 중심 축선 (70) 에 대해 외향 비스듬하게 하방으로 경사지는 원추면 형상의 경사류 토출구 (83) 가 구획되어 있다.

[0155] 내측 구성 부재 (91) 의 외주면과, 중간 구성 부재 (92) 의 내주면의 사이에는, 유체로 (100) (제 3 유체로) 가 통 형상으로 구획되어 있다. 유체로 (100) 는, 불활성 가스 공급관 (36C) 에 결합된 유체 입구 (101) (제 3 유체 입구. 도 6b 및 도 6c 참조) 및 경사류 토출구 (83) 에 연통되고, 그에 따라, 그들 사이를 연통시키고 있다. 내측 구성 부재 (91) 의 외주면 및 중간 구성 부재 (92) 의 내주면에는 요철이 형성되어 있고, 그에 따라, 유체로 (100) 에는, 제 1 버퍼부 (102), 제 1 협착로 (103), 제 2 버퍼부 (104) 및 제 2 협착로 (10) 가 형성되어 있다. 유체 입구 (101) 로부터의 불활성 가스는 제 1 버퍼부 (102) 에 도입되어 체류함으로써 둘레 방향으로 확산되고, 또한 제 1 협착로 (103) 를 지나 제 2 버퍼부 (104) 에 도입되어 체류함으로써, 제차 둘레 방향으로 확산된다. 그리고, 제 2 버퍼부 (104) 내의 불활성 가스는, 제 2 협착로 (10) 를 지나 경사류 토출구 (83) 에 도달한다. 제 1 및 제 2 버퍼부 (102, 104) 에서 불활성 가스가 균압화됨으로써, 경사류 토출구 (83) 는, 전체 둘레에 걸쳐서 균등한 유량 및 유속으로 불활성 가스를 방사상으로 내뿜을 수 있다.

[0156] 중간 구성 부재 (92) 의 상면측으로부터, 외측 구성 부재 (93) 가 덮여 있다. 외측 구성 부재 (93) 는, 중심 축선 (70) 에 직교하는 천면부 (天面部) (108) 를 갖고 있다. 이 천면부 (108) 의 하면이 중간 구성 부재 (92) 의 상단면에 지지되어 있다. 천면부 (108) 에는, 내측 구성 부재 (91) 를 상방으로 관통시키는 관통공 (109) 이 형성되어 있다. 외측 구성 부재 (93) 는, 천면부 (108) 의 상방으로부터, 당해 천면부 (108) 에 형성된 삽입 통과 구멍 (110) 및 중간 구성 부재 (92) 의 플랜지부 (98) 에 형성된 삽입 통과 구멍 (111) 을 삽입 통과하고, 내측 구성 부재 (91) 에 나사 결합하는 볼트 (112) 에 의해, 내측 구성 부재 (91) 에 결합되어 있다. 이에 따라, 동시에, 중간 구성 부재 (92) 가 내측 구성 부재 (91) 와 외측 구성 부재 (93) 에 협지되고, 그에 따라, 내측 구성 부재 (91), 중간 구성 부재 (92) 및 외측 구성 부재 (93) 가 일체적으로 결합되어 있다.

[0157] 외측 구성 부재 (93) 에는, 중심 축선 (70) 에 대해 회전 대칭인 거의 원통상의 공간이 내방에 형성되어 있다.

이 공간 내에, 중간 구성 부재 (92) 가 수용되어 있다. 외측 구성 부재 (93) 의 저면 (93a) 은, 중심 축선 (70) 에 수직인 (즉, 기관 (W) 의 상면에 평행한) 평면을 따르고 있고, 중간 구성 부재 (92) 의 플랜지부 (99) 의 상면 (99a) 에 대향하고 있다. 이에 따라, 그들 저면 (93b) 및 상면 (99a) 의 사이에, 중심 축선 (70) 에 대해 수직인 (즉, 기관 (W) 의 상면에 평행한) 평행류 토출구 (82) 가 구획되어 있다.

[0158] 중간 구성 부재 (92) 의 외주면과, 외측 구성 부재 (93) 의 내주면의 사이에는, 유체로 (120) (제 2 유체로) 가 통 형상으로 구획되어 있다. 유체로 (120) 는, 불활성 가스 공급관 (36B) 에 결합된 유체 입구 (121) (제 2 유체 입구. 도 6b 및 도 6d 참조) 및 평행류 토출구 (82) 에 연통되고, 그에 따라, 그들의 사이를 연통시키고 있다. 중간 구성 부재 (92) 의 외주면 및 외측 구성 부재 (93) 의 내주면 (이 실시형태에서는 주로 외측 구성 부재 (93) 의 내주면) 에는 요철이 형성되어 있고, 그에 따라, 유체로 (120) 에는, 제 1 버퍼부 (122), 제 1 협착로 (123), 제 2 버퍼부 (124) 및 제 2 협착로 (125) 가 형성되어 있다. 유체 입구 (121) 로부터의 불활성 가스는 제 1 버퍼부 (122) 에 도입되어 체류함으로써 둘레 방향으로 확산하고, 또한 제 1 협착로 (123) 를 지나 제 2 버퍼부 (124) 에 도입되어 체류함으로써, 제차 둘레 방향으로 확산된다. 그리고, 제 2 버퍼부 (124) 내의 불활성 가스는, 제 2 협착로 (125) 를 지나 평행류 토출구 (82) 에 도달한다. 제 1 및 제 2 버퍼부 (122, 124) 에서 불활성 가스가 균압화됨으로써, 평행류 토출구 (82) 는, 전체 둘레에 걸쳐서 균등한 유량 및 유속으로 불활성 가스를 방사상으로 내뿜을 수 있다.

[0159] 외측 구성 부재 (93) 는, 브래킷 (127) 을 통해서 제 1 노즐 이동 유닛 (15) 의 아암 (15b) 에 결합되어 있다.

[0160] 외측 구성 부재 (93) 의 천면부 (108) 에는, 1 쌍의 유체 입구 (101) 가 배치되어 있다. 1 쌍의 유체 입구 (101) 는, 평면에서 보았을 때, 중심 축선 (70) 을 사이에 두고 대향하는 위치에 배치되어 있다. 1 쌍의 유체 입구 (101) 에는, 1 쌍의 불활성 가스 공급관 (36C) 이, 관이음매 (106) 를 통해서 결합되어 있다. 이에 따라, 통 형상의 유체로 (100) 에는, 중심 축선 (70) 을 중심으로 하여 180 도의 각도 간격을 둔 2 개 지점으로부터 불활성 가스가 도입된다.

[0161] 내측 구성 부재 (91) 의 상부는 외측 구성 부재 (93) 의 상방에 돌출되어 있고, 그 상면 (91a) 으로부터, 불활성 가스 공급관 (36A), 유기 용제 공급관 (35) 및 약액 공급관 (73) 이 중심 축선 (70) 을 따라 삽입되어 있다. 내측 구성 부재 (91) 의 상면에는, 공급관 (36A, 35, 40) 을 유지하는 관 유지 부재 (107) 가 배치되어 있다.

[0162] 외측 구성 부재 (93) 의 측면에는, 유체 입구 (121) 가 배치되어 있다. 유체 입구 (121) 에는, 관 이음매 (115) 를 통해서, 불활성 가스 공급관 (36B) 이 결합되어 있다. 이에 따라, 불활성 가스 공급관 (36B) 으로부터의 불활성 가스를, 유체 입구 (121) 를 통해서, 유체로 (120) 에 도입할 수 있다.

[0163] 도 7 은, 기관 처리 장치 (1) 의 주요부의 전기적 구성을 설명하기 위한 블록도이다. 제어 유닛 (3) 은, 마이크로 컴퓨터를 구비하고 있고, 소정의 제어 프로그램에 따라, 기관 처리 장치 (1) 에 구비된 제어 대상을 제어한다. 특히, 제어 유닛 (3) 은, 반송 로봇 (IR, CR), 스핀 척 (5) 을 회전 구동하는 전동 모터 (23), 제 1 노즐 이동 유닛 (15), 제 2 노즐 이동 유닛 (16), 히터 통전 유닛 (64), 히터 유닛 (6) 을 승강하는 승강 유닛 (7), 척 핀 구동 유닛 (25), 밸브류 (37, 43, 44, 47, 49) 등의 동작을 제어한다. 또, 제어 유닛 (3) 은, 제 1 ~ 제 3 불활성 가스 밸브 (38A, 38B, 38C) 를 개폐 제어한다. 또한, 제어 유닛 (3) 은, 매스 플로우 컨트롤러 (39A) 의 개도를 제어하여 불활성 가스 공급관 (36A) 을 지나는 불활성 가스의 유량을 제어한다. 또, 제어 유닛 (3) 은, 유량 가변 밸브 (39B, 39C) 의 개도를 제어하여, 불활성 가스 공급관 (36B, 36C) 을 지나는 불활성 가스의 유량을 제어한다.

[0164] 도 8 은, 기관 처리 장치 (1) 에 의한 기관 처리의 일례를 설명하기 위한 흐름도이며, 주로, 제어 유닛 (3) 이 동작 프로그램을 실행함으로써 실현되는 처리가 나타나 있다. 미처리의 기관 (W) 은, 반송 로봇 (IR, CR) 에 의해 캐리어 (C) 로부터 처리 유닛 (2) 에 반입되고, 스핀 척 (5) 에 건네어진다 (S1). 이 때, 제어 유닛 (3) 은, 히터 유닛 (6) 을 하위치에 배치하도록 승강 유닛 (7) 을 제어한다. 또, 제어 유닛 (3) 은, 척 핀 (20) 이 열린 상태가 되도록 척 핀 구동 유닛 (25) 을 제어한다. 그 상태에서, 반송 로봇 (CR) 은, 기관 (W) 을 스핀 척 (5) 에 건넨다. 이 후, 기관 (W) 은, 반송 로봇 (CR) 에 의해 반출될 때까지, 스핀 척 (5) 에 유지된다 (기관 유지 공정). 기관 (W) 은, 열린 상태의 척 핀 (20) 의 지지부 (52) (지지면 (52a)) 에 재치된다. 그 후, 제어 유닛 (3) 은, 척 핀 구동 유닛 (25) 을 제어하여, 척 핀 (20) 을 닫힌 상태로 한다. 그에 따라, 복수의 척 핀 (20) 의 파지부 (51) 에 의해 기관 (W) 이 파지된다.

- [0165] 반송 로봇 (CR) 이 처리 유닛 (2) 외로 퇴피한 후, 약액 처리 (S2) 가 개시된다. 제어 유닛 (3) 은, 전동 모터 (23) 를 구동하여 스핀 베이스 (21) 를 소정의 약액 회전 속도로 회전시킨다. 그 한편으로, 제어 유닛 (3) 은, 제 2 노즐 이동 유닛 (16) 을 제어하여, 제 2 이동 노즐 (12) 을 기관 (W) 의 상방의 약액 처리 위치에 배치한다. 약액 처리 위치는, 제 2 이동 노즐 (12) 로부터 토출되는 약액이 기관 (W) 의 상면의 회전 중심에 착액하는 위치여도 된다. 그리고, 제어 유닛 (3) 은 약액 밸브 (43) 를 연다. 그에 따라, 회전 상태의 기관 (W) 의 상면을 향하여, 제 2 이동 노즐 (12) 로부터 약액이 공급된다. 공급된 약액은 원심력에 의해 기관 (W) 의 전체면에 널리 퍼진다.
- [0166] 일정 시간의 약액 처리 후, 기관 (W) 상의 약액을 DIW 로 치환함으로써, 기관 (W) 상으로부터 약액을 배제하기 위한 DIW 린스 처리 (S3) 가 실행된다. 구체적으로는, 제어 유닛 (3) 은, 약액 밸브 (43) 를 닫고, 대신에, DIW 밸브 (47) 를 연다. 그에 따라, 회전 상태의 기관 (W) 의 상면을 향하여 DIW 노즐 (10) 로부터 DIW 가 공급된다. 공급된 DIW 는 원심력에 의해 기관 (W) 의 전체면에 널리 퍼진다. 이 DIW 에 의해 기관 (W) 상의 약액이 씻겨 없어진다. 이 사이에, 제어 유닛 (3) 은, 제 2 노즐 이동 유닛 (16) 을 제어하여, 제 2 이동 노즐 (12) 을 기관 (W) 의 상방으로부터 컵 (8) 의 측방으로 퇴피시킨다.
- [0167] 일정 시간의 DIW 린스 처리 후, 기관 (W) 상의 DIW 를, 보다 표면 장력이 낮은 처리액 (저표면 장력 액) 인 유기 용제로 치환하는 유기 용제 처리 (S4) 가 실행된다.
- [0168] 제어 유닛 (3) 은, 제 1 노즐 이동 유닛 (15) 을 제어하여, 제 1 이동 노즐 (11) 을 기관 (W) 의 상방의 유기 용제 린스 위치로 이동시킨다. 유기 용제 린스 위치는, 제 1 이동 노즐 (11) 에 구비된 중심 토출구 (71) (유기 용제 노즐: 도 6c 참조) 로부터 토출되는 유기 용제 (예를 들어, IPA) 가 기관 (W) 상면의 회전 중심에 착액하는 위치여도 된다.
- [0169] 그리고, 제어 유닛 (3) 은, 불활성 가스 밸브 (38B) 를 연다. 그에 따라, 제 1 이동 노즐 (11) 의 평행류 토출구 (82) 로부터, 기관 (W) 의 중심으로부터 둘레 가장자리를 향하여, 기관 (W) 의 상면과 평행하게 또한 방사상으로 불활성 가스가 토출된다. 그에 따라, 기관 (W) 의 상면과 평행하게 흐르는 불활성 가스류인 평행 기류 (86) 가 형성되고, 그 평행 기류 (86) 에 의해 기관 (W) 의 상면의 전역 (정확하게는 평면에서 보았을 때 제 1 이동 노즐 (11) 의 외측 영역) 이 덮인다 (상면 피복 공정).
- [0170] 그 상태에서, 제어 유닛 (3) 은, DIW 밸브 (47) 를 닫고, 유기 용제 밸브 (37) 를 연다. 그에 따라, 회전 상태의 기관 (W) 의 상면을 향하여, 제 1 이동 노즐 (11) (중심 토출구 (71)) 로부터 유기 용제 (액체) 가 공급된다. 공급된 유기 용제는 원심력에 의해 기관 (W) 의 전체면에 널리 퍼지고, 기관 (W) 상의 DIW 를 치환한다. 그에 따라, 기관 (W) 의 상면에 유기 용제의 액막이 형성된다 (액막 형성 공정).
- [0171] 유기 용제 처리에 있어서, 제어 유닛 (3) 은, 승강 유닛 (7) 을 제어하여, 히터 유닛 (6) 을 기관 (W) 을 향하여 상승시키고, 그에 따라, 기관 (W) 을 가열한다. 또, 제어 유닛 (3) 은, 스핀 척 (5) 의 회전을 감속하여 기관 (W) 의 회전을 정지하고, 또한 유기 용제 밸브 (37) 를 닫아 유기 용제의 공급을 정지한다. 그에 따라, 정지 상태의 기관 (W) 상에 유기 용제 액막이 지지된 패들 상태가 된다. 기관 (W) 의 가열에 의해, 기관 (W) 의 상면에 접해 있는 유기 용제의 일부가 증발하고, 그에 따라, 유기 용제 액막과 기관 (W) 상면의 사이에 기상층이 형성된다. 그 기상층에 지지된 상태의 유기 용제 액막이 배제된다.
- [0172] 유기 용제 액막의 배제시에, 제어 유닛 (3) 은, 제 1 노즐 이동 유닛 (15) 을 제어하여, 선상류 토출구 (81) 가 기관 (W) 의 회전 축선 (A1) 상에 위치하도록, 제 1 이동 노즐 (11) 을 이동시킨다. 그리고, 제어 유닛 (3) 은, 불활성 가스 밸브 (38A) 를 열어, 기관 (W) 상의 유기 용제 액막을 향하여 불활성 가스를 선상류 토출구 (81) 로부터 직선상으로 토출시킨다 (수직 가스 토출 공정). 이에 따라, 불활성 가스의 토출을 받는 위치, 즉, 기관 (W) 의 중앙에 있어서, 유기 용제 액막이 불활성 가스에 의해 배제되고, 유기 용제 액막의 중앙에, 기관 (W) 의 표면을 노출시키는 구멍이 뚫린다 (액막 개구 공정). 이 구멍을 확장함으로써, 기관 (W) 상의 유기 용제가 기관 (W) 외로 배출된다 (액막 배제 공정). 기관 (W) 상면의 외주부의 액막을 기관 (W) 외로 밀어내기 위해서, 제어 유닛 (3) 은, 적절한 타이밍으로 불활성 가스 밸브 (38C) 를 연다. 그에 따라, 경사류 토출구 (83) 로부터, 외향의 비스듬한 방향으로 불활성 가스가 방사상 (원추상) 으로 토출되고, 액막이 외방으로 밀려난다.
- [0173] 이렇게 하여, 유기 용제 처리를 끝낸 후, 제어 유닛 (3) 은, 전동 모터 (23) 를 제어하여, 기관 (W) 을 건조 회전 속도로 고속 회전시킨다. 그에 따라, 기관 (W) 상의 액 성분을 원심력에 의해 털어내기 위한 건조 처리 (S5: 스핀 드라이) 가 실시된다.

- [0174] 그 후, 제어 유닛 (3) 은, 제 1 노즐 이동 유닛 (15) 을 제어하여 제 1 이동 노즐 (11) 을 퇴피시키고, 또한, 전동 모터 (23) 를 제어하여 스핀 척 (5) 의 회전을 정지시킨다. 또, 제어 유닛 (3) 은, 승강 유닛 (7) 을 제어하여, 히터 유닛 (6) 을 하위치에 제어한다. 또한, 제어 유닛 (3) 은, 척 핀 구동 유닛 (25) 을 제어하여, 척 핀 (20) 을 열린 위치에 제어한다. 이에 따라, 기관 (W) 은, 척 핀 (20) 의 파지부 (51) 에 파지된 상태에서부터, 지지부 (52) 에 채치된 상태가 된다. 그 후, 반송 로봇 (CR) 이, 처리 유닛 (2) 에 진입하여, 스핀 척 (5) 으로부터 처리가 끝난 기관 (W) 을 들어올려, 처리 유닛 (2) 외로 반출한다 (S6). 그 기관 (W) 은, 반송 로봇 (CR) 으로부터 반송 로봇 (IR) 으로 건네어지고, 반송 로봇 (IR) 에 의해 캐리어 (C) 에 수납된다.
- [0175] 도 9 는, 유기 용제 처리 (도 8 의 S4) 의 상세를 설명하기 위한 타임 차트이다. 또, 도 10a ~ 도 10h 는, 유기 용제 처리의 각 단계의 모습을 설명하기 위한 도해적인 단면도이며, 도 10i 는 건조 처리 (도 8 의 S5) 의 모습을 설명하기 위한 도해적인 단면도이다.
- [0176] 유기 용제 처리는, 유기 용제 린스 단계 (T1) 와, 유기 용제 패들 단계 (T2) 와, 들어올림 패들 단계 (T3) 와, 보온 단계 (T4) 와, 구멍 형성 단계 (T5) 와, 구멍 확장 단계 (T6) 와, 외주액 빼기 단계 (T7) 를 포함하고, 이들이 순서로 실행된다.
- [0177] 유기 용제 린스 단계 (T1) 는, 기관 (W) 을 회전하면서, 기관 (W) 의 상면에 유기 용제를 공급하는 단계 (처리액 공급 공정, 유기 용제 공급 공정, 액막 형성 공정) 이다. 도 10a 에 나타내는 바와 같이, 기관 (W) 의 상면에 중심 토출구 (71) 로부터 유기 용제 (예를 들어, IPA) 가 공급된다. 또, 제어 유닛 (3) 은, 불활성 가스 밸브 (38B) 를 연다. 그에 따라, 제 1 이동 노즐 (11) 의 평행류 토출구 (82) 로부터 불활성 가스가 방사상으로 토출되고, 기관 (W) 의 상면이 평행 기류 (86) 로 덮인다 (상면 피복 공정). 평행류 토출구 (82) 로부터의 불활성 가스의 토출은, 중심 토출구 (71) 로부터의 유기 용제 토출보다 먼저 개시되는 것이 바람직하다. 평행류 토출구 (82) 로부터의 불활성 가스의 토출 유량은, 예를 들어 100 리터/분 정도가 되어도 된다.
- [0178] 공급된 유기 용제는, 원심력을 받아 기관 (W) 의 상면의 중심으로부터 외방을 향하여, 기관 (W) 의 상면을 덮는 액막 (150) 을 형성한다. 액막 (150) 이 기관 (W) 의 상면 전역을 덮음으로써, DIW 린스 처리 (도 8 의 S3) 로 기관 (W) 의 상면에 공급된 DIW (다른 처리액) 가 모두 유기 용제로 치환된다. 기관 (W) 의 상면이 불활성 가스의 평행 기류 (86) 로 덮여 있으므로, 처리 실내벽으로부터 튀어오른 액적이나 분위기 중의 미스트 등이 기관 (W) 의 상면에 부착되는 것을 억제 또는 방지할 수 있다.
- [0179] 유기 용제 린스 단계 (T1) 의 기간 중, 기관 (W) 은, 스핀 척 (5) 에 의해, 유기 용제 린스 처리 속도 (액 공급 속도. 예를 들어 300 rpm 정도) 로 회전하게 된다 (액 공급 속도 회전 공정). 제 1 이동 노즐 (11) 은, 기관 (W) 의 회전 중심의 상방에 배치된다. 유기 용제 밸브 (37) 는 열린 상태가 되고, 따라서, 중심 토출구 (71) 로부터 토출되는 유기 용제 (예를 들어, IPA) 가 기관 (W) 의 상면의 회전 중심을 향하여 상방으로부터 공급된다. 척 핀 (20) 은 닫힌 상태가 되고, 기관 (W) 은 파지부 (51) 에 의해 파지되어, 스핀 척 (5) 과 함께 회전한다. 히터 유닛 (6) 은, 하위치보다 상방에 위치 제어되고, 기관 (W) 의 하면으로부터 소정 거리 (예를 들어, 2 mm) 만큼 하방으로 이격한 이격 위치에 그 가열면 (6a) 이 배치된다. 이에 따라, 기관 (W) 은, 가열면 (6a) 으로부터의 복사열에 의해 예열된다 (기관 예열 공정). 히터 유닛 (6) 의 가열면의 온도는, 예를 들어 150 ℃ 정도이며, 면내에서 균일하다. 제 2 이동 노즐 (12) 은, 컵 (8) 의 측방의 홈 위치로 퇴피하여 있다. 약액 밸브 (43) 및 불활성 가스 밸브 (38A, 38C, 44) 는 닫힌 상태로 제어된다.
- [0180] 유기 용제 패들 단계 (T2) 는, 도 10b 에 나타내는 바와 같이, 기관 (W) 의 회전을 감속하여 정지시키고, 기관 (W) 의 표면에 유기 용제의 두꺼운 액막 (150) 을 형성하여 유지하는 단계이다.
- [0181] 기관 (W) 의 회전은, 이 예에서는, 유기 용제 린스 처리 속도로부터 단계적으로 감속된다 (감속 공정, 점차 감속 공정, 단계적 감속 공정). 보다 구체적으로는, 기관 (W) 의 회전 속도는, 300 rpm 으로부터 50 rpm 으로 감속되어 소정 시간 (예를 들어, 10 초) 유지되고, 그 후, 10 rpm 으로 감속되어 소정 시간 (예를 들어, 10 초) 유지되고, 그 후, 0 rpm (정지) 으로 감속되어 소정 시간 (예를 들어, 10 초) 유지된다. 한편, 제 1 이동 노즐 (11) 은, 회전 축선 (A1) 상에 유지되고, 계속해서, 기관 (W) 의 상면의 회전 중심을 향하여 중심 토출구 (71) 로부터 유기 용제를 토출하고, 또한 평행류 토출구 (82) 로부터 불활성 가스를 토출하여 평행 기류 (86) 를 형성한다. 중심 토출구 (71) 로부터의 유기 용제의 토출은, 유기 용제 패들 단계 (T2) 의 전체 기간에 있어서 계속된다. 즉, 기관 (W) 이 정지해도, 유기 용제의 토출이 계속된다. 이와 같이, 기관 (W) 의 회전 감속으로부터 정지에 도달하는 전체 기간에 있어서 유기 용제의 공급이 계속됨으로써, 기관 (W) 의 상면의

도처에서 처리액이 소실되는 일이 없다. 또, 기관 (W) 의 회전이 정지한 후에도 유기 용제의 공급이 계속됨으로써, 기관 (W) 의 상면에 두꺼운 액막 (150) 을 형성할 수 있다.

[0182] 히터 유닛 (6) 의 위치는, 유기 용제 린스 단계일 때와 동일한 위치이며, 가열면 (6a) 이 기관 (W) 의 하면으로부터 소정 거리 (예를 들어, 2 mm) 만큼 하방으로 이격한 이격 위치이다. 이에 따라, 기관 (W) 은, 가열면 (6a) 으로부터의 복사열에 의해 예열된다 (기관 예열 공정). 척 핀 (20) 은, 기관 (W) 의 회전이 정지한 후, 그 정지 상태가 유지되고 있는 동안에, 닫힌 상태에서부터 열린 상태로 전환된다. 그에 따라, 기관 (W) 의 돌레가장자리부 하면이 척 핀 (20) 의 지지부 (52) 에 의해 하방으로부터 지지된 상태가 되고, 파지부 (51) 가 기관 (W) 의 상면 돌레가장자리부로부터 멀어지므로, 기관 (W) 의 상면 전역이 개방된다. 제 2 이동 노즐 (12) 은, 홈 위치의 상태이다.

[0183] 들어올림 패들 단계 (T3) 는, 도 10c 에 나타내는 바와 같이, 히터 유닛 (6) 으로 기관 (W) 을 들어 올린 상태로, 즉, 가열면 (6a) 을 기관 (W) 의 하면에 접촉시킨 상태로, 기관 (W) 을 가열하면서, 기관 (W) 의 상면에 유기 용제 액막 (150) 을 유지하는 단계이다.

[0184] 히터 유닛 (6) 이 이격 위치로부터 상위치까지 상승하게 되어, 소정 시간 (예를 들어, 10 초간) 유지된다. 히터 유닛 (6) 이 상위치까지 상승하게 되는 과정에서, 척 핀 (20) 의 지지부 (52) 로부터 가열면 (6a) 으로 기관 (W) 이 건네어지고, 가열면 (6a) (보다 구체적으로는 지지 핀 (61)). 도 2 참조) 에 의해 기관 (W) 이 지지된다 (히터 유닛 접근 공정, 히터 유닛 접촉 공정). 제 1 이동 노즐 (11) (중심 토출구 (71)) 로부터의 유기 용제의 토출은, 들어올림 패들 단계 (T3) 의 도중까지 계속된다. 따라서, 히터 유닛 (6) 의 가열면 (6a) 이 기관 (W) 의 하면에 접촉하고, 가열면 (6a) 으로부터의 열 전도에 의한 기관 (W) 의 급가열이 개시되어, 기관 (W) 에 주어지는 열량이 증가 (열량 증가 공정) 할 때에는, 유기 용제의 공급은 계속되고 있다. 그에 따라, 기관 (W) 의 급격한 승온에 수반하는 유기 용제의 증발에 의해 유기 용제의 액막 (150) 에 불특정한 위치에서 구멍이 형성되는 것을 회피하고 있다. 유기 용제의 공급은, 히터 유닛 (6) 의 가열면 (6a) 이 기관 (W) 의 하면에 접촉한 후 (열량 증가 공정 후), 소정 시간의 경과 후에 정지된다 (공급 정지 공정). 즉, 제어 유닛 (3) 은, 유기 용제 밸브 (37) 를 닫아, 중심 토출구 (71) 로부터의 유기 용제의 토출을 정지시킨다.

[0185] 스핀 척 (5) 의 회전은 정지 상태이고, 제 2 이동 노즐 (12) 은 홈 위치에 있고, 불활성 가스 밸브 (44) 는 닫힌 상태이다. 제 1 이동 노즐 (11) (중심 토출구 (71)) 은 기관 (W) 의 회전 중심의 상방에 위치하고 있다.

[0186] 유기 용제의 공급이 정지된 후, 소정 시간이 경과할 때까지, 히터 유닛 (6) 은 상위치에 유지된다. 기관 (W) 에 공급된 유기 용제는, 중심에 공급되는 새로운 유기 용제에 의해 외주측으로 밀려나고, 그 과정에서, 히터 유닛 (6) 에 의해 가열된 기관 (W) 의 상면으로부터의 열로 가열되어 승온해 간다. 유기 용제의 공급을 계속하고 있는 기간에는, 기관 (W) 의 중앙 영역의 유기 용제의 온도는 비교적 낮다. 그래서, 유기 용제의 공급을 정지한 후, 소정의 단시간만 히터 유닛 (6) 의 접촉 상태를 유지함으로써, 기관 (W) 의 중앙 영역에 있어서의 유기 용제를 승온할 수 있다. 그에 따라, 기관 (W) 의 상면에 지지된 유기 용제의 액막 (150) 의 온도를 균일화할 수 있다.

[0187] 기관 (W) 의 상면으로부터의 열을 받은 유기 용제 액막 (150) 에서는, 기관 (W) 의 상면과의 계면에 있어서 증발이 발생한다. 그에 따라, 기관 (W) 의 상면과 유기 용제 액막 (150) 의 사이에, 유기 용제의 기체로 이루어지는 기상층이 발생한다. 따라서, 유기 용제 액막 (150) 은, 기관 (W) 의 상면의 전역에 있어서, 기상층 상에 지지된 상태가 된다 (기상층 형성 공정).

[0188] 보온 단계 (T4) 는, 기관 (W) 의 과열을 회피하면서, 기상층 및 유기 용제 액막 (150) 을 유지하기 위해서 기관 (W) 을 보온하는 단계이다. 구체적으로는, 도 10d 에 나타내는 바와 같이, 히터 유닛 (6) 은 상위치로부터 약간 아래로 하강하게 된다. 그에 따라, 기관 (W) 은, 히터 유닛 (6) 으로부터 척 핀 (20) 의 지지부 (52) 로 건네어지고, 가열면 (6a) 은, 기관 (W) 의 하면으로부터 소정의 미소 거리만큼 간격을 둔 비접촉 상태로 기관 (W) 의 하면에 대향한다. 이에 따라, 기관 (W) 의 가열은 가열면 (6a) 으로부터의 복사열에 의한 가열로 전환되고, 기관 (W) 에 주어지는 열량이 감소한다 (열량 감소 공정). 이에 따라, 기관 (W) 이 과열하는 것을 회피하고, 증발에 의해 유기 용제 액막 (150) 에 균열 (특히 기관 (W) 의 외주 영역에서의 균열) 이 발생하는 것을 회피하고 있다.

[0189] 구멍 형성 단계 (T5) 는, 도 10e 에 나타내는 바와 같이, 제 1 이동 노즐 (11) 의 선상류 토출구 (81) 로부터 기관 (W) 의 중심을 향하여 수직으로 소유량 (제 1 유량. 예를 들어 3 리터/분) 으로 불활성 가스 (예를 들어

어, 질소 가스)의 선상 기류(85)를 분사하고, 유기 용제 액막(150)의 중앙부에 작은 구멍(151)을 형성하여 기관(W)의 상면의 중앙부를 노출시키는 단계이다(수직 가스 토출 공정, 구멍 형성 공정). 선상 기류(85)는 소유량이기 때문에, 유기 용제 액막(150)에 작은 구멍(151)을 형성할 때에 유기 용제 액막(150)에서의 액뿔을 방지 또는 억제할 수 있다. 기관(W)의 회전은 정지 상태인 채이고, 따라서, 정지 상태의 기관(W)상의 액막(150)에 대해 구멍 형성 단계가 실시된다. 유기 용제 액막(150)의 중앙부에 구멍 형성한 상태의 평면도를 도 11a에 나타낸다. 명료화를 위해서, 도 11a에 있어서, 유기 용제 액막(150)은 사선을 붙여 나타낸다.

[0190] 보다 구체적으로는, 제어 유닛(3)은, 평행류 토출구(82)로부터의 불활성 가스의 토출을 계속하면서, 제 1 노즐 이동 유닛(15)을 제어하여, 제 1 이동 노즐(11)을 중심 하위치까지 하강시켜, 제 1 이동 노즐(11)을 기관(W)에 가깝게 한다. 그에 따라, 평행류 토출구(82)로부터 토출되는 불활성 가스가 형성하는 평행 기류(86)가 기관(W)의 상면에 가까워진다. 또, 제어 유닛(3)은, 불활성 가스 밸브(38A)를 열고, 또한 매스 플로우 컨트롤러(39A)를 제어함으로써, 선상류 토출구(81)로부터 소유량으로 불활성 가스를 토출시킨다. 불활성 가스의 토출과 거의 동시에 히터 유닛(6)이 상승하게 된다. 그에 따라, 불활성 가스에 의해 유기 용제 액막(150)의 중앙부에 작은 구멍(151)이 열린 타이밍보다 미소 시간(예를 들어, 1 초)만 큼 늦게, 가열면(6a)이 기관(W)의 하면에 접촉하고, 기관(W)이 히터 유닛(6)에 의해 들어 올려진다.

[0191] 따라서, 불활성 가스가 기관(W)의 상면에 도달하는 시점에서는 히터 유닛(6)으로부터 기관(W)에 주어지는 열량이 적기 때문에, 불활성 가스에 의한 기관(W)의 냉각과 히터 유닛(6)에 의한 가열에서 기인하는 기관(W)의 상하면간의 온도차를 줄일 수 있다. 그에 따라, 기관(W)의 상하면의 온도차에서 기인하는 기관(W)의 힘을 회피할 수 있다. 불활성 가스를 공급했을 때에 히터 유닛(6)을 기관(W)의 하면에 접촉시키고 있으면, 기관(W)의 상면측의 온도가 그 하면측의 온도보다 낮아져, 기관(W)은 상면측이 움푹 패이도록 휘 우려가 있다. 이 경우, 기관(W)의 상면은, 중심부가 낮고 둘레가장자리부가 높아지므로, 유기 용제 액막(150)의 외방으로의 이동이 방해된다. 그래서, 이 실시형태에서는, 히터 유닛(6)을 기관(W)의 하면으로부터 이격시킨 상태로 불활성 가스를 기관(W)의 상면 중앙에 공급하고, 기관(W)의 상하면에 있어서의 온도차를 완화하고 있다.

[0192] 한편, 유기 용제 액막(150)의 구멍 형성 직후부터(즉, 거의 동시에), 기관(W)의 급가열이 시작된다(재열량 증가 공정). 그에 따라, 불활성 가스에 의한 구멍 형성에 의해 액막(150)의 외방으로의 이동이 시작되면, 기관(W)의 가열이 신속하게(거의 동시에) 개시되고, 그에 따라, 액막(150)은 멈추지 않고 기관(W)의 외방으로 이동해 간다.

[0193] 보다 구체적으로는, 구멍 형성되어 액막(150)이 없어진 중앙 영역에서는, 액막(150)이 존재하고 있는 그 주위의 영역에 비교하여, 기관(W)의 온도가 신속하게 상승한다. 그에 따라, 구멍(151)의 둘레 가장자리에 있어서 기관(W)내에 큰 온도 구배가 발생한다. 즉, 구멍(151)의 둘레 가장자리의 내측이 고온이고, 그 외측이 저온이 된다. 이 온도 구배에 의해, 도 10f에 나타내는 바와 같이, 기상층 상에 지지되어 있는 유기 용제 액막(150)이 저온측, 즉, 외방을 향하여 이동을 시작하고, 그에 따라, 유기 용제 액막(150)의 중앙의 구멍(151)이 확대되어 간다.

[0194] 이렇게 하여, 기관(W)의 가열에 의해 발생하는 온도 구배를 이용하여, 기관(W)상의 유기 용제 액막(150)을 기관(W)외로 배제할 수 있다(액막 배제 공정, 가열 배제 공정, 액막 이동 공정). 보다 구체적으로는, 기관(W)의 상면에 있어서, 패턴이 형성된 영역 내의 액막(150)은, 온도 구배에 의한 유기 용제의 이동에 의해 배제할 수 있다.

[0195] 불활성 가스의 분사에 의해 기관(W)의 회전 중심에 구멍(151)을 형성한 후에, 긴 시간을 두고 히터 유닛(6)을 기관(W)에 접촉시키면, 그 사이에, 구멍(151)의 확대가 정지한다. 이 때, 액막(150)의 내주 가장자리는, 내방을 향하거나 외방을 향하거나 하는 평형 상태가 된다. 이 때, 기관(W)의 표면에 형성된 패턴 내에 유기 용제의 액면이 들어가, 표면 장력에 의한 패턴 도괴의 원인이 될 우려가 있다. 그래서, 이 실시형태에서는, 불활성 가스에 의한 구멍 형성과 거의 동시에 히터 유닛(6)을 기관(W)의 하면에 접촉시켜, 기관(W)에 주는 열량을 순식간에 증가시키고 있다.

[0196] 구멍 확장 단계(T6)는, 도 10g에 나타내는 바와 같이, 선상류 토출구(81)로부터 토출되는 불활성 가스의 유량을 증량하고, 대유량(제 2 유량. 예를 들어 30 리터/분)의 불활성 가스를 기관(W)의 중심에 분사하여, 유기 용제 액막(150)의 중앙의 구멍(151)을 불활성 가스에 의해 더욱 확장하는 단계이다(액막 배제 공정, 수직 가스 유량 증가 공정, 기체 배제 공정, 액막 이동 공정). 즉, 제어 유닛(3)은, 매스 플로우 컨트롤러(39A)를 제어하여, 선상류 토출구(81)로부터 토출되는 불활성 가스의 유량을 증량하고, 대유량(제 2 유량. 예를 들어 30 리터/분)의 불활성 가스를 기관(W)의 중심에 분사하여, 유기 용제 액막(150)의 중앙의 구멍(151)을 불활성 가스에 의해 더욱 확장하는 단계이다(액막 배제 공정, 수직 가스 유량 증가 공정, 기체 배제 공정, 액막 이동 공정). 즉, 제어 유닛(3)은, 매스 플로우 컨트롤러(39A)를 제어하여, 선상류 토출구(81)로부터 토출되는 불활성 가스의 유량을 증량하고, 대유량(제 2 유량. 예를 들어 30 리터/분)의 불활성 가스를 기관(W)의 중심에 분사하여, 유기 용제 액막(150)의 중앙의 구멍(151)을 불활성 가스에 의해 더욱 확장하는 단계이다(액막 배제 공정, 수직 가스 유량 증가 공정, 기체 배제 공정, 액막 이동 공정).

트롤러 (39A) 를 제어하여, 제 2 이동 노즐 (12) 에 공급되는 불활성 가스의 유량을 증가시킨다. 유량의 증가에 따라, 유속도 증가한다. 불활성 가스 유량의 증가에 의해, 기관 (W) 의 상면의 외주 영역까지 이동한 액막 (150) 이 더욱 기관 (W) 외로 밀려난다. 기관 (W) 의 회전은 정지 상태로 유지된다.

[0197] 구체적으로는, 온도 구배에 의해 구멍 (151) 이 확장되어 가는 과정에서, 더욱 불활성 가스의 유량을 증가시킴으로써, 액막 (150) 의 이동이 정지하는 것을 회피하여, 액막 (150) 의 기관 (W) 외방을 향하는 이동을 계속시킬 수 있다. 온도 구배를 이용하는 유기 용제 액막 (150) 의 이동만으로는, 도 11b 의 평면도에 나타내는 바와 같이, 기관 (W) 의 상면의 둘레 가장자리 영역에서 액막 (150) 의 이동이 멈추어 버릴 우려가 있다. 그래서, 불활성 가스의 유량을 증가시킴으로써, 액막 (150) 의 이동을 어시스트할 수 있고, 그에 따라, 기관 (W) 의 상면의 전역으로부터 유기 용제 액막 (150) 을 배제할 수 있다.

[0198] 불활성 가스의 유량을 증량한 후에, 히터 유닛 (6) 이 하강하게 되고, 가열면 (6a) 으로부터 척 핀 (20) 의 지지부 (52) 로 기관 (W) 이 건네어진다. 그 후, 대유량에서의 불활성 가스 토출이 종료할 때까지, 척 핀 (20) 이 닫힌 상태가 되고, 그 파지부 (51) 에 의해 기관 (W) 이 파지된다. 도 9 에 나타난 예에서는, 히터 유닛 (6) 은, 척 핀 (20) 에 기관 (W) 이 건네어진 후, 기관 (W) 의 하면에 미소 거리를 사이에 두고 대향하는 비접촉 가열 위치에 단시간 유지되고, 그 후, 더욱 하강되어, 기관 (W) 의 하면에 소정 거리만큼 사이를 두고 대향하는 이격 위치에 배치된다.

[0199] 외주액 빼기 단계 (T7) 는, 도 10h 에 나타내는 바와 같이, 경사류 토출구 (83) 로부터 외향의 비스듬한 방향으로 방사상으로 불활성 가스를 토출시키고 (경사 가스 토출 공정), 또한 기관 (W) 을 회전시킴으로써, 기관 (W) 의 외주부에 남은 유기 용제 액막을 털어내는 단계이다. 척 핀 (20) 으로 기관 (W) 이 파지된 후, 스핀 척 (5) 이 저속의 외주 털어내기 속도로 회전하게 된다. 구체적으로는, 예를 들어 30 ~ 100 rpm 으로 스핀 척 (5) 과 함께 기관 (W) 이 회전하게 된다. 그 한편으로, 제어 유닛 (3) 은, 불활성 가스 밸브 (38C) 를 열어, 경사류 토출구 (83) 로부터 불활성 가스를 토출시킨다. 토출 유량은, 예를 들어 100 리터/분 정도여도 된다. 경사류 토출구 (83) 로부터의 불활성 가스의 토출은, 기관 (W) 의 회전을 개시하기 전부터 실시되어도 되고, 척 핀 (20) 으로 기관 (W) 이 파지되기 전부터 개시되어도 된다. 경사류 토출구 (83) 로부터 토출되는 불활성 가스는, 원주상의 프로파일을 갖는 방사상의 경사 기류 (87) 를 형성한다. 이 경사 기류 (87) 는, 기관 (W) 의 중심과 둘레 가장자리의 사이의 중간 위치에 설정된 토출 목표 위치 (171) (회전 축선 (A1) 을 중심으로 하는 원주에서 정의되는 위치) 를 향하고, 그 토출 목표 위치 (171) 에서 기관 (W) 에 부딪쳐, 기관 (W) 의 상면에 평행하게 외측으로 향한다. 그에 따라, 액막 (150) 의 구멍 (151) 을 확장하여, 액막 (150) 을 기관 (W) 의 외방으로 밀어낼 수 있다.

[0200] 제어 유닛 (3) 은, 불활성 가스 밸브 (38B) 를 열린 상태로 유지하고 있으며, 따라서, 기관 (W) 의 상면은, 평행류 토출구 (82) 로부터 토출되는 불활성 가스가 형성하는 평행 기류 (86) 로 덮여 있다. 따라서, 기관 (W) 의 상면에 액적이나 미스트 등의 이물질이 부착되는 것을 억제 또는 방지하면서, 기관 (W) 상의 액막 (150) 을 배제할 수 있다.

[0201] 경사류 토출구 (83) 로부터의 불활성 가스의 토출은, 액막 (150) 의 구멍 (151) 의 둘레 가장자리가 상기 토출 목표 위치 (171) 에 도달하는 타이밍에 개시되는 것이 바람직하다. 즉, 제어 유닛 (3) 은, 액막 (150) 의 구멍 (151) 의 둘레 가장자리가 토출 목표 위치 (171) 에 도달하는 타이밍에 정합하도록 조정된 타이밍으로, 불활성 가스 밸브 (38C) 를 연다.

[0202] 외주액 빼기 단계 (T7) 에 이어서, 도 10i 에 나타내는 바와 같이, 스핀 드라이 단계 (T8) (건조 처리. 도 8 의 S5) 가 실행된다. 평행류 토출구 (82) 로부터의 불활성 가스의 토출, 및 경사류 토출구 (83) 로부터의 불활성 가스의 토출은 계속된다. 경사류 토출구 (83) 로부터 토출되는 불활성 가스가 형성하는 경사 기류 (87) 는, 기관 (W) 의 상면에 부딪쳐, 기관 (W) 의 상면에 평행한 외방으로 방향을 바꾼다. 이에 따라, 기관 (W) 의 상면은, 기관 (W) 의 상면에 평행한 2 층의 불활성 가스 기류로 덮인다. 그 상태에서, 제어 유닛 (3) 은, 스핀 척 (5) 의 회전을 고속의 건조 회전 속도 (예를 들어, 800 rpm) 까지 가속시킨다. 이에 따라, 원심력에 의해, 기관 (W) 의 표면의 액 성분을 완전하게 털어낼 수 있다. 기관 (W) 의 상면은 불활성 가스 기류에 의해 덮여 있으므로, 주위에 비산하여 튀어오른 액적이나 주위의 미스트가 기관 (W) 의 상면에 부착되는 것을 회피할 수 있다.

[0203] 스핀 드라이 단계 (T8) 후에는, 스핀 척 (5) 의 회전이 정지되고, 히터 유닛 (6) 이 하위치로 하강하게 된다. 또, 불활성 가스 밸브 (38B, 38C) 가 닫혀, 평행류 토출구 (82) 및 경사류 토출구 (83) 로부터의 불활성 가스의 토출이 정지된다. 그리고, 제 1 이동 노즐 (11) 은, 홈 위치로 이동된다. 그 후에는, 제어 유닛

(3) 은, 척 핀 (20) 을 열린 상태로 하고, 반송 로봇 (CR) 에 의해, 처리가 끝난 기관 (W) 을 처리 유닛 (2) 으로부터 반출시킨다.

[0204] 도 12a 및 도 12b 는, 기관 (W) 의 표면에 있어서의 기상층의 형성을 설명하기 위한 도해적인 단면도이다. 기관 (W) 의 표면에는, 미세한 패턴 (161) 이 형성되어 있다. 패턴 (161) 은, 기관 (W) 의 표면에 형성된 미세한 블록 형상의 구조체 (162) 를 포함한다. 구조체 (162) 는, 절연체막을 포함하고 있어도 되고, 도체막을 포함하고 있어도 된다. 또, 구조체 (162) 는, 복수의 막을 적층한 적층막이어도 된다. 라인 형상의 구조체 (162) 가 인접하는 경우에는, 그들 사이에 홈 (홈) 이 형성된다. 이 경우, 구조체 (162) 의 폭 (W1) 은 10 nm ~ 45 nm 정도, 구조체 (162) 끼리의 간격 (W2) 은 10 nm ~ 수 μ m 정도여도 된다. 구조체 (162) 의 높이 (T) 는, 예를 들어 50 nm ~ 5 μ m 정도여도 된다. 구조체 (162) 가 통 형상인 경우에는, 그 내방에 구멍이 형성되게 된다.

[0205] 유기 용제 패들 단계 (T2) 에서는, 도 12a 에 나타내는 바와 같이, 기관 (W) 의 표면에 형성된 유기 용제 액막 (150) 은, 패턴 (161) 의 내부 (인접하는 구조체 (162) 의 사이의 공간 또는 통 형상의 구조체 (162) 의 내부 공간) 를 채우고 있다.

[0206] 들어올림 패들 단계 (T3) 에서는, 기관 (W) 이 가열되어, 유기 용제의 비점 (IPA 의 경우에는 82.4 $^{\circ}$ C) 보다 소정 온도 (예를 들어, 10 ~ 50 $^{\circ}$ C) 만큼 높은 온도가 된다. 그에 따라, 기관 (W) 의 표면에 접해 있는 유기 용제가 증발하고, 유기 용제의 기체가 발생하여, 도 12b 에 나타내는 바와 같이, 기상층 (152) 이 형성된다. 기상층 (152) 은, 패턴 (161) 의 내부를 채우고, 또한, 패턴 (161) 의 외측에 도달하여, 구조체 (162) 의 상면 (162A) 보다 상방에 유기 용제 액막 (150) 과의 계면 (155) 을 형성하고 있다. 이 계면 (155) 상에 유기 용제 액막 (150) 이 지지되고 있다. 이 상태에서는, 유기 용제의 액면이 패턴 (161) 에 접해 있지 않기 때문에, 유기 용제 액막 (150) 의 표면 장력에서 기인하는 패턴 도파가 일어나지 않는다.

[0207] 기관 (W) 의 가열에 의해 유기 용제가 증발할 때, 액상의 유기 용제는 패턴 (161) 내로부터 순식간에 배출된다. 그리고, 형성된 기상층 (152) 상에 액상의 유기 용제가 지지되고, 패턴 (161) 으로부터 이격하게 된다. 이렇게 하여, 유기 용제의 기상층 (152) 은, 패턴 (161) 의 상면 (구조체 (162) 의 상면 (162A)) 과 유기 용제 액막 (150) 의 사이에 개재되어, 유기 용제 액막 (150) 을 지지한다.

[0208] 도 12c 에 나타내는 바와 같이, 기관 (W) 의 상면으로부터 부상되어 있는 유기 용제 액막 (150) 에 균열 (153) 이 발생하면, 건조 후에 워터 마크 등의 결함의 원인이 된다. 그래서, 이 실시형태에서는, 기관 (W) 의 회전을 정지한 후에 유기 용제의 공급을 정지하여, 기관 (W) 상에 두꺼운 유기 용제 액막 (150) 을 형성하여, 균열의 발생을 회피하고 있다. 히터 유닛 (6) 을 기관 (W) 에 접촉시킬 때에는, 기관 (W) 의 회전이 정지하고 있으므로, 액막 (150) 이 원심력에 의해 분열하지 않고, 따라서, 액막 (150) 에 균열이 발생하는 것을 회피할 수 있다. 또한, 히터 유닛 (6) 의 출력 및 기관 (W) 과의 접촉 시간을 조절하여, 유기 용제의 증기가 액막 (150) 을 뚫어 내뿜지 않도록 하고, 그에 따라, 균열의 발생을 회피하고 있다. 보다 구체적으로는, 보온 단계 (T4) 에서는, 히터 유닛 (6) 을 기관 (W) 으로부터 이격시킴으로써 기관 (W) 의 과열을 회피하고, 그에 따라, 유기 용제 액막 (150) 에 균열이 발생하는 것을 회피하고 있다.

[0209] 기상층 (152) 상에 유기 용제 액막 (150) 이 지지되어 있는 상태에서는, 유기 용제 액막 (150) 에 작용하는 마찰 저항은, 영으로 간주할 수 있을 정도로 작다. 그 때문에, 기관 (W) 의 상면에 평행한 방향의 힘이 유기 용제 액막 (150) 에 가해지면, 유기 용제 액막 (150) 은 간단하게 이동한다. 이 실시형태에서는, 유기 용제 액막 (150) 의 중앙에 구멍 형성하고, 그에 따라, 구멍 (151) 의 가장자리부에서의 온도차에 의해 유기 용제의 흐름을 발생시켜, 기상층 (152) 상에 지지된 유기 용제 액막 (150) 을 이동시켜 배제하고 있다.

[0210] 도 13a, 도 13b 및 도 13c 는, 구멍 형성 단계 (T5) 및 구멍 확장 단계 (T6) 를 생략한 경우 (비교예) 의 과정을 설명하기 위한 도해적인 평면도이다. 명료화를 위해서, 도 13a ~ 도 13c 에 있어서, 유기 용제 액막 (150) 에 사선을 붙인다.

[0211] 정지 상태의 기관 (W) 의 상면 전역을 덮는 유기 용제 액막 (150) 이 형성된 상태에서부터, 히터 유닛 (6) 을 기관 (W) 에 접촉시켜 기관 (W) 의 가열을 계속하면, 액상의 유기 용제의 증발이 진행되고, 이윽고, 기관 (W) 상의 어느 위치에서 액상층이 없어진다. 구멍 형성 단계 (T5) 를 생략한 경우에는, 도 13a 에 나타내는 바와 같이, 기관 (W) 상의 불특정된 복수의 위치에서 액상층이 없어져 복수의 구멍 (157) 이 형성된다. 액상층이 없어진 위치에서는 기관 (W) 의 온도가 상승하므로, 도 13b 에 나타내는 바와 같이, 온도차에 의해, 복수의 구멍 (157) 이 각각 확장되어 간다. 그런데, 이와 같이 불특정한 복수 위치로부터 건조가 시작되면, 도 13c

에 나타내는 바와 같이, 기관 (W) 상의 복수의 위치에, 복수의 분리된 액막 (150) 이 분산되어 잔류한다. 이 잔류한 액막 (150) 은, 파터클이나 패턴 도괴의 원인이 된다.

[0212] 그래서, 이 실시형태에서는, 기상층 (152) 상의 액막 (150) 이 기관 (W) 상면의 전역을 덮고 있는 상태에서, 기관 (W) 의 중앙에 불활성 가스를 분사하여 액막 (150) 에 하나의 구멍 (151) 을 형성하고 있다 (구멍 형성 단계 (T5)). 이에 따라, 그 하나의 구멍 (151) 으로부터 유기 용제 액막 (150) 의 배제가 시작되므로, 액 잔류를 발생시키지 않고, 유기 용제 액막 (150) 을 기관 (W) 외로 배제할 수 있다. 게다가, 기관 (W) 의 회전을 정지한 상태에서 구멍 (151) 을 확장하여 유기 용제 액막 (150) 이 배제되므로, 원심력에서 기인하는 유기 용제 액막 (150) 의 분열을 회피할 수 있다.

[0213] 이상과 같이, 이 실시형태에 의하면, DIW 린스 처리 후에, 기관 (W) 표면의 DIW 를 유기 용제로 치환하여, 기관 (W) 의 상면 전역을 덮는 유기 용제 액막 (150) 이 형성된다. 이 유기 용제 액막 (150) 이 기관 (W) 의 상면 전역을 덮는 상태를 유지하면서, 기관 (W) 의 회전이 감속하게 되어 정지된다. 그리고, 기관 (W) 의 회전이 정지하고, 또한, 히터 유닛 (6) 이 기관 (W) 의 하면에 접촉할 때까지, 유기 용제의 공급이 계속되고, 그 후에 유기 용제의 공급이 정지된다. 그에 따라, 기관 (W) 의 상면에 유기 용제의 두꺼운 액막 (150) 이 형성되고, 또한 히터 유닛 (6) 의 접촉에 의한 기관 (W) 의 급격한 승온시에 있어서도, 그 액막 (150) 에 균열이 발생하는 일이 없다. 이렇게 하여, 유기 용제 액막 (150) 이 기관 (W) 의 상면을 덮고 있는 상태를 시종 유지하면서, 히터 유닛 (6) 에 의한 기관 (W) 의 가열에 의해, 기관 (W) 의 상면과 액막 (150) 의 사이에 유기 용제의 기상층 (152) 이 기관 (W) 의 상면 전역에 걸쳐서 형성된다. 기상층 (152) 은, 기관 (W) 의 표면의 패턴의 내부를 채우고, 또한 패턴의 상면보다 위에 액막 (150) 과의 계면을 갖는다. 따라서, 패턴 내에 유기 용제의 액면이 존재하지 않기 때문에, 패턴은 표면 장력을 받지 않는다. 따라서, 기상층 (152) 에 지지된 상태에서 액막 (150) 을 기관 (W) 외로 배제함으로써, 패턴의 도괴를 억제 또는 방지할 수 있다.

[0214] 이 실시형태에서는, 액막 (150) 의 배제시에 있어서, 그 중앙을 향하여 기관 (W) 의 상면에 수직인 방향으로 불활성 가스의 전상 기류 (85) 가 토출되고, 그에 따라, 하나의 구멍 (151) 이 형성된다. 이 하나의 구멍 (151) 이, 온도 구배 및 대유량 불활성 가스 공급에 의한 액막 (150) 의 이동에 의해 외방으로 넓어진다. 이 때, 기관 (W) 의 회전은 정지하고 있으므로, 액막 (150) 은 큰 두께를 유지한 상태로, 분열하지 않고, 기상층 (152) 상을 기관 (W) 의 외방으로 이동하여, 기관 (W) 외로 배제되어 간다. 온도 구배에 더하여 대유량 불활성 가스 공급에 의해 액막 (150) 의 이동을 보조하고 있으므로, 액막 (150) 의 이동이 도중에 멈추지 않고, 유기 용제가 기관 (W) 의 내방으로 되돌아와 패턴 내에 그 액면을 형성하는 일이 없다. 이에 따라, 유기 용제 액막 (150) 을 배제하는 과정에 있어서의 패턴 도괴를 회피할 수 있다. 또한, 외주 영역까지 밀려난 액막 (150) 은, 원추상의 프로파일을 갖는 경사 기류 (87) 에 의해 더욱 외방으로 밀려나고, 또한 기관 (W) 의 저속 회전에 의해 털어내어진다. 그에 따라, 기관 (W) 의 표면으로부터 액막 (150) 이 완전하게 배제된다.

[0215] 이와 같이 하여, 유기 용제 액막 (150) 은, 기상층 (152) 의 형성까지 기관 (W) 의 상면 전역을 덮은 상태를 유지하고, 그 후, 기관 (W) 상으로부터의 배제가 시작되면, 분열하지도 않고, 정지하지도 않고, 기관 (W) 의 외방으로 유도된다. 이에 따라, 기관 (W) 상의 패턴의 도괴를 효과적으로 억제 또는 방지하면서, 기관 (W) 상의 액 성분을 배제할 수 있다.

[0216] 또, 평행류 토출구 (82) 로부터는, 유기 용제의 토출 개시 전부터 불활성 가스가 토출되고, 그에 따라, 기관 (W) 의 상면을 덮는 평행 기류 (86) 가 형성된다. 이에 따라, 튀어오른 액이나 분위기 중의 미스트가 기관 (W) 의 표면에 부착되는 것을 회피하면서, 유기 용제의 액막 (150) 의 형성 및 그 배제를 실시할 수 있다. 이에 따라, 고품질인 기관 처리를 실현할 수 있다.

[0217] 제 1 이동 노즐 (11) 은, 전상 토출구 (81) 에 대응한 유체로서의 불활성 가스 공급관 (36A) 과, 평행류 토출구 (82) 에 대응한 유체로 (120) 와, 경사류 토출구 (83) 에 대응한 유체로 (100) 를 갖고 있으며, 이들은 각각 독립된 유체로이다. 그 때문에, 이들 토출구 (81, 82, 83) 로부터의 불활성 가스의 토출은, 개별적으로 제어 가능하다. 그에 따라, 제 1 이동 노즐 (11) 을 회전 축선 (A1) 상에 배치한 상태로, 구멍 형성 단계, 구멍 확장 단계, 외주액 빼기 단계 및 스핀 드라이 단계를 실시할 수 있다.

[0218] 또, 이 실시형태에서는, 제 1 이동 노즐 (11) 은, 유기 용제를 토출하는 중심 토출구 (71) (유기 용제 공급관 (35)) 를 구비하고 있다. 그 때문에, 유기 용제의 액막을 형성하는 공정 (유기 용제 린스 단계, 유기 용제 패들 단계) 및 유기 용제 액막을 지지하는 기상층을 형성하는 공정 (들어올림 패들 단계, 보온 단계) 도, 제 1 이동 노즐 (11) 을 회전 축선 (A1) 상에 배치한 상태로 실시할 수 있다. 그에 따라, 평행류 토출구 (82) 로부터 토출되는 불활성 가스가 형성하는 평행 기류 (86) 로 기관 (W) 의 상방을 보호한 상태로, 그들의 공정을

실행할 수 있다.

- [0219] 도 14 는, 경사류 토출구 (83) 로부터 불활성 가스의 토출에 관한 변형예를 설명하기 위한 타임 차트이며, 도 9 와 동일한 도시가 되어 있다.
- [0220] 이 변형예에서는, 외주액 빼기 단계 (T7) 에 있어서, 참조 부호 181 로 나타내는 바와 같이, 경사류 토출구 (83) 로부터 토출되는 불활성 가스의 유량이 점차적으로 (도 14 의 예에서는 단계적으로) 증가한다 (경사 가스 유량 증가 공정). 보다 구체적으로는, 제어 유닛 (3) 은, 유량 가변 밸브 (39C) 의 개도를 점차적으로 증가시키므로써, 경사류 토출구 (83) 로부터 토출되는 불활성 가스의 유량을 증대시킨다. 유량의 증대에 따라, 유속도 증가한다. 유량의 점차적 증가는, 단계적 증가여도 되고, 연속적 증가여도 된다. 도 14 에는, 단계적으로 유량을 증가시키는 예를 나타낸다.
- [0221] 이와 같이, 경사류 토출구 (83) 로부터 토출되는 불활성 가스의 유량을 점차적으로 증가시키므로써, 기관 (W) 의 외방으로까지 밀려난 액막에 대해, 더욱 외방으로의 힘을 확실하게 작용시킬 수 있다. 그에 따라, 기관 (W) 상의 액막을 보다 확실하게 배제할 수 있다.
- [0222] 도 15 는, 경사류 토출구 (83) 로부터 불활성 가스를 토출하고 있는 기간에 있어서의 제 1 이동 노즐의 상하 방향 위치를 변동시키는 변형예를 나타내는 타임 차트이며, 도 14 와 동일한 도시가 되어 있다.
- [0223] 이 변형예에서는, 외주액 빼기 단계 (T7) 에 있어서, 제 1 이동 노즐 (11) 은, 참조 부호 182 로 나타내는 바와 같이, 중심 하위치로부터, 회전 축선 (A1) 을 따라 (즉, 중심 축선 (70) 을 따라) 점차적으로 상승하게 된다. 즉, 제어 유닛 (3) 은, 제 1 노즐 이동 유닛 (15) (거리 조정 유닛의 일례) 을 제어하여, 제 1 이동 노즐 (11) 을 점차적으로 상승시킨다. 이에 따라, 경사류 토출구 (83) 가 상승하므로, 경사류 토출구 (83) 로부터 토출되는 불활성 가스의 기관 (W) 상면에 있어서의 토출 목표 위치 (171) 가, 기관 (W) 의 둘레 가장자리측으로 점차적으로 이동한다 (토출 목표 위치 이동 공정). 따라서, 유기 용제의 액막에 형성되는 구멍의 둘레 가장자리가 외방으로 확장됨에 따라, 그 둘레 가장자리를 따르도록, 토출 목표 위치 (171) 가 기관 (W) 의 둘레 가장자리측으로 이동한다. 그에 따라, 경사류 토출구 (83) 로부터 토출된 불활성 가스가 형성하는 경사 기류 (87) 는, 기관 (W) 의 외주 영역을 외방으로 주사한다. 이에 따라, 경사 기류 (87) 는, 기관 (W) 상의 액막에 대해 확실하게 외방으로 밀어내는 힘을 미친다. 이렇게 하여, 기관 (W) 상의 액막을 한층 확실하게 배제할 수 있다.
- [0224] 도 15 의 예에서는, 제 1 이동 노즐 (11) 의 점차적 상승은, 상승 속도를 일정하게 한 연속적인 상승이지만, 제 1 이동 노즐 (11) 을 단계적으로 상승시켜도 된다.
- [0225] 또, 도 15 의 변형예에서는, 제 1 이동 노즐 (11) 의 상승에 맞추어, 참조 부호 183 으로 나타내는 바와 같이, 경사류 토출구 (83) 로부터 토출되는 불활성 가스의 유량이 점차적으로 증가되고 있다. 즉, 제어 유닛 (3) 은, 유량 가변 밸브 (39C) 를 제어하여, 경사류 토출구 (83) 에 공급되는 불활성 가스의 유량을 점차적으로 증가시킨다. 이에 따라, 제 1 이동 노즐 (11) 의 상승에 의해 경사류 토출구 (83) 로부터 토출 목표 위치 (171) 까지의 거리가 길어지면, 그것을 보충하도록, 경사류 토출구 (83) 로부터의 토출 유량을 증가시킬 수 있다. 그에 따라, 액막을 보다 확실하게 기관 (W) 외로 배제할 수 있다.
- [0226] 도 15 에서는, 경사류 토출구 (83) 로부터의 토출 유량이 연속적으로 증가하는 예를 나타내고 있지만, 토출 유량의 점차적인 증가는, 도 14 에 나타난 예와 같은 단계적인 증가여도 된다. 또, 제 1 이동 노즐 (11) 을 상승시켜 토출 목표 위치를 이동시키는 과정에 있어서, 경사류 토출구 (83) 로부터의 토출 유량이 일정하게 유지되어도 된다.
- [0227] 도 16 은, 이 발명의 제 2 실시형태를 설명하기 위한 개념도이며, 제 1 이동 노즐 (11) 의 다른 구성예를 나타낸다. 이 실시형태에서는, 제 1 이동 노즐 (11) 은, 경사류 토출구 (83) 와는 다른 경사류 토출구 (84) 를 갖고 있다. 보다 구체적으로는, 평행류 토출구 (82) 의 하방에 제 1 경사류 토출구 (83) 가 배치되고, 또한, 평행류 토출구 (82) 와 제 1 경사류 토출구 (83) 의 사이에 제 2 경사류 토출구 (84) 가 배치되어 있다. 제 1 경사류 토출구 (83) 및 제 2 경사류 토출구 (84) 는, 기관 (W) 의 상면에 있어서, 기관 (W) 의 중심과 둘레 가장자리의 사이의 중간 위치에 설정된 제 1 및 제 2 토출 목표 위치 (171, 172) 를 향하여 불활성 가스를 방사상으로 토출한다.
- [0228] 보다 구체적으로는, 제 1 경사류 토출구 (83) 로부터 토출되는 불활성 가스는, 회전 축선 (A1) 을 중심으로 한 원주 위치인 제 1 토출 목표 위치 (171) 를 향하여, 원주상의 프로파일의 제 1 경사 기류 (87) 를 형성한다. 마찬가지로 제 2 경사류 토출구 (84) 로부터 토출되는 불활성 가스는, 회전 축선 (A1) 을 중심으로 한 원주

위치인 제 2 토출 목표 위치 (172) 를 향하여, 원추상의 프로파일의 제 2 경사 기류 (88) 를 형성한다. 제 2 토출 목표 위치 (172) 는, 제 1 토출 목표 위치 (171) 보다 외측, 즉, 회전 축선 (A1) 으로부터 보다 먼 위치에 배치되어 있다.

[0229] 제 2 경사류 토출구 (84) 는, 제 1 이동 노즐 (11) 내에 형성된 유체로 (130) (제 4 유체로) 에 연통되어 있다. 유체로 (130) 는, 제 1 이동 노즐 (11) 의 유체 입구 (131) (제 4 유체 입구) 에 연통되어 있고, 그에 따라, 유체 입구 (131) 와 제 2 경사류 토출구 (84) 를 연통시키고 있다. 유체로 (130) 는, 제 1 이동 노즐 (11) 내의 유체로 (100, 120) 중 어느 것과도 연통되어 있지 않고, 제 1 불활성 가스 공급관 (36A) 의 유로와도 연통되어 있지 않은, 독립된 유체로이다.

[0230] 유체 입구 (131) 에는, 제 4 불활성 가스 공급관 (36D) 이 접속되어 있다. 제 4 불활성 가스 공급관 (36D) 은, 불활성 가스 공급원으로부터, 유체 입구 (131) 에 불활성 가스 (예를 들어, 질소 가스) 를 공급한다. 제 4 불활성 가스 공급관 (36D) 에는, 그 유로를 개폐하는 불활성 가스 밸브 (38D) 와, 그 유로의 개도를 조정하여 유량을 가변하는 유량 가변 밸브 (39D) 와, 이물질 제거하기 위한 필터 (40D) 가 개재 장착되어 있다. 불활성 가스 밸브 (38D) 및 유량 가변 밸브 (39D) 는, 제어 유닛 (3) 에 의해 제어된다.

[0231] 도 17 은, 처리 내용을 설명하기 위한 타임 차트이며, 도 9 와 동일한 도시가 되어 있다.

[0232] 이 실시형태에서는, 참조 부호 185 로 나타내는 바와 같이, 구멍 확장 단계 (T6) 의 도중부터 제 1 경사류 토출구 (83) 로부터의 불활성 가스 토출이 개시되며, 그 토출은, 스핀 드라이 단계 (T8) 의 종료까지 계속된다. 한편, 외주벽 빼기 단계 (T7) 에서는, 참조 부호 186 으로 나타내는 바와 같이, 제 2 경사류 토출구 (84) 로부터의 불활성 가스 토출이 개시되며, 그 토출은, 스핀 드라이 단계 (T8) 의 종료까지 계속된다. 이와 같은 불활성 가스의 토출은, 제어 유닛 (3) 이 불활성 가스 밸브 (38C, 38D) 를 제어함으로써 달성된다.

[0233] 제 1 경사류 토출구 (83) 로부터의 불활성 가스의 토출은, 기관 (W) 상의 액막에 형성되는 구멍의 둘레 가장자리가 제 1 토출 목표 위치 (171) 에 도달한 타이밍 (보다 바람직하게는 그 직후의 타이밍) 으로 개시되는 것이 바람직하다. 마찬가지로, 제 2 경사류 토출구 (84) 로부터의 불활성 가스의 토출은, 기관 (W) 상의 액막에 형성되는 구멍의 둘레 가장자리가 제 2 토출 목표 위치 (172) 에 도달한 타이밍 (보다 바람직하게는 그 직후의 타이밍) 으로 개시되는 것이 바람직하다.

[0234] 이와 같이, 제 1 경사류 토출구 (83) 및 제 2 경사류 토출구 (84) 로부터의 불활성 가스의 토출을 순차 개시함으로써, 기관 (W) 상의 액막의 위치에 따라, 액막을 기관 (W) 의 외방으로 확실하게 밀어내어 배제할 수 있다.

[0235] 또한, 이 실시형태에 있어서, 제어 유닛 (3) 은, 유량 가변 밸브 (39C) 를 제어함으로써, 제 1 경사류 토출구 (83) 로부터 토출되는 불활성 가스의 유량을 점차적 (단계적 또는 연속적) 으로 증가시켜도 된다. 마찬가지로, 제어 유닛 (3) 은, 유량 가변 밸브 (39D) 를 제어함으로써, 제 2 경사류 토출구 (84) 로부터 토출되는 불활성 가스의 유량을 점차적 (단계적 또는 연속적) 으로 증가시켜도 된다.

[0236] 또한, 제어 유닛 (3) 은, 예를 들어, 제 2 경사류 토출구 (84) 로부터의 불활성 가스의 토출을 개시한 후에, 제 1 노즐 이동 유닛 (15) 을 제어함으로써, 제 1 이동 노즐 (11) 을 점차적 (단계적 또는 연속적) 으로 상승시켜 기관 (W) 의 표면으로부터 멀리 떼어 놓아도 된다. 이에 따라, 제 1 토출 목표 위치 (171) 및 제 2 토출 목표 위치 (172) 가 기관 (W) 의 외방으로 이동하므로, 제 1 경사 기류 (87) 및 제 2 경사 기류 (88) 로 기관 (W) 의 외방을 향하여 기관 (W) 의 상면을 주사할 수 있다. 그에 따라, 기관 (W) 상의 액막을 한층 확실하게 또한 효율적으로 배제할 수 있다.

[0237] 제 1 경사 기류 (87) 및 제 2 경사 기류 (88) 는, 기관 (W) 의 상면에 부딪쳐, 기관 (W) 의 상면에 평행한 외향으로 방향을 바꾼다. 따라서, 스핀 드라이 공정에서는, 평행 기류 (86) 와 합쳐 3 층의 평행 기류가 기관 (W) 상에 형성되게 된다. 그에 따라, 기관 (W) 의 상면에 액적이나 미스트가 부착되는 것을 회피하면서, 기관 (W) 을 건조시킬 수 있다.

[0238] 도 18 은, 이 발명의 제 3 의 실시형태에 관련된 기관 처리 장치의 제어에 관련된 구성을 설명하기 위한 블록도이다. 도 18 에 있어서, 전술한 도 16 에 나타난 각 부의 대응 부분에는 동일 참조 부호를 붙여 나타낸다.

[0239] 이 실시형태에서는, 스핀 척 (5) 에 유지된 기관 (W) 의 상면을 촬상하는 촬상 유닛 (140) 이 구비되어 있다. 촬상 유닛 (140) 이 출력하는 화상 데이터는, 제어 유닛 (3) 에 입력된다.

[0240] 도 19 는, 구멍 형성 단계 (T5) 후에 촬상 유닛 (140) 이 출력하는 화상 데이터를 이용하여 제어 유닛 (3) 이 실행하는 처리를 설명하기 위한 플로우 차트이다. 제어 유닛 (3) 은, 촬상 유닛 (140) 이 출력하는 화상을

처리하고 (단계 S11), 그 처리 결과를 이용하여, 기관 (W) 상의 액막의 위치를 특정한다 (단계 S12). 또한, 제어 유닛 (3) 은, 기관 (W) 상의 액막에 형성된 구멍의 둘레 가장자리의 위치를 특정한다 (단계 S13. 둘레 가장자리 위치 검출 공정).

[0241] 또한, 제어 유닛 (3) 은, 그 특정된 둘레 가장자리의 위치가 제 1 경사류 토출구 (83) 에 대응한 제 1 토출 목표 위치 (171) 에 도달했는지 여부, 보다 구체적으로는, 제 1 토출 목표 위치 (171) 또는 그것보다 외방에 둘레 가장자리가 위치하고 있는지 여부를 판단한다 (단계 S14). 더욱 구체적으로는, 구멍의 둘레 가장자리 중 가장 회전 축선 (A1) 에 가까운 부분이, 제 1 토출 목표 위치 (171) 또는 그것보다 외방에 있는지 여부를 판단한다. 이 판단이 긍정될 때까지, 제어 유닛 (3) 은, 단계 S11 로부터의 처리를 반복한다. 액막에 형성된 구멍의 둘레 가장자리가 제 1 토출 목표 위치 (171) 에 도달하면 (단계 S14: 예), 제어 유닛 (3) 은 제 1 경사류 토출구 (83) 로부터의 불활성 가스의 토출을 개시시킨다 (단계 S15).

[0242] 제 1 경사류 토출구 (83) 로부터의 불활성 가스의 토출을 개시한 후, 제어 유닛 (3) 은, 또한, 촬상 유닛 (140) 이 출력하는 화상 데이터를 취득하여, 화상 처리를 실시한다 (단계 S16). 제어 유닛 (3) 은, 그 처리 결과를 이용하여, 기관 (W) 상의 액막의 위치를 특정한다 (단계 S17). 또한, 제어 유닛 (3) 은, 기관 (W) 상의 액막에 형성된 구멍의 둘레 가장자리의 위치를 특정한다 (단계 S18. 둘레 가장자리 위치 검출 공정).

[0243] 또한, 제어 유닛 (3) 은, 그 특정된 둘레 가장자리의 위치가 제 2 경사류 토출구 (84) 에 대응한 제 2 토출 목표 위치 (172) 에 도달했는지 여부, 보다 구체적으로는, 제 2 토출 목표 위치 (172) 또는 그것보다 외방에 둘레 가장자리가 위치하고 있는지 여부를 판단한다 (단계 S19). 더욱 구체적으로는, 구멍의 둘레 가장자리 중 가장 회전 축선 (A1) 에 가까운 부분이, 제 2 토출 목표 위치 (172) 또는 그것보다 외방에 있는지 여부를 판단한다. 이 판단이 긍정될 때까지, 제어 유닛 (3) 은, 단계 S16 으로부터의 처리를 반복한다. 액막에 형성된 구멍의 둘레 가장자리가 제 2 토출 목표 위치 (172) 에 도달하면 (단계 S19: 예), 제어 유닛 (3) 은 제 2 경사류 토출구 (84) 로부터의 불활성 가스의 토출을 개시시킨다 (단계 S20). 그 후, 소정 시간 경과 후, 스핀 드라이 단계가 개시된다.

[0244] 이와 같이, 이 실시형태에서는, 촬상 유닛 (140) 및 제어 유닛 (3) 의 기능에 의해, 기관 (W) 상의 액막의 위치를 검출하는 액막 위치 검출 유닛이 구성되어 있다. 또, 제어 유닛 (3) 은, 촬상 유닛 (140) 이 출력하는 화상 데이터에 기초하여, 구멍의 둘레 가장자리의 위치를 특정하는 위치 특정 유닛으로서의 기능을 갖고 있다.

[0245] 이 실시형태에서는, 기관 (W) 상의 액막의 위치를 검출하고, 그 검출된 결과에 기초하여, 경사류 토출구 (83, 84) 로부터의 불활성 가스의 토출이 제어되고 있다. 그에 따라, 경사 기류 (87, 88) 를 최적인 타이밍으로 형성할 수 있기 때문에, 액막을 한층 효율적으로 기관 (W) 외로 배제할 수 있다.

[0246] 또한, 이 실시형태는, 하나의 경사류 토출구 (83) 를 갖는 제 1 실시형태의 이동 노즐 (11) 을 사용하는 경우에도 적용할 수 있다. 이 경우에는, 도 19 의 단계 S16 ~ S20 의 처리를 생략하면 된다.

[0247] 도 20 은, 이 발명의 제 4 실시형태를 설명하기 위한 도면이며, 예를 들어 도 1 의 구성의 기관 처리 장치 (1) 에 있어서 처리 유닛 (2) 대신에 사용할 수 있는 처리 유닛 (2A) 의 구성예를 설명하기 위한 도해적인 단면도이다. 도 20 에 있어서, 전술한 도 2 에 나타난 각 부의 대응 부분에는 도 2 중과 동일한 참조 부호를 붙이고, 중복하는 설명을 생략한다.

[0248] 처리 유닛 (2A) 은, 1 매의 기관 (W) 을 수평인 자세로 유지하면서, 기관 (W) 의 중앙부를 지나는 연직인 회전 축선 (A1) 둘레로 기관 (W) 을 회전시키는 스핀 척 (5) 과, 기관 (W) 을 하면측으로부터 가열하는 히터 유닛 (6) 과, 히터 유닛 (6) 을 기관 (W) 의 하방에서 상하동시키는 승강 유닛 (7) 과, 스핀 척 (5) 을 둘러싸는 통형상의 컵 (8) 과, 기관 (W) 의 하면에 처리 유체를 공급하는 하면 노즐 (9) 과, 기관 (W) 의 상면에 린스액으로서의 탈이온수 (DIW) 를 공급하는 DIW 노즐 (10) 과, 기관 (W) 의 상방에서 이동 가능한 제 1 이동 노즐 (11A) 과, 기관 (W) 의 상방에서 이동 가능한 제 2 이동 노즐 (12) 을 포함한다. 처리 유닛 (2) 은, 또한, 컵 (8) 을 수용하는 챔버 (13) (도 1 참조) 를 포함한다. 도시는 생략하지만, 챔버 (13) 에는, 기관 (W) 을 반입/반출하기 위한 반입/반출구가 형성되어 있고, 이 반입/반출구를 개폐하는 셔터 유닛이 구비되어 있다.

[0249] 제 1 이동 노즐 (11A) 은, 이 실시형태에서는, 유기 용제를 토출하는 유기 용제 노즐로서의 기능과, 질소 가스 등의 불활성 가스를 토출하는 가스 노즐로서의 기능을 갖고 있다. 제 1 이동 노즐 (11A) 에는, 유기 용제 공급관 (35) 및 불활성 가스 공급관 (36) 이 결합되어 있다. 유기 용제 공급관 (35) 에는, 그 유로를 개폐하는 유기 용제 밸브 (37) 가 개재 장착되어 있다. 불활성 가스 공급관 (36) 에는, 그 유로를 개폐하는 불활성 가스 밸브 (38) 가 개재 장착되어 있다. 유기 용제 공급관 (35) 에는, 유기 용제 공급원으로부터, 이

소프로필알코올 (IPA) 등의 유기 용제가 공급되고 있다. 불활성 가스 공급관 (36) 에는, 불활성 가스 공급원으로부터, 질소 가스 (N_2) 등의 불활성 가스가 공급되고 있다.

[0250] 제 2 이동 노즐 (12) 은, 이 실시형태에서는, 산, 알칼리 등의 약액을 공급하는 약액 노즐로서의 기능과, 질소 가스 등의 불활성 가스를 토출하는 가스 노즐로서의 기능을 갖고 있다. 보다 구체적으로는, 제 2 이동 노즐 (12) 은, 액체와 기체를 혼합하여 토출할 수 있는 이류체 노즐의 형태를 갖고 있어도 된다. 이류체 노즐은, 기체의 공급을 정지하여 액체를 토출하면 액체 노즐로서 사용할 수 있고, 액체의 공급을 정지하여 기체를 토출하면 가스 노즐로서 사용할 수 있다. 제 2 이동 노즐 (12) 에는, 약액 공급관 (41) 및 불활성 가스 공급관 (42) 이 결합되어 있다. 약액 공급관 (41) 에는, 그 유로를 개폐하는 약액 밸브 (43) 가 개재 장착되어 있다. 불활성 가스 공급관 (42) 에는, 그 유로를 개폐하는 불활성 가스 밸브 (44) 와, 불활성 가스의 유량을 가변하는 유량 가변 밸브 (45) 가 개재 장착되어 있다. 약액 공급관 (41) 에는, 약액 공급원으로부터, 산, 알칼리 등의 약액이 공급되고 있다. 불활성 가스 공급관 (42) 에는, 불활성 가스 공급원으로부터, 질소 가스 (N_2) 등의 불활성 가스가 공급되고 있다.

[0251] 도 21 은, 제 1 이동 노즐 (11A) 의 구성예를 설명하기 위한 모식적인 종단면도이다. 제 1 이동 노즐 (11A) 은, 유기 용제 노즐 (191) 을 구비하고 있다. 유기 용제 노즐 (191) 은, 연직 방향을 따른 직관으로 구성되어 있다. 유기 용제 노즐 (191) 에, 유기 용제 공급관 (35) 이 결합되어 있다.

[0252] 유기 용제 노즐 (191) 에, 기관 (W) 의 상방을 불활성 가스 분위기로 덮기 위한 가스 노즐 (192) 이 결합되어 있다. 가스 노즐 (192) 은, 하단에 플랜지부 (193) 를 갖는 원통상의 노즐 본체 (194) 를 갖고 있다. 플랜지부 (193) 의 측면인 외주면에는, 상측 기체 토출구 (195) 및 하측 기체 토출구 (196) 가, 각각 환상으로 외방을 향하여 개구되어 있다. 상측 기체 토출구 (195) 및 하측 기체 토출구 (196) 는, 상하로 간격을 두고 배치되어 있다. 노즐 본체 (194) 의 하면에는, 중심 기체 토출구 (197) 가 배치되어 있다.

[0253] 노즐 본체 (194) 에는, 불활성 가스 공급관 (36) 으로부터 불활성 가스가 공급되는 기체 도입구 (198, 199) 가 형성되어 있다. 기체 도입구 (198, 199) 에 대해, 개별의 불활성 가스 공급관이 결합되어도 된다. 노즐 본체 (194) 내에는, 기체 도입구 (198) 와 상측 기체 토출구 (195) 및 하측 기체 토출구 (196) 를 접속하는 통형상의 기체 유로 (201) 가 형성되어 있다. 또, 노즐 본체 (194) 내에는, 기체 도입구 (199) 에 연통되는 통형상의 기체 유로 (202) 가 유기 용제 노즐 (191) 의 둘레에 형성되어 있다. 기체 유로 (202) 의 하방에는 버퍼 공간 (203) 이 연통되어 있다. 버퍼 공간 (203) 은, 또한, 펀칭 플레이트 (204) 를 통해서, 그 하방의 공간 (205) 에 연통되어 있다. 이 공간 (205) 이 중심 기체 토출구 (197) 에 개방되어 있다.

[0254] 기체 도입구 (198) 로부터 도입된 불활성 가스는, 기체 유로 (201) 를 통해서 상측 기체 토출구 (195) 및 하측 기체 토출구 (196) 에 공급되고, 이들 기체 토출구 (195, 196) 로부터 방사상으로 토출된다. 이에 따라, 상하 방향으로 겹치는 2 개의 방사상 기류가 기관 (W) 의 상방에 형성된다. 한편, 기체 도입구 (199) 로부터 도입된 불활성 가스는, 기체 유로 (202) 를 개재하여 버퍼 공간 (203) 에 저장되고, 또한 펀칭 플레이트 (204) 를 지나 확산된 후에, 공간 (205) 을 지나 중심 기체 토출구 (197) 로부터 기관 (W) 의 상면을 향하여 하방으로 토출된다. 이 불활성 가스는, 기관 (W) 의 상면에 부딪쳐 방향을 바꾸고, 방사 방향의 불활성 가스류를 기관 (W) 의 상방에 형성한다.

[0255] 따라서, 중심 기체 토출구 (197) 로부터 토출되는 불활성 가스가 형성하는 방사상 기류와, 기체 토출구 (195, 196) 로부터의 토출되는 2 층의 방사상 기류를 합쳐, 3 층의 방사상 기류가 기관 (W) 의 상방에 형성되게 된다. 이 3 층의 방사상 기류에 의해, 기관 (W) 의 상면이 보호된다. 특히, 후술하는 바와 같이, 기관 (W) 을 고속 회전시킬 때에, 3 층의 방사상 기류에 의해 기관 (W) 의 상면이 보호됨으로써, 액적이나 미스트가 기관 (W) 의 표면에 부착되는 것을 회피할 수 있다.

[0256] 유기 용제 노즐 (191) 은, 기체 유로 (202), 버퍼 공간 (203) 및 펀칭 플레이트 (204) 를 관통하여 상하 방향으로 연장되어 있다. 유기 용제 노즐 (191) 의 하단의 토출구 (191a) 는, 펀칭 플레이트 (204) 의 하방에 위치하고 있고, 기관 (W) 의 상면을 향하여 연직 상방으로부터 유기 용제를 토출한다.

[0257] 도 22 는, 이 실시형태에 관련된 기관 처리 장치 (1) 의 주요부의 전기적 구성을 설명하기 위한 블록도이다. 제어 유닛 (3) 은, 마이크로 컴퓨터를 구비하고 있고, 소정의 제어 프로그램에 따라, 기관 처리 장치 (1) 에 구비된 제어 대상을 제어한다. 특히, 제어 유닛 (3) 은, 반송 로봇 (IR, CR), 스핀 척 (5) 을 회전 구동하는 전동 모터 (23), 제 1 노즐 이동 유닛 (15), 제 2 노즐 이동 유닛 (16), 히터 통전 유닛 (64), 히터 유닛 (6) 을 승강하는 승강 유닛 (7), 척 핀 구동 유닛 (25), 밸브류 (37, 38, 43, 44, 45, 47, 49) 등의 동작을 제

어한다.

- [0258] 도 23 은, 이 실시형태의 기관 처리 장치 (1) 에 의한 기관 처리의 일례를 설명하기 위한 흐름도이다. 미처리의 기관 (W) 은, 반송 로봇 (IR, CR) 에 의해 캐리어 (C) 로부터 처리 유닛 (2A) 에 반입되고, 스핀 척 (5) 에 건네어진다 (S11). 이 때, 제어 유닛 (3) 은, 히터 유닛 (6) 을 하위치에 배치하도록 승강 유닛 (7) 을 제어한다. 또, 제어 유닛 (3) 은, 척 핀 (20) 이 열린 상태가 되도록 척 핀 구동 유닛 (25) 을 제어한다. 그 상태에서, 반송 로봇 (CR) 은, 기관 (W) 을 스핀 척 (5) 에 건넨다. 기관 (W) 은, 열린 상태의 척 핀 (20) 의 지지부 (52) (지지면 (52a)) 에 재치된다. 그 후, 제어 유닛 (3) 은, 척 핀 구동 유닛 (25) 을 제어하여, 척 핀 (20) 을 닫힌 상태로 한다. 그에 따라, 복수의 척 핀 (20) 의 파지부 (51) 에 의해 기관 (W) 이 파지된다.
- [0259] 반송 로봇 (CR) 이 처리 유닛 (2A) 외로 퇴피한 후, 약액 처리 (S12) 가 개시된다. 제어 유닛 (3) 은, 전동 모터 (23) 를 구동하여 스핀 베이스 (21) 를 소정의 약액 회전 속도로 회전시킨다. 그 한편으로, 제어 유닛 (3) 은, 제 2 노즐 이동 유닛 (16) 을 제어하여, 제 2 이동 노즐 (12) 을 기관 (W) 의 상방의 약액 처리 위치에 배치한다. 약액 처리 위치는, 제 2 이동 노즐 (12) 로부터 토출되는 약액이 기관 (W) 의 상면의 회전 중심에 착액하는 위치여도 된다. 그리고, 제어 유닛 (3) 은, 약액 밸브 (43) 를 연다. 그에 따라, 회전 상태의 기관 (W) 의 상면을 향하여, 제 2 이동 노즐 (12) 로부터 약액이 공급된다. 공급된 약액은 원심력에 의해 기관 (W) 의 전체면에 널리 퍼진다.
- [0260] 일정 시간의 약액 처리 후, 기관 (W) 상의 약액을 DIW 로 치환함으로써, 기관 (W) 상으로부터 약액을 배제하기 위한 DIW 린스 처리 (S13) 가 실행된다. 구체적으로는, 제어 유닛 (3) 은, 약액 밸브 (43) 를 닫고, 대신에, DIW 밸브 (47) 를 연다. 그에 따라, 회전 상태의 기관 (W) 의 상면을 향하여 DIW 노즐 (10) 로부터 DIW 가 공급된다. 공급된 DIW 는 원심력에 의해 기관 (W) 의 전체면에 널리 퍼진다. 이 DIW 에 의해 기관 (W) 상의 약액이 씻겨 없어진다. 이 사이에, 제어 유닛 (3) 은, 제 2 노즐 이동 유닛 (16) 을 제어하여, 제 2 이동 노즐 (12) 을 기관 (W) 의 상방으로부터 컵 (8) 의 측방으로 퇴피시킨다.
- [0261] 일정 시간의 DIW 린스 처리 후, 기관 (W) 상의 DIW 를, 보다 표면 장력이 낮은 처리액 (저표면 장력 액) 인 유기 용제로 치환하는 유기 용제 처리 (S14) 가 실행된다. 제어 유닛 (3) 은, 제 1 노즐 이동 유닛 (15) 을 제어하여, 제 1 이동 노즐 (11A) 을 기관 (W) 의 상방의 유기 용제 린스 위치로 이동시킨다. 유기 용제 린스 위치는, 제 1 이동 노즐 (11A) 에 구비된 유기 용제 노즐 (191) (도 21 참조) 로부터 토출되는 유기 용제 (예를 들어, IPA) 가 기관 (W) 의 상면의 회전 중심에 착액하는 위치여도 된다. 그리고, 제어 유닛 (3) 은, DIW 밸브 (47) 를 닫고, 유기 용제 밸브 (37) 를 연다. 그에 따라, 회전 상태의 기관 (W) 의 상면을 향하여, 제 1 이동 노즐 (11A) (유기 용제 노즐 (191)) 로부터 유기 용제 (액체) 가 공급된다. 공급된 유기 용제는 원심력에 의해 기관 (W) 의 전체면에 널리 퍼지고, 기관 (W) 상의 DIW 를 치환한다.
- [0262] 유기 용제 처리에 있어서, 제어 유닛 (3) 은, 승강 유닛 (7) 을 제어하여, 히터 유닛 (6) 을 기관 (W) 을 향하여 상승시키고, 그에 따라, 기관 (W) 을 가열한다. 또, 제어 유닛 (3) 은, 스핀 척 (5) 의 회전을 감속하여 기관 (W) 의 회전을 정지하고, 또한 유기 용제 밸브 (37) 를 닫아 유기 용제의 공급을 정지한다. 그에 따라, 정지 상태의 기관 (W) 상에 유기 용제 액막이 지지된 패들 상태가 된다. 기관 (W) 의 가열에 의해, 기관 (W) 의 상면에 접해 있는 유기 용제의 일부가 증발하고, 그에 따라, 유기 용제 액막과 기관 (W) 의 상면의 사이에 기상층이 형성된다. 그 기상층에 지지된 상태의 유기 용제 액막이 배제된다.
- [0263] 유기 용제 액막의 배제시에 있어서, 제어 유닛 (3) 은, 제 1 노즐 이동 유닛 (15) 을 제어하여, 제 1 이동 노즐 (11A) 을 기관 (W) 의 상방으로부터 컵 (8) 의 측방으로 퇴피시킨다. 그리고, 제어 유닛 (3) 은, 제 2 노즐 이동 유닛 (16) 을 제어하여, 제 2 이동 노즐 (12) 을 기관 (W) 의 상방의 기체 토출 위치에 배치한다. 기체 토출 위치는, 제 2 이동 노즐 (12) 로부터 토출되는 불활성 가스류가 기관 (W) 의 상면의 회전 중심을 향하는 위치여도 된다. 그리고, 제어 유닛 (3) 은, 불활성 가스 밸브 (44) 를 열어, 기관 (W) 상의 유기 용제 액막을 향하여 불활성 가스를 토출한다. 이에 따라, 불활성 가스의 토출을 받는 위치, 즉, 기관 (W) 의 중앙에 있어서, 유기 용제 액막이 불활성 가스에 의해 배제되고, 유기 용제 액막의 중앙에, 기관 (W) 의 표면을 노출시키는 구멍이 뚫린다. 이 구멍을 확장함으로써, 기관 (W) 상의 유기 용제가 기관 (W) 외로 배출된다.
- [0264] 이렇게 하여, 유기 용제 처리를 끝낸 후, 제어 유닛 (3) 은, 불활성 가스 밸브 (44) 를 닫고, 제 2 이동 노즐 (12) 을 퇴피시킨 후, 전동 모터 (23) 를 제어하여, 기관 (W) 을 건조 회전 속도로 고속 회전시킨다. 그에 따라, 기관 (W) 상의 액 성분을 원심력에 의해 털어내기 위한 건조 처리 (S15 : 스핀 드라이) 가 실시된다.

- [0265] 그 후, 제어 유닛 (3) 은, 전동 모터 (23) 를 제어하여 스핀 척 (5) 의 회전을 정지시킨다. 또, 승강 유닛 (7) 을 제어하여, 히터 유닛 (6) 을 하위치에 제어한다. 또한, 제어 유닛 (3) 은, 척 핀 구동 유닛 (25) 을 제어하여, 척 핀 (20) 을 열린 위치에 제어한다. 이에 따라, 기관 (W) 은, 척 핀 (20) 의 파지부 (51) 에 파지된 상태로부터, 지지부 (52) 에 재치된 상태가 된다. 그 후, 반송 로봇 (CR) 이, 처리 유닛 (2A) 에 진입하여, 스핀 척 (5) 으로부터 처리가 끝난 기관 (W) 을 들어올려, 처리 유닛 (2A) 외로 반출한다 (S16). 그 기관 (W) 은, 반송 로봇 (CR) 으로부터 반송 로봇 (IR) 으로 건네어지고, 반송 로봇 (IR) 에 의해 캐리어 (C) 에 수납된다.
- [0266] 도 24 는, 유기 용제 처리 (도 23 의 S14) 의 상세를 설명하기 위한 타임 차트이다. 또, 도 25a ~ 도 25h 는, 유기 용제 처리의 각 단계의 모습을 설명하기 위한 도해적인 단면도이며, 도 25i 는 건조 처리 (도 23 의 S15) 의 모습을 설명하기 위한 도해적인 단면도이다.
- [0267] 유기 용제 처리는, 유기 용제 린스 단계 (T11) 와, 유기 용제 패들 단계 (T12) 와, 들어올림 패들 단계 (T13) 와, 노즐 교체 단계 (T14) 와, 구멍 형성 단계 (T15) 와, 구멍 확장 단계 (T16) 와, 외주액 빼기 단계 (T17) 를 포함하고, 이들이 순서로 실행된다.
- [0268] 유기 용제 린스 단계 (T11) 는, 기관 (W) 을 회전하면서, 기관 (W) 의 상면에 유기 용제를 공급하는 단계 (처리액 공급 공정, 유기 용제 공급 공정) 이다. 도 25a 에 나타내는 바와 같이, 기관 (W) 의 상면에 유기 용제 노즐 (191) 로부터 유기 용제가 공급된다. 공급된 유기 용제는, 원심력을 받아 기관 (W) 의 상면의 중심으로부터 외방으로 향하고, 기관 (W) 의 상면을 덮는 액막 (150) 을 형성한다. 액막 (150) 이 기관 (W) 의 상면 전역을 덮음으로써, DIW 린스 처리 (도 23 의 S13) 로 기관 (W) 의 상면에 공급된 DIW (다른 처리액) 가 모두 유기 용제로 치환된다.
- [0269] 유기 용제 린스 단계 (T11) 의 기간 중, 기관 (W) 은, 스핀 척 (5) 에 의해, 유기 용제 린스 처리 속도 (액 공급 속도. 예를 들어 300 rpm 정도) 로 회전하게 된다 (액 공급 속도 회전 공정). 제 1 이동 노즐 (11A) (유기 용제 노즐 (191)) 은, 기관 (W) 의 회전 중심의 상방에 배치된다. 유기 용제 밸브 (37) 는 열린 상태가 되고, 따라서, 유기 용제 노즐 (191) 로부터 토출되는 유기 용제 (예를 들어, IPA) 가 기관 (W) 의 상면의 회전 중심을 향하여 상방으로부터 공급된다. 척 핀 (20) 은 닫힌 상태가 되고, 기관 (W) 은 파지부 (51) 에 의해 파지되어, 스핀 척 (5) 과 함께 회전한다. 히터 유닛 (6) 은, 하위치보다 상방에 위치 제어되고, 기관 (W) 의 하면으로부터 소정 거리 (예를 들어, 2 mm) 만큼 하방으로 이격한 이격 위치에 그 가열면 (6a) 이 배치된다. 이에 따라, 기관 (W) 은, 가열면 (6a) 으로부터의 복사열에 의해 예열된다 (기관 예열 공정). 히터 유닛 (6) 의 가열면의 온도는, 예를 들어 150 ℃ 정도이며, 면내에서 균일하다. 제 2 이동 노즐 (12) 은, 컵 (8) 의 측방의 홈 위치로 퇴피하여 있다. 약액 밸브 (43) 및 불활성 가스 밸브 (38, 44) 는 닫힌 상태로 제어된다. 따라서, 제 2 이동 노즐 (12) 은, 불활성 가스 (예를 들어, 질소 가스) 를 토출하지 않는다.
- [0270] 유기 용제 패들 단계 (T12) 는, 도 25b 에 나타내는 바와 같이, 기관 (W) 의 회전을 감속하여 정지시키고, 기관 (W) 의 표면에 유기 용제의 두꺼운 액막 (150) 을 형성하여 유지하는 단계이다.
- [0271] 기관 (W) 의 회전은, 이 예에서는, 유기 용제 린스 처리 속도로부터 단계적으로 감속된다 (감속 공정, 점차 감속 공정, 단계적 감속 공정). 보다 구체적으로는, 기관 (W) 의 회전 속도는, 300 rpm 에서 50 rpm 으로 감속되어 소정 시간 (예를 들어, 10 초) 유지되고, 그 후, 10 rpm 으로 감속되어 소정 시간 (예를 들어, 10 초) 유지되고, 그 후, 0 rpm (정지) 으로 감속되어 소정 시간 (예를 들어, 10 초) 유지된다. 한편, 유기 용제 노즐 (191) 은, 회전 축선 (A1) 상에 유지되고, 계속해서, 기관 (W) 의 상면의 회전 중심을 향하여 유기 용제를 토출한다. 유기 용제 노즐 (191) 로부터의 유기 용제의 토출은, 유기 용제 패들 단계 (T12) 의 전체 기간에 있어서 계속된다. 즉, 기관 (W) 이 정지해도, 유기 용제의 토출이 계속된다. 이와 같이, 기관 (W) 의 회전의 감속으로부터 정지에 도달하는 전체 기간에 있어서 유기 용제의 공급이 계속됨으로써, 기관 (W) 의 상면의 도처에서 처리액이 소실되는 일이 없다. 또, 기관 (W) 의 회전이 정지한 후에도 유기 용제의 공급이 계속됨으로써, 기관 (W) 의 상면에 두꺼운 액막 (150) 을 형성할 수 있다.
- [0272] 히터 유닛 (6) 의 위치는, 유기 용제 린스 단계일 때와 동일한 위치이며, 가열면 (6a) 이 기관 (W) 의 하면으로부터 소정 거리 (예를 들어, 2 mm) 만큼 하방으로 이격한 이격 위치이다. 이에 따라, 기관 (W) 은, 가열면 (6a) 으로부터의 복사열에 의해 예열된다 (기관 예열 공정). 척 핀 (20) 은, 기관 (W) 의 회전이 정지한 후, 그 정지 상태가 유지되고 있는 동안에, 닫힌 상태로부터 열린 상태로 전환된다. 그에 따라, 기관 (W) 의 둘레가장자리부 하면이 척 핀 (20) 의 지지부 (52) 에 의해 하방으로부터 지지된 상태가 되고, 파지부 (51)

가 기관 (W) 의 상면 둘레가장자리로부터 멀어지므로, 기관 (W) 의 상면 전역이 개방된다. 제 2 이동 노즐 (12) 은, 홈 위치의 상태이다.

[0273] 들어올림 패들 단계 (T13) 는, 도 25c 에 나타내는 바와 같이, 히터 유닛 (6) 으로 기관 (W) 을 들어 올린 상태로, 즉, 가열면 (6a) 을 기관 (W) 의 하면에 접촉시킨 상태로, 기관 (W) 을 가열하면서, 기관 (W) 의 상면에 유기 용제 액막 (150) 을 유지하는 단계이다.

[0274] 히터 유닛 (6) 이 이격 위치에서 상위치까지 상승하게 되어, 소정 시간 (예를 들어, 10 초간) 유지된다. 히터 유닛 (6) 이 상위치까지 상승하게 되는 과정에서, 척 핀 (20) 의 지지부 (52) 로부터 가열면 (6a) 에 기관 (W) 이 건네어지고, 가열면 (6a) (보다 구체적으로는 지지 핀 (61)). 도 20 참조) 에 의해 기관 (W) 이 지지된다 (히터 유닛 접근 공정, 히터 유닛 접촉 공정). 제 1 이동 노즐 (11A) (유기 용제 노즐 (191)) 로부터의 유기 용제의 토출은, 들어올림 패들 단계 (T13) 의 도중까지 계속된다. 따라서, 히터 유닛 (6) 의 가열면 (6a) 이 기관 (W) 의 하면에 접촉하고, 가열면 (6a) 으로부터의 열 전도에 의한 기관 (W) 의 급가열이 개시되어, 기관 (W) 에 주어지는 열량이 증가 (열량 증가 공정) 할 때에는, 유기 용제의 공급은 계속되고 있다. 그에 따라, 기관 (W) 의 급격한 승온에 수반하는 유기 용제의 증발에 의해 유기 용제의 액막 (150) 에 불특정한 위치에서 구멍이 뚫리는 것을 회피하고 있다. 유기 용제의 공급은, 히터 유닛 (6) 의 가열면 (6a) 이 기관 (W) 의 하면에 접촉한 후 (열량 증가 공정 후), 소정 시간 경과 후에 정지된다 (공급 정지 공정). 즉, 제어 유닛 (3) 은, 유기 용제 밸브 (37) 를 닫아, 유기 용제 노즐 (191) 로부터의 유기 용제의 토출을 정지시킨다.

[0275] 스핀 척 (5) 의 회전은 정지 상태이며, 제 2 이동 노즐 (12) 은 홈 위치에 있고, 불활성 가스 밸브 (44) 는 닫힌 상태이다. 제 1 이동 노즐 (11A) (유기 용제 노즐 (191)) 은 기관 (W) 의 회전 중심의 상방에 위치하고 있다.

[0276] 유기 용제의 공급이 정지된 후, 소정 시간이 경과할 때까지, 히터 유닛 (6) 은 상위치에 유지된다. 기관 (W) 에 공급된 유기 용제는, 중심에 공급되는 새로운 유기 용제에 의해 외주측으로 밀려나고, 그 과정에서, 히터 유닛 (6) 에 의해 가열된 기관 (W) 의 상면으로부터의 열로 가열되어 승온해 간다. 유기 용제의 공급을 계속하고 있는 기간에는, 기관 (W) 의 중앙 영역의 유기 용제의 온도는 비교적 낮다. 그래서, 유기 용제의 공급을 정지한 후, 소정의 단시간만 히터 유닛 (6) 의 접촉 상태를 유지함으로써, 기관 (W) 의 중앙 영역에 있어서의 유기 용제를 승온할 수 있다. 그에 따라, 기관 (W) 의 상면에 지지된 유기 용제의 액막 (150) 의 온도를 균일화할 수 있다.

[0277] 기관 (W) 의 상면으로부터의 열을 받은 유기 용제 액막 (150) 에서는, 기관 (W) 의 상면과의 계면에 있어서 증발이 발생한다. 그에 따라, 기관 (W) 의 상면과 유기 용제 액막 (150) 의 사이에, 유기 용제의 기체로 이루어지는 기상층이 발생한다. 따라서, 유기 용제 액막 (150) 은, 기관 (W) 의 상면의 전역에 있어서, 기상층 상에 지지된 상태가 된다 (기상층 형성 공정).

[0278] 노즐 교체 단계 (T14) 는, 도 25d 에 나타내는 바와 같이, 제 1 이동 노즐 (11A) 을 회전 축선 (A1) 상으로부터 회피시키고, 대신에, 제 2 이동 노즐 (12) 을 회전 중심 상에 배치하는 단계이다. 구체적으로는, 유기 용제의 공급을 정지한 후에, 제 1 이동 노즐 (11A) 은, 컵 (8) 의 측방에 설정한 홈 위치로 회피하게 된다. 그 후, 제 2 이동 노즐 (12) 이, 홈 위치로부터 회전 축선 (A1) 상의 중심 위치로 이동하게 된다. 노즐 교체 단계 (T14) 의 기간 중, 히터 유닛 (6) 은 상위치로부터 약간 아래로 하강하게 된다. 그에 따라, 기관 (W) 은, 히터 유닛 (6) 으로부터 척 핀 (20) 의 지지부 (52) 로 건네어지고, 가열면 (6a) 은, 기관 (W) 의 하면으로부터 소정의 미소 거리만큼 간격을 둔 비접촉 상태로 기관 (W) 의 하면에 대향한다. 이에 따라, 기관 (W) 의 가열은 가열면 (6a) 으로부터의 복사열에 의한 가열로 전환되고, 기관 (W) 에 주어지는 열량이 감소한다 (열량 감소 공정). 이에 따라, 노즐을 교체하고 있는 동안에 기관 (W) 이 과열하는 것을 회피하고, 증발에 의해 유기 용제 액막 (150) 에 균열 (특히 기관 (W) 의 외주 영역에서의 균열) 이 발생하는 것을 회피하고 있다.

[0279] 구멍 형성 단계 (T15) 는, 도 25e 에 나타내는 바와 같이, 제 2 이동 노즐 (12) 로부터 기관 (W) 의 중심을 향하여 소유량 (제 1 유량. 예를 들어 3 리터/분) 으로 불활성 가스 (예를 들어, 질소 가스) 를 분사하고, 유기 용제 액막 (150) 의 중앙부에 작은 구멍 (151) 을 형성하여 기관 (W) 의 상면의 중앙부를 노출시키는 단계이다 (구멍 형성 공정). 기관 (W) 의 회전은 정지 상태인 채이며, 따라서, 정지 상태의 기관 (W) 상의 액막 (150) 에 대해 구멍 형성 단계가 실시된다. 유기 용제 액막 (150) 의 중앙부에 구멍 형성한 상태의 일례는, 전술한 도 11a 에 나타내는 바와 같다.

- [0280] 제어 유닛 (3) 은, 불활성 가스 밸브 (44) 를 열고, 또한 유량 가변 밸브 (45) 의 개도를 제어함으로써, 제 2 이동 노즐 (12) 로부터 소유량으로 불활성 가스를 토출시킨다. 불활성 가스의 토출과 거의 동시에 히터 유닛 (6) 이 상승하게 된다. 그에 따라, 불활성 가스에 의해 유기 용제 액막 (150) 의 중앙부에 작은 구멍 (151) 이 형성된 타이밍보다 미소 시간 (예를 들어, 1 초) 만큼 늦게, 가열면 (6a) 이 기관 (W) 의 하면에 접촉하고, 기관 (W) 이 히터 유닛 (6) 에 의해 들어 올려진다.
- [0281] 따라서, 불활성 가스가 기관 (W) 의 상면에 도달하는 시점에서는 히터 유닛 (6) 으로부터 기관 (W) 에 주어지는 열량이 적기 때문에, 불활성 가스에 의한 기관 (W) 의 냉각과 히터 유닛 (6) 에 의한 가열에서 기인하는 기관 (W) 의 상하면간의 온도차를 줄일 수 있다. 그에 따라, 기관 (W) 의 상하면의 온도차에서 기인하는 기관 (W) 의 힘을 회피할 수 있다. 불활성 가스를 공급했을 때에 히터 유닛 (6) 을 기관 (W) 의 하면에 접촉시키고 있으면, 기관 (W) 의 상면측의 온도가 그 하면측의 온도보다 낮아져, 기관 (W) 은 상면측이 움푹 패이도록 될 우려가 있다. 이 경우, 기관 (W) 의 상면은, 중심부가 낮고 둘레가장자리부가 높아지므로, 유기 용제 액막 (150) 의 외방으로의 이동이 방해된다. 그래서, 이 실시형태에서는, 히터 유닛 (6) 을 기관 (W) 의 하면으로부터 이격시킨 상태로 불활성 가스를 기관 (W) 의 상면 중앙에 공급하고, 기관 (W) 의 상하면에 있어서의 온도차를 완화하고 있다.
- [0282] 한편, 유기 용제 액막 (150) 의 구멍 형성의 직후부터 (즉, 거의 동시에), 기관 (W) 의 급가열이 시작된다 (제 열량 증가 공정). 그에 따라, 불활성 가스에 의한 구멍 형성에 의해 액막 (150) 의 외방으로의 이동이 시작되면, 기관 (W) 의 가열이 신속하게 (거의 동시에) 개시되고, 그에 따라, 액막 (150) 은 멈추는 일 없이 기관 (W) 의 외방으로 이동해 간다.
- [0283] 보다 구체적으로는, 구멍 형성되어 액막 (150) 이 없어진 중앙 영역에서는, 액막 (150) 이 존재하고 있는 그 주위의 영역에 비교하여, 기관 (W) 의 온도가 신속하게 상승한다. 그에 따라, 구멍 (151) 의 둘레 가장자리에 있어서 기관 (W) 내에 큰 온도 구배가 발생한다. 즉, 구멍 (151) 의 둘레 가장자리의 내측이 고온이고, 그 외측이 저온이 된다. 이 온도 구배에 의해, 도 25f 에 나타내는 바와 같이, 기상층 상에 지지되어 있는 유기 용제 액막 (150) 이 저온측, 즉, 외방을 향하여 이동을 시작하고, 그에 따라, 유기 용제 액막 (150) 의 중앙의 구멍 (151) 이 확대되어 간다.
- [0284] 이렇게 하여, 기관 (W) 의 가열에 의해 발생하는 온도 구배를 이용하여, 기관 (W) 상의 유기 용제 액막 (150) 을 기관 (W) 외로 배제할 수 있다 (가열 배제 공정, 액막 이동 공정). 보다 구체적으로는, 기관 (W) 의 상면에 있어서, 패턴이 형성된 영역 내의 액막 (150) 은, 온도 구배에 의한 유기 용제의 이동에 의해 배제할 수 있다.
- [0285] 불활성 가스의 분사에 의해 기관 (W) 의 회전 중심에 구멍 (151) 을 형성한 후에, 긴 시간을 두고 히터 유닛 (6) 을 기관 (W) 에 접촉시키면, 그 사이에, 구멍 (151) 의 확대가 정지한다. 이 때, 액막 (150) 의 내주 가장자리는, 내방을 향하거나 외방을 향하거나 하는 평형 상태가 된다. 이 때, 기관 (W) 의 표면에 형성된 패턴 내에 유기 용제의 액면이 들어가, 표면 장력에 의한 패턴 도괴의 원인이 될 우려가 있다. 그래서, 이 실시형태에서는, 불활성 가스에 의한 구멍 형성과 거의 동시에 히터 유닛 (6) 을 기관 (W) 의 하면에 접촉시켜, 기관 (W) 에 주는 열량을 순식간에 증가시키고 있다.
- [0286] 구멍 확장 단계 (T16) 는, 도 25g 에 나타내는 바와 같이, 제 2 이동 노즐 (12) 로부터 토출되는 불활성 가스의 유량을 증량하고, 대유량 (제 2 유량. 예를 들어 30 리터/분) 의 불활성 가스를 기관 (W) 의 중심에 분사하여, 유기 용제 액막 (150) 의 중앙의 구멍 (151) 을 불활성 가스에 의해 더욱 확장하는 단계이다 (기체 배제 공정, 액막 이동 공정). 즉, 제어 유닛 (3) 은, 유량 가변 밸브 (45) 를 제어하여, 제 2 이동 노즐 (12) 에 공급되는 불활성 가스의 유량을 증가시킨다. 그에 따라, 기관 (W) 의 상면의 외주 영역까지 이동한 액막 (150) 이 더욱 기관 (W) 외로 밀려난다. 기관 (W) 의 회전은 정지 상태로 유지된다.
- [0287] 구체적으로는, 온도 구배에 의해 구멍 (151) 이 확장되어 가는 과정에서, 더욱 불활성 가스의 유량을 증가시킴으로써, 액막 (150) 의 이동이 정지하는 것을 회피하여, 액막 (150) 의 기관 (W) 외방을 향하는 이동을 계속시킬 수 있다. 온도 구배를 이용하는 유기 용제 액막 (150) 의 이동만으로는, 도 11b 에 나타내는 바와 같이, 기관 (W) 의 상면의 둘레 가장자리 영역에서 액막 (150) 의 이동이 멈추어 버릴 우려가 있다. 그래서, 불활성 가스의 유량을 증가시킴으로써, 액막 (150) 의 이동을 어시스트할 수 있고, 그에 따라, 기관 (W) 의 상면의 전역으로부터 유기 용제 액막 (150) 을 배제할 수 있다.
- [0288] 불활성 가스의 유량을 증량한 후에, 히터 유닛 (6) 이 하강하게 되고, 가열면 (6a) 으로부터 척 권 (20) 의 지

지부 (52) 에 기관 (W) 이 건네어진다. 그 후, 대유량에서의 불활성 가스 토출이 종료할 때까지, 척 핀 (20) 이 닫힌 상태가 되고, 그 파지부 (51) 에 의해 기관 (W) 이 파지된다. 도 24 에 나타낸 예에서는, 히터 유닛 (6) 은, 척 핀 (20) 에 기관 (W) 이 건네어진 후, 기관 (W) 의 하면에 미소 거리를 사이에 두고 대향하는 비접촉 가열 위치에 단시간 유지되며, 그 후, 더욱 하강되어, 기관 (W) 의 하면에 소정 거리만큼 사이를 두고 대향하는 이격 위치에 배치된다.

[0289] 외주액 빼기 단계 (T17) 는, 도 25h 에 나타내는 바와 같이, 기관 (W) 을 회전시킴으로써, 기관 (W) 의 외주부에 남는 유기 용제 액막을 털어내는 단계이다. 척 핀 (20) 으로 기관 (W) 이 파지된 후, 제 2 이동 노즐 (12) 로의 불활성 가스의 공급이 정지되고, 제 2 이동 노즐 (12) 이 홈 위치로 퇴피한다. 그와 함께, 스핀 척 (5) 이 저속의 외주 털어내기 속도로 회전하게 된다. 구체적으로는, 예를 들어 30 ~ 100 rpm 으로 스핀 척 (5) 과 함께 기관 (W) 이 회전하게 된다. 그에 따라, 대유량의 불활성 가스의 공급에 의해서도 다 배제할 수 없어 기관 (W) 의 외주부 (특히 둘레 단면) 에 남는 유기 용제가 털어내어진다.

[0290] 온도차 및 대유량의 불활성 가스의 분사에 의해, 액막 (150) 이 외주부로까지 이동한 후이고, 게다가, 저속의 외주 털어내기 속도에 의한 회전이므로, 원심력에 의해 액막 (150) 이 미소 액적으로 분열하는 일이 없고, 액덩어리 상태로 기관 (W) 으로부터 털어내어진다. 또, 기관 (W) 의 외주부에는, 제품에 사용하기 위한 유효한 패턴이 형성되어 있지 않은 경우가 대부분이므로, 비록 액막 (150) 의 다소 분열이 발생해도 큰 문제는 아니다.

[0291] 외주액 빼기 단계 (T17) 에 이어서, 도 25i 에 나타내는 바와 같이, 스핀 드라이 단계 (T18) (건조 처리. 도 23 의 S15) 가 실행된다. 구체적으로는, 제어 유닛 (3) 은, 제 1 이동 노즐 (11A) 을, 홈 위치로부터 회전 축선 (A1) 상으로 이동시킨다. 또한, 제어 유닛 (3) 은, 제 1 이동 노즐 (11A) 을, 기관 (W) 의 상면에 접근한 하위치에 배치한다. 그리고, 제어 유닛 (3) 은, 불활성 가스 밸브 (38) 를 연다. 그에 따라, 제 1 이동 노즐 (11A) (가스 노즐 (192)) 은, 3 층의 방사상 불활성 가스류를 기관 (W) 의 상방에 형성한다. 그 상태에서, 제어 유닛 (3) 은, 스핀 척 (5) 의 회전을 고속의 건조 회전 속도 (예를 들어, 800 rpm) 까지 가속시킨다. 이에 따라, 원심력에 의해, 기관 (W) 의 표면의 액 성분을 완전하게 털어낼 수 있다. 기관 (W) 의 상면은 방사상의 불활성 가스류에 의해 덮여 있으므로, 주위에 비산하여 튀어오른 액적이나 주위의 미스트가 기관 (W) 의 상면에 부착되는 것을 회피할 수 있다.

[0292] 스핀 드라이 단계 (T18) 후에는, 스핀 척 (5) 의 회전이 정지되고, 히터 유닛 (6) 이 하위치로 하강하게 된다. 또, 불활성 가스 밸브 (38) 가 닫혀, 가스 노즐 (72) 로부터의 불활성 가스의 토출이 정지된다. 그리고, 제 1 이동 노즐 (11A) 은, 홈 위치로 이동된다. 그 후에는, 제어 유닛 (3) 은, 척 핀 (20) 을 열린 상태로 하고, 반송 로봇 (CR) 에 의해, 처리가 끝난 기관 (W) 을 처리 유닛 (2A) 으로부터 반출시킨다.

[0293] 도 26a 및 도 26b 는, 기관 (W) 의 온도차에 의한 유기 용제 액막 (150) 의 이동을 설명하기 위한 도면이다. 유기 용제 액막 (150) 중의 유기 용제는, 보다 저온 쪽으로 이동하려고 한다. 구멍 형성 단계 (T15) 에서 유기 용제 액막의 중앙에 구멍 (151) 이 형성됨으로써, 도 26a 에 나타내는 바와 같이, 구멍 (151) 내의 영역의 기관 (W) 의 온도가 비교적 높아진다. 그에 따라, 구멍 (151) 의 근방에서는 유기 용제 액막 (150) 의 온도가 그 주위보다 높아진다. 이에 따라, 유기 용제 액막 (150) 중에 온도차가 발생하므로, 구멍 (151) 의 둘레가장자리부의 유기 용제가, 기관 (W) 의 외방을 향하여 방사상으로 이동한다. 이에 따라, 도 26b 에 나타내는 바와 같이, 기상층 (152) 상에서, 기관 (W) 의 둘레 가장자리를 향하는 흐름 (154) 이 발생하고, 유기 용제 액막 (150) 의 중앙부의 구멍 (151) 이 동심원상으로 확장된다.

[0294] 이 온도차에 의한 유기 용제의 흐름 (154) 을 이용한 구멍 확장과 병행하여, 불활성 가스의 유량 증대에 의한 구멍 확장 단계 (T16) 가 실행되므로, 구멍 (151) 은, 도중에 멈추는 일 없이, 기관 (W) 의 외주 가장자리까지 확장된다. 그에 따라, 도중에 체류를 발생시키는 일 없이, 액막 (150) 을 기관 (W) 외로 배제할 수 있다.

[0295] 전술한 바와 같이, 온도 구배를 이용하는 유기 용제 액막 (150) 의 이동만으로는, 기관 (W) 의 상면의 둘레 가장자리 영역에서 액막 (150) 의 이동이 멈추어 버릴 우려가 있다. 액막 (150) 의 이동이 멈추면, 액막 (150) 의 내주 가장자리에서는, 유기 용제가, 기관 (W) 의 내방으로의 이동과 외방으로의 이동을 반복하는 평형 상태가 된다. 이 경우, 유기 용제가 기관 (W) 의 내방으로 되돌아올 때에, 기상층 (152) 이 소실된 기관 (W) 의 표면에 유기 용제가 직접 접할 우려가 있다. 이 때, 유기 용제의 액면이 패턴의 내부에 들어가, 표면 장력에 의한 패턴의 도피가 발생할 우려가 있다.

[0296] 도 27 은, 유기 용제 패들 단계 (T12) 의 초기에 있어서의 기관 회전 속도의 점차적 감속에 의한 효과를 설명하기 위한 도면이다. 명료화를 위해서, 도 27 에 있어서, 유기 용제 액막 (150) 에 사선을 붙인다.

- [0297] 기관 (W) 에 공급된 처리액에 작용하는 원심력은, 기관 (W) 의 회전 속도가 클수록 크다. 기관 (W) 의 회전을 급감속시키면, 기관 (W) 의 외주 영역에는 기관 (W) 의 회전이 고속이었을 때에 공급된 유기 용제가 존재하는 한편으로, 기관 (W) 의 중앙 영역에는 기관 (W) 의 회전이 저속이 된 후에 공급된 유기 용제가 존재하는 상태가 된다. 따라서, 외주 영역의 유기 용제는, 큰 원심력을 받고 있어, 빠른 흐름을 형성한다. 그에 반해, 중앙 영역의 유기 용제에 작용하는 원심력은 작기 때문에, 중앙 영역에서는 느린 흐름이 형성되는 데 불과하다. 기관의 회전이 정지하면, 원심력에 의한 유기 용제의 흐름이 형성되는 경우는 없다. 이 경우, 계속해서 기관 (W) 의 중앙에 공급되는 유기 용제에 의해 기관 (W) 상의 유기 용제가 외방으로 밀려흘러감으로써, 유기 용제의 느린 흐름이 기관 (W) 상에 형성되는 데 불과하다.
- [0298] 따라서, 기관 (W) 의 회전을 급정지하면, 기관 (W) 의 외주부의 유기 용제가 기관 (W) 외로 신속하게 흘러 떨어지는 데 반해, 기관 (W) 의 중심에 공급되는 유기 용제가 기관 (W) 의 외주부에 도달하는 데에 긴 시간을 필요로 한다. 그 결과, 도 27 에 나타내는 바와 같이, 기관 (W) 의 외주 영역에 있어서의 액 끓김이 발생하고, 기관 (W) 의 외주 영역에는, 유기 용제 액막으로 덮여 있지 않은 영역 (159) 이 발생할 수 있다. 그 영역 (159) 에서는, 유기 용제의 액면이 패턴 내에 존재하는 상태로 유기 용제가 배제되므로, 유기 용제의 표면 장력에 의한 패턴 도괴가 발생할 우려가 있다.
- [0299] 그래서, 이 실시형태에서는, 유기 용제 패들 단계 (T12) 에서는, 기관 (W) 의 회전을 점차적으로 (보다 구체적으로는 단계적으로) 감속함으로써, 기관 (W) 의 외주부에서의 액 끓김을 회피하고, 기관 (W) 의 표면이 유기 용제 액막 (150) 으로 덮여 있는 상태를 유지하면서, 기관 (W) 의 회전을 정지하고 있다.
- [0300] 기관 (W) 의 회전을 정지할 때의 감속도 (부 (負) 의 가속도의 절대값) 가 충분히 작으면, 기관 (W) 의 외주에 있어서의 액 끓김을 회피할 수 있다. 따라서, 기관 (W) 의 회전의 점차적 감속은, 단계적 감속이 아니어도 되고, 회전 속도를 연속적으로 감소시켜도 된다. 기관 (W) 의 회전을 정지할 때까지의 감속도는 일정할 필요는 없다.
- [0301] 이상과 같이, 이 실시형태에 의하면, DIW 린스 처리 후에, 기관 (W) 표면의 DIW 를 유기 용제로 치환하여, 기관 (W) 의 상면 전역을 덮는 유기 용제 액막 (150) 이 형성된다. 이 유기 용제 액막 (150) 이 기관 (W) 의 상면 전역을 덮는 상태를 유지하면서, 기관 (W) 의 회전이 감속하게 되어 정지된다. 그리고, 기관 (W) 의 회전이 정지하고, 또한, 히터 유닛 (6) 이 기관 (W) 의 하면에 접촉할 때까지, 유기 용제의 공급이 계속되고, 그 후에 유기 용제의 공급이 정지된다. 그에 따라, 기관 (W) 의 상면에 유기 용제의 두꺼운 액막 (150) 이 형성되고, 또한 히터 유닛 (6) 의 접촉에 의한 기관 (W) 의 급격한 승온시에 있어서도, 그 액막 (150) 에 균열이 발생하는 일이 없다. 이렇게 하여, 유기 용제 액막 (150) 이 기관 (W) 의 상면을 덮고 있는 상태를 시종 유지하면서, 히터 유닛 (6) 에 의한 기관 (W) 의 가열에 의해, 기관 (W) 의 상면과 액막 (150) 의 사이에 유기 용제의 기상층 (152) 이 기관 (W) 의 상면 전역에 걸쳐서 형성된다. 기상층 (152) 은, 기관 (W) 의 표면의 패턴의 내부를 채우고, 또한 패턴의 상면보다 위에 액막 (150) 과의 계면을 갖는다. 따라서, 패턴 내에 유기 용제의 액면이 존재하지 않기 때문에, 패턴은 표면 장력을 받지 않는다. 따라서, 기상층 (152) 에 지지된 상태에서 액막 (150) 을 기관 (W) 외로 배제함으로써, 패턴의 도괴를 억제 또는 방지할 수 있다.
- [0302] 이 실시형태에서는, 액막 (150) 의 배제시에 있어서, 그 중앙을 향하여 불활성 가스가 토출되고, 그에 따라, 하나의 구멍 (151) 이 형성된다. 이 하나의 구멍 (151) 이, 온도 구배 및 대유량 불활성 가스 공급에 의한 액막 (150) 의 이동에 의해 외방으로 넓어진다. 이 때, 기관 (W) 의 회전은 정지하고 있으므로, 액막 (150) 은 큰 두께를 유지한 상태로, 분열하지 않고, 기상층 (152) 상을 기관 (W) 의 외방으로 이동하여, 기관 (W) 외로 배제되어 간다. 온도 구배에 더하여 대유량 불활성 가스 공급에 의해 액막 (150) 의 이동을 보조하고 있으므로, 액막 (150) 의 이동이 도중에 멈추는 일이 없고, 유기 용제가 기관 (W) 의 내방으로 되돌아와 패턴 내에 그 액면을 형성하는 일이 없다. 이에 따라, 유기 용제 액막 (150) 을 배제하는 과정에 있어서의 패턴 도괴를 회피할 수 있다. 또한, 패턴 형성 영역보다 외방의 외주에 남은 액막 (150) 은 기관 (W) 을 저속 회전 시킴으로써 털어내어지고, 그에 따라, 기관 (W) 의 표면으로부터 액막 (150) 이 완전히 배제된다.
- [0303] 이와 같이 하여, 유기 용제 액막 (150) 은, 기상층 (152) 의 형성까지 기관 (W) 의 상면 전역을 덮는 상태를 유지하고, 그 후, 기관 (W) 상으로부터의 배제가 시작되면, 분열하지도 않고, 정지하지도 않고, 기관 (W) 의 외방으로 유도된다. 이에 따라, 기관 (W) 상의 패턴의 도괴를 효과적으로 억제 또는 방지하면서, 기관 (W) 상의 액 성분을 배제할 수 있다.
- [0304] 이상, 이 발명의 실시형태에 대하여 설명해 왔지만, 이 발명은, 또 다른 형태로 실시할 수도 있다. 이 발명

의 범위에 포함되는 몇 가지 형태를 이하에 예시적으로 열거한다.

- [0305] 1. 전술한 실시형태에서는, 린스액으로서의 DIW 를 유기 용제로 치환하고, 그 유기 용제를 기관 외로 배제하기 위해서 불활성 가스를 사용하는 예가 나타나 있다. 그러나, 이 발명은, 유기 용제 처리 (도 8 의 단계 S4, 도 23 의 단계 S24) 를 갖지 않는 프로세스에 대해서도 적용 가능하다. 보다 구체적으로는, 기관을 약액으로 처리하는 약액 처리 공정, 그 후에 기관 상의 약액을 린스액 (DIW 등) 으로 치환하는 린스 처리 공정, 그 후에 기관 상의 린스액을 기관 외로 배제하는 린스액 배제 공정을 포함하는 기관 처리 방법에 대해, 이 발명을 적용해도 된다. 그 경우에, 전술한 실시형태에 따라서, 린스액 배제 공정에 있어서 전술한 제 1 이동 노즐 (11) 을 사용하여, 평행류 토출구 (82) 로부터 방사상으로 토출되는 불활성 가스에 의해 평행 기류 (86) 를 기관의 상방에 형성하고, 선상류 토출구 (81) 로부터 기관의 중심을 향하여 수직으로 불활성 가스를 토출하여 선상 기류 (85) 를 형성하고, 경사류 토출구 (83, 84) 로부터 기관의 상면에 대해 외향 비스듬한 방향으로 불활성 가스를 방사상으로 토출하여 경사 기류 (87, 88) 를 형성하면 된다. 불활성 가스 유량의 점차적 증가, 제 1 이동 노즐 (11) 의 상승 등에 의한 토출 목표 위치의 이동 등도, 전술한 실시형태에 따라서 적절히 적용해도 된다.
- [0306] 2. 전술한 실시형태에서는, 평행류 토출구 (82) 가 하나만 구비된 유체 노즐 (제 1 이동 노즐 (11)) 의 구조를 나타내었다. 그러나, 평행류 토출구는, 2 개 이상 형성되어 있어도 된다. 그 경우에, 유체 노즐 내에는, 각각의 평행류 토출구에 대응한 독립된 복수의 유체로가 형성되어 있어도 되고, 복수 (적어도 2 개) 의 평행류 토출구에서 공유되는 유체로가 형성되어 있어도 된다.
- [0307] 3. 전술한 실시형태에서는, 경사류 토출구 (83, 84) 가 하나 또는 2 개 구비된 유체 노즐 (제 1 이동 노즐 (11)) 의 구조를 나타내었다. 그러나, 경사류 토출구는 3 개 이상 구비되어 있어도 된다. 또, 경사류 토출구가 구비되어 있지 않고, 선상 토출구 (81) 및 평행류 토출구 (82) 가 구비된 유체 노즐이 이 발명의 기관 처리 방법 또는 기관 처리 장치에 적용되어도 된다. 나아가서는, 선상 토출구가 구비되어 있지 않고, 적어도 하나의 평행류 토출구와, 적어도 하나의 경사류 토출구가 구비된 유체 노즐이, 이 발명의 기관 처리 방법 또는 기관 처리 장치에 적용되어도 된다.
- [0308] 4. 전술한 실시형태에서는, 처리액으로서의 유기 용제를 토출하는 중심 토출구 (71) 를 구비한 유체 노즐 (제 1 이동 노즐 (11)) 의 구조를 나타내었다. 그러나, 처리액을 토출하는 기능을 갖지 않는 유체 노즐을 사용하는 것으로 하여, 처리액의 토출은 다른 노즐에 의해 실시하도록 해도 된다.
- [0309] 5. 전술한 실시형태에서는, 선상류 토출구 (81) 로부터 불활성 가스를 직선상으로 토출하는 구멍 형성 단계 (T5) 전에, 히터 유닛 (6) 의 가열면 (6a) 을 기관 (W) 의 하면으로부터 이간시키는 보온 단계 (T4) 가 형성되어 있다. 이 보온 단계 (T4) 를 생략하고, 들어올림 패들 단계 (T3) 에 의해 기관 (W) 을 승온한 후, 이 들어올림 패들 단계 (T3) 에 이어서 구멍 형성 단계 (T5) 를 실행해도 된다.
- [0310] 6. 전술한 실시형태에서는, 스핀 드라이 단계 (T8) 에 있어서, 경사류 토출구 (83, 84) 로부터의 불활성 가스의 토출을 계속하고 있다. 그러나, 스핀 드라이 단계 (T8) 에서는, 경사류 토출구 (83, 84) 로부터의 불활성 가스의 토출을 정지해도 된다. 또, 전술한 실시형태에서는, 구멍 확장 단계 (T6) 가 끝나면, 선상류 토출구 (81) 로부터의 불활성 가스의 토출을 정지하고 있다. 그러나, 선상류 토출구 (81) 로부터의 불활성 가스의 토출은, 외주액 빼기 단계 (T7) 까지 계속해도 되고, 또한 스핀 드라이 단계 (T8) 까지 계속해도 된다.
- [0311] 7. 도 9 에는, 외주액 빼기 단계 (T7) 에 있어서 경사류 토출구 (83) 로부터의 불활성 가스의 토출을 개시하는 예를 나타내고 있다. 그러나, 경사류 토출구 (83) 로부터의 불활성 가스의 토출은, 구멍 확장 단계 (T6) 의 도중부터 개시해도 된다. 보다 구체적으로는, 경사류 토출구 (83) 로부터의 불활성 가스의 토출은, 토출 목표 위치까지 액막의 구멍의 둘레 가장자리가 도달한 타이밍 (보다 바람직하게는 그 직후의 타이밍) 으로 개시되는 것이 바람직하다.
- [0312] 8. 도 17 에는, 제 2 경사류 토출구 (84) 로부터의 불활성 가스 토출 개시 후에도 제 1 경사류 토출구 (83) 로부터의 불활성 가스 토출을 계속하는 예를 나타내었다. 그러나, 제 2 경사류 토출구 (84) 로부터의 불활성 가스 토출을 개시한 후에, 제 1 경사류 토출구 (83) 로부터의 불활성 가스의 토출을 정지해도 된다.
- [0313] 9. 도 18 에는, 촬상 유닛 (140) 을 사용하여 액막에 형성된 구멍의 둘레 가장자리의 위치를 특정하는 구성을 나타내었다. 그러나, 촬상 유닛 (140) 을 사용하지 않고, 예를 들어, 초음파 센서 등의 적절한 센서를 사용하여 기관 (W) 상의 액막의 위치를 직접적으로 검출하는 구성을 채용해도 된다.

- [0314] 10. 불활성 가스로는, 질소 가스 외에도, 청정 공기 그 밖의 불활성 가스를 채용할 수 있다.
- [0315] 11. 처리 대상의 기관은, 원형일 필요는 없고, 사각형의 기관이어도 된다.
- [0316] 12. 제 1 실시형태 등에 나타난 방법에 있어서 사용 가능한 유기 용제는, IPA 외에도, 메탄올, 에탄올, 아세톤, HEF (하이드로플루오로에테르) 를 예시할 수 있다. 이들은, 모두 물 (DIW) 보다 표면 장력이 작은 유기 용제이다. 이 발명은, 유기 용제 이외의 처리액에도 적용 가능하다. 예를 들어, 물 등의 린스액을 기관 외로 배제하기 위해서 이 발명을 적용해도 된다. 린스액으로는, 물 외에도, 탄산수, 전계 이온수, 오존수, 희석 농도 (예를 들어, 10 ~ 100 ppm 정도) 의 염산수, 환원수 (수소수) 등을 예시할 수 있다.
- [0317] 13. 구멍 형성 단계 (T5, T15) 에 있어서, 실온 (예를 들어, 25 °C) 보다 고온의 불활성 가스를 사용해도 된다. 이 경우에는, 불활성 가스가 기관 (W) 에 도달했을 때의 기관 (W) 의 상하면간의 온도차를 줄일 수 있다. 따라서, 히터 유닛 (6) 을 기관 (W) 의 하면에 접촉시킨 상태로, 구멍 형성 단계 (T5, T15) 를 위한 고온 불활성 가스 토출을 실시해도 된다. 불활성 가스의 온도는, 기관 (W) 의 온도에 가까울수록 바람직하다.
- [0318] 14. 전술한 실시형태에서는, 유기 용제 패들 단계 (T2, T12) 에 있어서의 기관 (W) 의 회전의 점차적 감속이 단계적으로 실시되고 있지만, 연속적으로 회전을 감속해도 된다. 예를 들어, 10 초 이상 들어 300 rpm 에서 0 rpm 까지 회전 속도를 연속적 (예를 들어, 직선적) 으로 감속하면, 액막 (150) 이 기관 (W) 의 상면 전역을 덮는 상태를 유지할 수 있다.
- [0319] 15. 유기 용제 패들 단계 (T2, T12) 에 있어서 기관 (W) 의 회전을 감속할 때에, 제 1 이동 노즐 (11) 로부터 토출되는 유기 용제의 유량을 증가시켜도 된다 (증유량 감속 공정). 이 경우에, 기관 (W) 의 회전의 감속은 스텝적으로 실시되어도 되고, 전술한 실시형태와 같이, 점차적으로 실시되어도 된다. 유기 용제의 공급 유량을 증가시킴으로써, 기관 (W) 의 상면의 외주 영역에 있어서의 액 끓김이 잘 발생하지 않게 되므로, 기관 (W) 의 회전을 신속하게 감속하여 정지시킬 수 있다. 이에 따라, 단시간에 기관 (W) 의 회전을 정지할 수 있으므로, 생산성을 향상할 수 있다.
- [0320] 16. 전술한 실시형태에서는, 히터 유닛 (6) 으로부터 기관 (W) 에 주어지는 열량을 증감하기 위해서, 히터 유닛 (6) 과 기관 (W) 의 거리를 변경하고 있다. 그러나, 히터 유닛 (6) 과 기관 (W) 의 사이의 위치 관계의 변경 대신에, 또는 그것과 함께, 히터 유닛 (6) 의 출력을 변화시킴으로써, 기관 (W) 에 주는 열량을 증감해도 된다.
- [0321] 17. 전술한 실시형태에서는, 기상층 (152) 을 형성할 때에, 히터 유닛 (6) 을 기관 (W) 의 하면에 접촉시키고 있다. 그러나, 히터 유닛 (6) 으로부터의 복사열에 의해 기상층 (152) 을 형성할 수 있으면, 히터 유닛 (6) 을 기관 (W) 의 하면으로부터 이격시킨 상태로, 기상층 (152) 의 형성을 위한 기관 가열을 실시해도 된다. 단, 히터 유닛 (6) 의 가열면 (6a) 을 기관 (W) 에 접촉시키는 쪽이, 분위기 온도의 변화 등의 외란 (外亂) 의 영향을 억제할 수 있으므로, 가열의 면내 균일성을 높일 수 있다. 또, 기관 (W) 에 대해서는, 유기 용제의 증발에 의해 빼앗기는 기화열을 보충하여 기상층 (152) 을 형성 및 유지할 수 있는 열량을 줄 필요가 있다. 따라서, 가열면 (6a) 을 기관 (W) 에 접촉시킴으로써, 기관 (W) 을 효율적, 안정적으로 또한 신속하게 가열할 수 있다.
- [0322] 18. 전술한 실시형태에서는, 유기 용제 패들 단계 (T2, T12) 의 도중부터 기관 (W) 의 회전을 완전히 정지시켜 정지 상태로 하고 있다. 또, 유기 용제 패들 단계 (T2, T12) 에 이어지는 들어올림 패들 단계 (T3, T13), 보온 단계 (T4)/노즐 교체 단계 (T14), 및 구멍 형성 단계 (T5, T15) 를 통해서, 기관 (W) 의 정지 상태를 유지하고 있다. 그러나, 기관 (W) 상에 유기 용제의 액막을 계속 유지할 수 있으면, 유기 용제 패들 단계 (T2, T12) 로부터 구멍 형성 단계 (T5, T15) 까지의 기간의 전부 또는 일부의 기간에 있어서 기관을 정지 상태로 하지 않고, 정지 상태와 동일시킬 수 있는 정도의 저속 (예를 들어, 10 rpm 정도) 으로 회전시키도록 해도 된다. 예를 들어, 구멍 형성 단계 (T5, T15) 에 있어서 기관 (W) 을 이와 같은 속도로 회전시켜도 된다.
- [0323] 19. 회전 축선 (A1) 둘레로 히터 유닛 (6) 을 회전시키기 위한 전동 모터 등으로 이루어지는 회전 유닛을 또한 구비해도 된다. 이 경우, 히터 유닛 (6) 을 기관 (W) 의 회전에 동기하여 회전시킬 수 있다.
- [0324] 20. 전술한 제 4 실시형태에서는, 제 1 이동 노즐 (11A) 에 유기 용제 노즐 (191) 이 구비되는 한편으로, 구멍 형성 등을 위한 불활성 가스의 공급은 제 2 이동 노즐 (12) 로부터 실시되고 있다. 그러나, 예를 들어, 제 1 이동 노즐 (11A) 에 유기 용제 노즐 (191) 과 함께, 기관 (W) 의 회전 중심을 향하여 불활성 가스를 토출할 수 있는 가스 노즐을 구비하고, 이 가스 노즐로부터 구멍 형성을 위한 불활성 가스 공급을 실시해도 된다.

또한, 전술한 가스 노즐 (192) 의 중심 기체 토출구 (197) 는, 펀칭 플레이트 (204) 에 의해 확산된 기체류를 토출하므로, 구멍 형성 단계의 실행에는 반드시 적합한 것은 아니다. 보다 좁은 영역을 향하여 기체를 토출할 수 있는 형태의 노즐, 구체적으로는 직관상 노즐이나 이류체 노즐 등과 같은 튜브 노즐을 구멍 형성 단계의 실행을 위해서 사용하는 것이 바람직하다.

- [0325] 21. 제 1 이동 노즐 (11A) 에 유기 용제 노즐 (191) 과 함께 구멍 형성 단계를 위한 가스 노즐이 구비되는 경우에는, 노즐 교체 단계는 생략되어도 된다. 단, 이 경우에도, 구멍 형성 단계를 위해서 가스 노즐로부터 토출된 불활성 가스가 액막 (150) 에 도달하는 순간에는, 히터 유닛 (6) 은 기관 (Ⅶ) 의 하면으로부터 이격시켜 두는 것이 바람직하다.
- [0326] 이 명세서 및 첨부 도면으로부터는, 특허청구범위에 기재한 특징 이외에도, 이하와 같은 특징이 추출될 수 있다. 이들 특징은, 「발명의 개요」 의 항에 기재한 특징과 임의로 조합 가능하다.
- [0327] A1. 수평으로 유지된 기관의 상면에 처리액을 공급하여 상기 기관의 상면 전역을 덮는 처리액의 액막을 형성하는 액막 형성 공정과,
- [0328] 상기 기관을 가열하여 상기 기관의 상면에 접하는 처리액을 증발시켜, 상기 기관의 상면과 상기 처리액의 사이에 기상층을 형성하고, 상기 기상층 상에 상기 액막을 유지하는 기상층 형성 공정과,
- [0329] 상기 기상층이 형성된 후, 상기 기관 상의 상기 액막에 제 1 유량으로 기체를 분사하여 처리액을 부분적으로 배제함으로써 상기 액막에 구멍을 형성하는 구멍 형성 공정과,
- [0330] 상기 기관을 가열함으로써, 상기 구멍을 상기 기관의 외주를 향하여 확장하고, 상기 기상층 상에서 액막을 이동시킴으로써, 상기 액막을 구성하는 처리액을 기관 외로 배제하는 가열 배제 공정과,
- [0331] 상기 구멍 형성 공정 후, 상기 기관의 표면에 있어서의 상기 구멍 내의 영역에, 상기 제 1 유량보다 큰 제 2 유량으로 기체를 분사하여, 상기 구멍을 기관의 외주를 향하여 확장하고, 상기 기상층 상에서 액막을 이동시킴으로써, 상기 액막을 구성하는 처리액을 상기 기관 외로 배제하는 기체 배제 공정
- [0332] 을 포함하는, 기관 처리 방법.
- [0333] A2. 상기 구멍 형성 공정에서는 상기 기관을 정지 상태로 하는, A1 에 기재된 기관 처리 방법.
- [0334] A3. 가열 배제 공정 후, 상기 기관을 연직 방향을 따르는 회전 축선 둘레로 외주 털어내기 속도로 회전함으로써, 상기 기관의 외주부의 처리액을 상기 기관 외로 털어내는 회전 털어내기 공정을 또한 포함하는, A2 에 기재된 기관 처리 방법.
- [0335] A4. 상기 회전 털어내기 공정 후, 상기 기관을 상기 회전 축선 둘레로, 상기 외주 털어내기 속도보다 고속의 건조 속도로 회전시키는 고속 회전 건조 공정을 또한 포함하는, A3 에 기재된 기관 처리 방법.
- [0336] A5. 상기 액막 형성 공정은,
- [0337] 상기 기관을 연직 방향을 따르는 회전 축선 둘레로 액 공급 속도로 회전하는 액 공급 속도 회전 공정과,
- [0338] 상기 액 공급 속도 회전 공정 중에 상기 기관의 상면으로의 처리액의 공급을 개시하여, 상기 기관의 상면 전역을 덮는 상기 액막을 형성하는 처리액 공급 공정과,
- [0339] 상기 처리액 공급 공정의 실행 중에, 상기 액막이 상기 기관의 상면 전역을 덮는 상태를 유지하면서, 상기 기관의 회전을 상기 액 공급 속도로부터 정지까지 감속하는 감속 공정과,
- [0340] 상기 감속 공정 후에, 상기 처리액의 상기 기관의 상면으로의 공급을 정지하는 공급 정지 공정을 포함하는, A1 ~ A4 중 어느 한 항에 기재된 기관 처리 방법.
- [0341] A6. 상기 감속 공정이, 상기 기관의 회전 속도를 점차적으로 감소시키는 점차 감속 공정을 포함하는, A5 에 기재된 기관 처리 방법.
- [0342] A7. 상기 점차 감속 공정이, 상기 기관의 회전 속도를 단계적으로 감속하는 단계적 감속 공정을 포함하는, A6 에 기재된 기관 처리 방법.
- [0343] A8. 상기 점차 감속 공정이, 상기 기관의 회전 속도를 연속적으로 감소시키는 연속적 감속 공정을 포함하는, A6 에 기재된 기관 처리 방법.

- [0344] A9. 상기 감속 공정이, 상기 처리액의 공급 유량을 증가시킨 상태로 상기 기관의 회전 속도를 감속시키는 증유량 감속 공정을 포함하는, A5 ~ A8 중 어느 한 항에 기재된 기관 처리 방법.
- [0345] A10. 상기 처리액 공급 공정이, 상기 처리액으로서의 유기 용제를 공급하는 유기 용제 공급 공정이며,
- [0346] 상기 유기 용제 공급 공정의 전에, 상기 기관의 상면에 상기 유기 용제와는 다른 처리액을 공급하는 공정을 또한 포함하고,
- [0347] 상기 감속 공정이, 상기 기관 상의 모든 상기 다른 처리액을 상기 유기 용제가 치환한 후에 개시되는, A5 ~ A9 중 어느 한 항에 기재된 기관 처리 방법.
- [0348] A11. 상기 기상층 형성 공정이, 상기 기관에 주는 열량을 증가시키는 열량 증가 공정을 포함하고,
- [0349] 상기 액막 형성 공정이, 상기 기관의 상면에 처리액을 공급하는 처리액 공급 공정과, 상기 열량 증가 공정의 개시보다 후에 상기 처리액의 공급을 정지하는 공급 정지 공정을 포함하는, A1 ~ A10 중 어느 한 항에 기재된 기관 처리 방법.
- [0350] A12. 상기 액막 형성 공정 중에, 상기 기상층 형성 공정보다 적은 열량으로 상기 기관을 예열하는 기관 예열 공정을 또한 포함하고,
- [0351] 상기 열량 증가 공정이, 상기 기관에 주는 열량을 상기 기관 예열 공정보다 증가시키는 공정인, A11 에 기재된 기관 처리 방법.
- [0352] A13. 상기 기관 예열 공정이, 히터 유닛을 상기 기관의 하면으로부터 소정 거리만큼 떨어진 이격 위치에 배치하여, 상기 히터 유닛으로부터의 복사열로 상기 기관을 가열하는 공정을 포함하고,
- [0353] 상기 열량 증가 공정이, 상기 기관 예열 공정에 있어서의 상기 이격 위치보다 상기 히터 유닛을 상기 기관의 하면에 접근시키는 공정을 포함하는, A12 에 기재된 기관 처리 방법.
- [0354] A14. 상기 열량 증가 공정이, 상기 히터 유닛을 상기 기관의 하면에 접촉시키는 공정을 포함하는, A13 에 기재된 기관 처리 방법.
- [0355] A15. 상기 구멍 형성 공정이, 처리액의 상기 기관의 상면으로의 공급을 정지한 후에 실행되는, A1 ~ A14 중 어느 한 항에 기재된 기관 처리 방법.
- [0356] A16. 상기 기상층 형성 공정이, 상기 기관에 주는 열량을 증가시키는 열량 증가 공정과, 상기 열량 증가 공정 후에, 상기 기관에 주는 열량을 감소시키는 열량 감소 공정을 포함하고,
- [0357] 상기 가열 배제 공정이, 상기 열량 감소 공정 후에, 상기 기관에 주는 열량을 다시 증가시키는 재열량 증가 공정을 포함하고,
- [0358] 상기 열량 감소 공정에 의해 상기 기관에 주는 열량이 감소된 상태로, 상기 구멍 형성 공정이 개시되는, A1 ~ A15 중 어느 한 항에 기재된 기관 처리 방법.
- [0359] A17. 상기 구멍 형성 공정의 개시와 상기 재열량 증가 공정의 개시가 거의 동시인, A16 에 기재된 기관 처리 방법.
- [0360] A18. 상기 구멍 형성 공정이, 실온보다 고온의 기체를 분사하는 공정을 포함하는, A1 ~ A17 중 어느 한 항에 기재된 기관 처리 방법.
- [0361] A19. 상기 처리액이 유기 용제인, A1 ~ A18 중 어느 한 항에 기재된 기관 처리 방법.
- [0362] A20. 기관을 수평으로 유지하는 기관 유지 유닛 (5) 과,
- [0363] 상기 기관 유지 유닛에 유지되어 있는 기관의 상면에 처리액을 공급함으로써, 기관의 상면 전역을 덮는 처리액의 액막을 형성하는 처리액 공급 유닛 (35) 과,
- [0364] 상기 기관 유지 유닛에 유지되어 있는 기관을, 기관의 상면 전역이 처리액의 액막으로 덮여 있는 상태에서, 처리액의 비점 이상의 온도에서 가열함으로써, 처리액을 증발시켜, 처리액의 액막과 기관의 상면의 사이에 기상층을 형성하는 가열 유닛 (6) 과,
- [0365] 기관 상의 처리액에 기체를 분사하는 기체 분사 유닛 (36 A) 과,

- [0366] 기관 상에 상기 기상층에 의해 지지되어 있는 처리액의 액막에 상기 기체 분사 유닛으로부터 제 1 유량으로 기체를 분사하여, 당해 액막에 구멍을 형성하는 구멍 형성 공정과, 상기 가열 유닛에 의해 기관을 가열함으로써 상기 구멍을 기관의 외주를 향하여 확장하고, 상기 기상층 상에서 액막을 이동시켜 처리액을 기관 외로 배제하는 가열 배제 공정과, 상기 구멍 내의 영역에 상기 기체 분사 유닛으로부터 상기 제 1 유량보다 큰 제 2 유량으로 기체를 분사하여 상기 구멍을 기관의 외주를 향하여 확장함으로써 처리액을 기관 외로 배제하는 기체 배제 공정을 실행하는 제어 유닛 (3) 을 포함하는, 기관 처리 장치. 또한, 괄호 내의 숫자는, 전술한 실시형태에 있어서의 대응 구성 요소의 참조 부호를 나타낸다. 이하 동일.
- [0367] A21. 상기 기관 유지 유닛에 유지된 기관을 연직 방향을 따르는 회전 축선 둘레로 회전시키는 기관 회전 유닛 (23) 을 또한 포함하고,
- [0368] 상기 제어 유닛은, 상기 가열 배제 공정보다 후에, 상기 기관 회전 유닛에 의해 기관을 외주 털어내기 속도로 회전함으로써, 기관의 외주부의 처리액을 기관 외로 털어내는 회전 털어내기 공정을 또한 실행하는, A20 에 기재된 기관 처리 장치.
- [0369] B1. 수평으로 유지된 기관의 상면 전역을 덮는 처리액의 액막을 형성하는 액막 형성 공정과,
- [0370] 상기 기관을 가열하여 기관의 상면에 접하는 처리액을 증발시켜, 상기 기관의 상면과 상기 처리액의 사이에 기상층을 형성하고, 상기 기상층 상에 상기 액막을 유지하는 기상층 형성 공정과,
- [0371] 상기 기상층이 형성된 후, 상기 기관을 정지 상태로 유지하여, 상기 기관의 외주로 상기 액막을 이동시키는 액막 이동 공정과,
- [0372] 상기 액막 이동 공정 후에, 상기 기관을 연직인 회전 축선 둘레로 털어내기 회전 속도로 회전하여, 상기 기관의 외주부에 남는 액막을 원심력에 의해 털어내는 회전 털어내기 공정과,
- [0373] 상기 회전 털어내기 공정 후에, 상기 기관을 상기 회전 축선 둘레로, 상기 털어내기 회전 속도보다 고속의 건조 회전 속도로 회전시켜 기관을 건조시키는 건조 공정
- [0374] 을 포함하는 기관 처리 방법.
- [0375] B2. 기관을 수평으로 유지하는 기관 유지 유닛 (5) 과,
- [0376] 상기 기관 유지 유닛에 유지된 기관을 연직 방향을 따르는 회전 축선 둘레로 회전시키는 기관 회전 유닛 (23) 과,
- [0377] 상기 기관 유지 유닛에 유지되어 있는 기관의 상면에 처리액을 공급함으로써, 기관의 상면 전역을 덮는 처리액의 액막을 형성하는 처리액 공급 유닛 (35) 과,
- [0378] 상기 기관 유지 유닛에 유지되어 있는 기관을, 기관의 상면 전역이 처리액의 액막으로 덮여 있는 상태에서, 처리액의 비점 이상의 온도에서 가열함으로써, 처리액을 증발시켜, 처리액의 액막과 기관의 상면의 사이에 기상층을 형성하는 가열 유닛 (6) 과,
- [0379] 상기 기관 유지 유닛, 상기 기관 회전 유닛, 상기 처리액 공급 유닛 및 상기 가열 유닛을 제어하여, B1 에 기재된 기관 처리 방법을 실행하는 제어 유닛 (3) 을 포함하는, 기관 처리 장치.
- [0380] C1. 수평 자세의 기관을 연직 방향을 따르는 회전 축선 둘레로 액 공급 속도로 회전하는 액 공급 속도 회전 공정과,
- [0381] 상기 공급 속도 회전 공정 중에 상기 기관의 상면으로의 처리액의 공급을 개시하여, 상기 기관의 상면 전역을 덮는 처리액의 액막을 형성하는 액막 형성 공정과,
- [0382] 상기 액막 형성 공정의 실행 중에, 상기 처리액의 액막을 유지하면서, 상기 기관의 회전을 상기 액 공급 속도로부터 정지까지 감속하는 감속 공정과,
- [0383] 상기 감속 공정 후에, 상기 처리액의 상기 기관의 상면으로의 공급을 정지하는 공급 정지 공정과,
- [0384] 상기 공급 정지 공정 후에, 상기 기관을 가열하여 기관의 상면에 접하는 처리액을 증발시켜, 상기 기관의 상면과 상기 처리액의 사이에 기상층을 형성하고, 상기 기상층 상에 상기 액막을 유지하는 기상층 형성 공정과,
- [0385] 상기 기상층이 형성된 후, 상기 기관의 외주로 상기 액막을 이동시키는 액막 이동 공정을 포함하는, 기관 처리

방법.

- [0386] C2. 상기 감속 공정이, 상기 기관의 회전 속도를 점차적으로 감소시키는 점차 감속 공정을 포함하는, C1 에 기재된 기관 처리 방법.
- [0387] C3. 상기 점차 감속 공정이, 상기 기관의 회전 속도를 단계적으로 감소시키는 단계적 감속 공정을 포함하는, C2 에 기재된 기관 처리 방법.
- [0388] C4. 상기 점차 감속 공정이, 상기 기관의 회전 속도를 연속적으로 감소시키는 연속적 감속 공정을 포함하는, C2 에 기재된 기관 처리 방법.
- [0389] C5. 상기 감속 공정이, 상기 처리액의 공급 유량을 증가시킨 상태로 상기 기관의 회전을 감속시키는 증유량 감속 공정을 포함하는, C1 ~ C4 중 어느 한 항에 기재된 기관 처리 방법.
- [0390] C6. 상기 액막 형성 공정이, 상기 처리액으로서의 유기 용제를 공급하는 유기 용제 공급 공정이고,
- [0391] 상기 유기 용제 공급 공정의 전에, 상기 기관의 상면에 상기 유기 용제와는 다른 처리액을 공급하는 공정을 포함하고,
- [0392] 상기 감속 공정이, 상기 기관 상의 모든 상기 다른 처리액을 상기 유기 용제가 치환한 후에 개시되는, C1 ~ C5 중 어느 한 항에 기재된 기관 처리 방법.
- [0393] C7. 상기 액막 형성 공정 중에, 상기 기상층 형성 공정보다 적은 열량으로 상기 기관을 예열하는 기관 예열 공정을 또한 포함하고,
- [0394] 상기 기상층 형성 공정이, 상기 기관에 주는 열량을 상기 기관 예열 공정보다 증가시키는 열량 증가 공정을 포함하는, C1 ~ C6 중 어느 한 항에 기재된 기관 처리 방법.
- [0395] C8. 상기 기관 예열 공정이, 히터 유닛을 상기 기관의 하면으로부터 소정 거리만큼 떨어진 이격 위치에 배치하여, 상기 히터 유닛으로부터의 복사열로 상기 기관을 가열하는 공정을 포함하고,
- [0396] 상기 열량 증가 공정이, 상기 기관 예열 공정에 있어서의 상기 이격 위치보다 상기 히터 유닛을 상기 기관의 하면에 접근시키는 공정을 포함하는, C7 에 기재된 기관 처리 방법.
- [0397] C9. 상기 열량 증가 공정이, 상기 히터 유닛을 상기 기관의 하면에 접촉시키는 공정을 포함하는, C8 에 기재된 기관 처리 방법.
- [0398] C10. 기관을 수평으로 유지하는 기관 유지 유닛과,
- [0399] 상기 기관 유지 유닛에 유지된 기관을 연직 방향을 따르는 회전 축선 둘레로 회전시키는 기관 회전 유닛과,
- [0400] 상기 기관 유지 유닛에 유지되어 있는 기관의 상면에 처리액을 공급함으로써, 기관의 상면 전역을 덮는 처리액의 액막을 형성하는 처리액 공급 유닛과,
- [0401] 상기 기관 유지 유닛에 유지되어 있는 기관을, 기관의 상면 전역이 처리액의 액막으로 덮여 있는 상태에서, 처리액의 비점 이상의 온도에서 가열함으로써, 처리액을 증발시켜, 처리액의 액막과 기관의 상면의 사이에 기상층을 형성하는 가열 유닛과,
- [0402] 상기 기관 유지 유닛, 상기 기관 회전 유닛, 상기 처리액 공급 유닛 및 상기 가열 유닛을 제어하여, C1 ~ C9 중 어느 한 항에 기재된 기관 처리 방법을 실행하는 제어 유닛을 포함하는, 기관 처리 장치.
- [0403] D1. 수평으로 유지된 기관의 상면에 처리액을 공급하고, 상기 기관의 상면의 전역을 덮는 처리액의 액막을 형성하는 액막 형성 공정과,
- [0404] 상기 처리액의 액막이 기관의 상면에 형성된 후, 상기 처리액의 공급을 계속하면서 상기 기관에 주는 열량을 증가시키는 열량 증가 공정과, 상기 열량 증가 공정의 개시 후에 상기 처리액의 공급을 정지하는 공급 정지 공정을 포함하고, 상기 기관을 가열하여 상기 기관의 상면에 접하는 처리액을 증발시켜, 상기 기관의 상면과 상기 처리액의 사이에 기상층을 형성하고, 상기 기상층 상에 상기 액막을 유지하는 기상층 형성 공정과,
- [0405] 상기 기상층이 형성된 후, 상기 기관의 외주로 상기 액막을 이동시키는 액막 이동 공정을 포함하는, 기관 처리 방법.
- [0406] D2. 상기 액막 형성 공정 중에, 상기 기상층 형성 공정보다 적은 열량으로 상기 기관을 예열하는 기관 예열 공

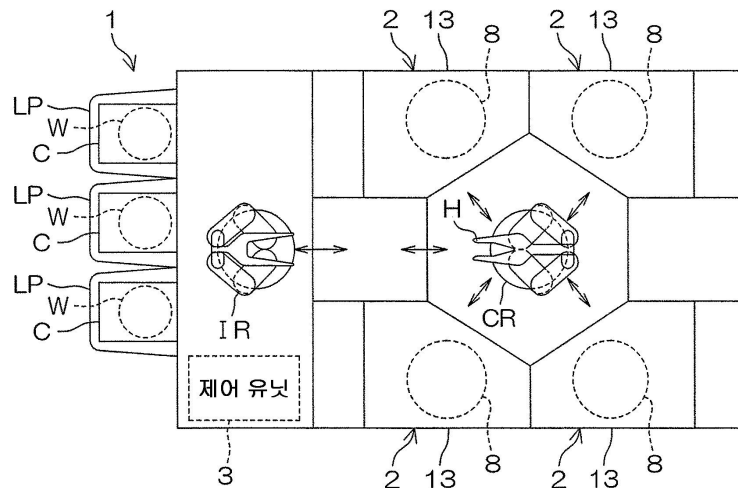
정을 또한 포함하고,

- [0407] 상기 열량 증가 공정이, 상기 기관에 주는 열량을 상기 기관 예열 공정보다 증가시키는 공정인, D1 에 기재된 기관 처리 방법.
- [0408] D3. 상기 기관 예열 공정이, 히터 유닛을 상기 기관의 하면으로부터 소정 거리만큼 떨어진 이격 위치에 배치하여, 상기 히터로부터의 복사열로 상기 기관을 가열하는 공정을 포함하고,
- [0409] 상기 열량 증가 공정이, 상기 기관 예열 공정에 있어서의 상기 이격 위치보다 상기 히터 유닛을 상기 기관의 하면에 접근시키는 공정을 포함하는, D2 에 기재된 기관 처리 방법.
- [0410] D4. 상기 열량 증가 공정이, 상기 히터 유닛을 상기 기관의 하면에 접촉시키는 공정을 포함하는, D3 에 기재된 기관 처리 방법.
- [0411] D5. 상기 기상층 형성 공정이, 상기 기관의 하면에 상기 히터 유닛을 소정 시간에 걸쳐 접촉시키는 공정을 포함하는, D3 또는 D4 에 기재된 기관 처리 방법.
- [0412] D6. 기관을 수평으로 유지하는 기관 유지 유닛과,
- [0413] 상기 기관 유지 유닛에 유지되어 있는 기관의 상면에 처리액을 공급함으로써, 기관의 상면 전역을 덮는 처리액의 액막을 형성하는 처리액 공급 유닛과,
- [0414] 상기 기관 유지 유닛에 유지되어 있는 기관을, 기관의 상면 전역이 처리액의 액막으로 덮여 있는 상태에서, 처리액의 비점 이상의 온도에서 가열함으로써, 처리액을 증발시켜, 처리액의 액막과 기관의 상면의 사이에 기상층을 형성하는 가열 유닛과,
- [0415] 상기 기관 유지 유닛, 상기 처리액 공급 유닛 및 상기 가열 유닛을 제어하여, D1 ~ D5 중 어느 한 항에 기재된 기관 처리 방법을 실행하는 제어 유닛을 포함하는, 기관 처리 장치.
- [0416] E1. 수평으로 유지된 기관의 상면 전역을 덮는 처리액의 액막을 형성하는 액막 형성 공정과,
- [0417] 상기 기관을 가열하여 기관의 상면에 접하는 처리액을 증발시켜, 상기 기관의 상면과 상기 처리액의 사이에 기상층을 형성하고, 상기 기상층 상에 상기 액막을 유지하는 기상층 형성 공정과,
- [0418] 상기 기상층이 형성된 후, 상기 기관을 정지 상태로 유지하여, 상기 기관의 외주로 상기 액막을 이동시키는 액막 이동 공정과,
- [0419] 상기 액막 이동 공정 후에, 상기 기관을 연직인 회전 축선 둘레로 털어내기 회전 속도로 회전하여, 상기 기관의 외주부에 남는 액막을 원심력에 의해 털어내는 회전 털어내기 공정과,
- [0420] 상기 회전 털어내기 공정 후에, 상기 기관을 상기 회전 축선 둘레로, 상기 털어내기 회전 속도보다 고속의 건조 회전 속도로 회전시켜 기관을 건조시키는 건조 공정
- [0421] 을 포함하는 기관 처리 방법.
- [0422] E2. 기관을 수평으로 유지하는 기관 유지 유닛과,
- [0423] 상기 기관 유지 유닛에 유지된 기관을 연직 방향을 따르는 회전 축선 둘레로 회전시키는 기관 회전 유닛과,
- [0424] 상기 기관 유지 유닛에 유지되어 있는 기관의 상면에 처리액을 공급함으로써, 기관의 상면 전역을 덮는 처리액의 액막을 형성하는 처리액 공급 유닛과,
- [0425] 상기 기관 유지 유닛에 유지되어 있는 기관을, 기관의 상면 전역이 처리액의 액막으로 덮여 있는 상태에서, 처리액의 비점 이상의 온도에서 가열함으로써, 처리액을 증발시켜, 처리액의 액막과 기관의 상면의 사이에 기상층을 형성하는 가열 유닛과,
- [0426] 상기 기관 유지 유닛, 상기 기관 회전 유닛, 상기 처리액 공급 유닛 및 상기 가열 유닛을 제어하여, E1 에 기재된 기관 처리 방법을 실행하는 제어 유닛을 포함하는, 기관 처리 장치.
- [0427] F1. 연직인 회전 축선 둘레로 회전 가능한 스핀 베이스와,
- [0428] 상기 스핀 베이스에 형성되고, 기관을 파지하는 닫힌 상태와, 기관의 파지를 개방한 열린 상태로 변위 가능하고, 기관을 수평 자세로 유지하는 척 부재와,

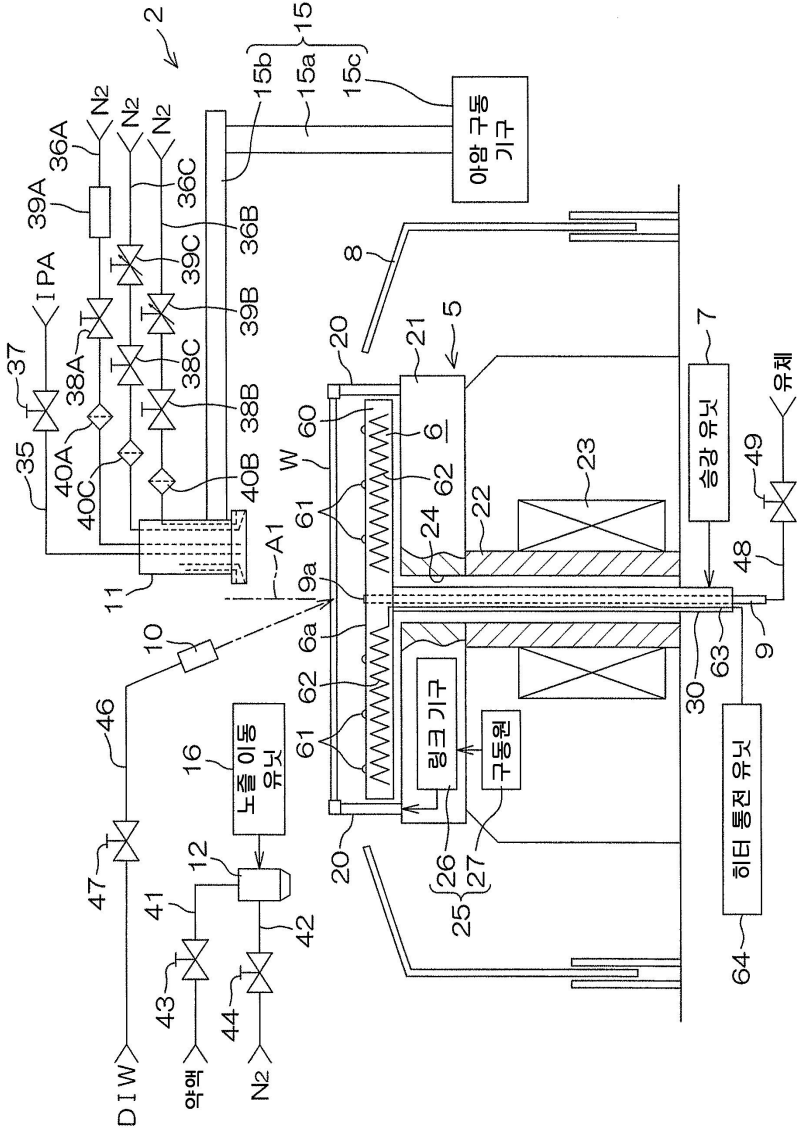
- [0429] 상기 닫힌 상태와 상기 열린 상태로 상기 척 부재를 구동하는 척 부재 구동 유닛과,
- [0430] 상기 스핀 베이스의 상방에 승강 가능하게 형성되고, 기관의 하면의 중앙 영역 및 둘레 가장자리 영역을 포함하는 거의 전역에 대향하는 가열면을 갖고, 기관을 하면측으로부터 가열하는 히터 유닛과,
- [0431] 상기 히터 유닛을 승강시키는 승강 유닛을 포함하고,
- [0432] 상기 척 부재가, 상기 닫힌 상태에 있어서 기관의 둘레 단면에 접하여 기관을 파지하고, 상기 열린 상태에 있어서 기관의 둘레 단면으로부터 이간하는 파지부와, 적어도 상기 열린 상태에 있어서 기관의 둘레가장자리부의 하면에 대향하고, 기관을 하면으로부터 지지하는 지지부를 포함하고,
- [0433] 상기 회전 축선을 따라 본 평면시(平面視)에 있어서, 상기 지지부가, 상기 닫힌 상태 및 상기 열린 상태 중 어느 것에 있어서도 상기 히터 유닛의 상기 가열면의 둘레 가장자리로부터 외방으로 이격된 측면을 갖고, 상기 히터 유닛이 상기 닫힌 상태 및 열린 상태 중 어느 것에 있어서도 상기 가열면을 상기 측면의 내측을 통과시켜 승강 가능하도록 상기 척 부재가 구성되어 있는, 기관 처리 장치.
- [0434] F2. 상기 회전 축선을 따라 본 평면시에 있어서, 상기 히터 유닛이 상기 열린 상태 및 닫힌 상태 중 어느 것에 있어서도 상기 가열면을 상기 파지부의 내측을 통과시켜 승강 가능하도록 상기 척 부재가 구성되어 있는, F1 에 기재된 기관 처리 장치.
- [0435] 이 출원은, 2015년 1월 23일에 일본 특허청에 제출된 일본 특허출원 2015-011710호 및 2015년 2월 27일에 일본 특허청에 제출된 일본 특허출원 2015-039025호에 대응하고 있고, 이들 출원의 전체 개시는 여기에 인용에 의해 도입되는 것으로 한다.
- [0436] 본 발명의 실시형태에 대하여 상세하게 설명해 왔지만, 이들은 본 발명의 기술적 내용을 분명히 하기 위해서 이 용된 구체예에 지나지 않고, 본 발명은 이들 구체예에 한정되어 해석되어야 하는 것은 아니며, 본 발명의 범위는 첨부된 특허청구범위에 의해서만 한정된다.

도면

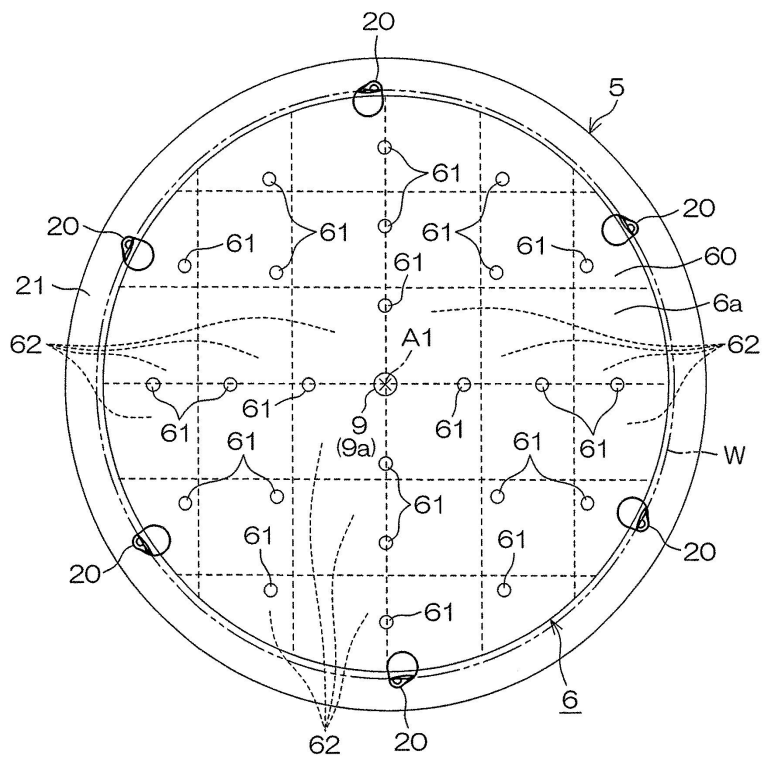
도면1



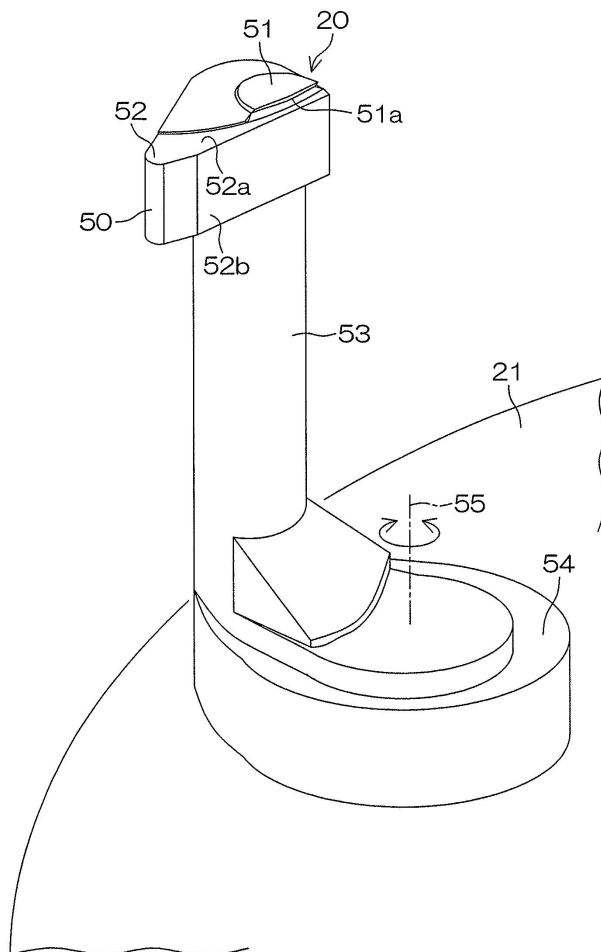
도면2



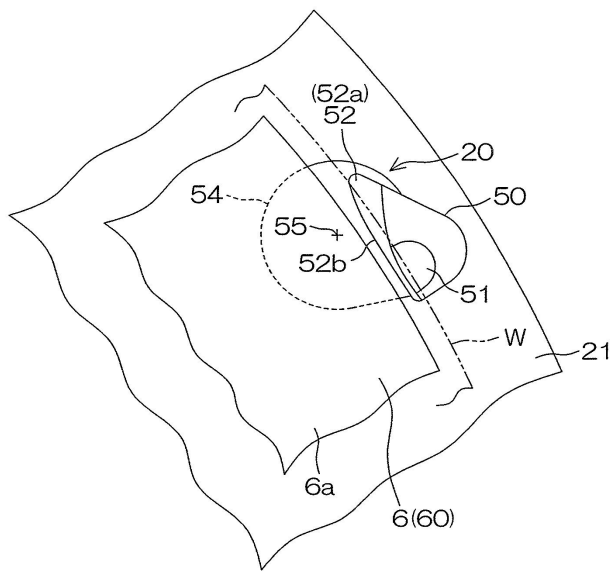
도면3



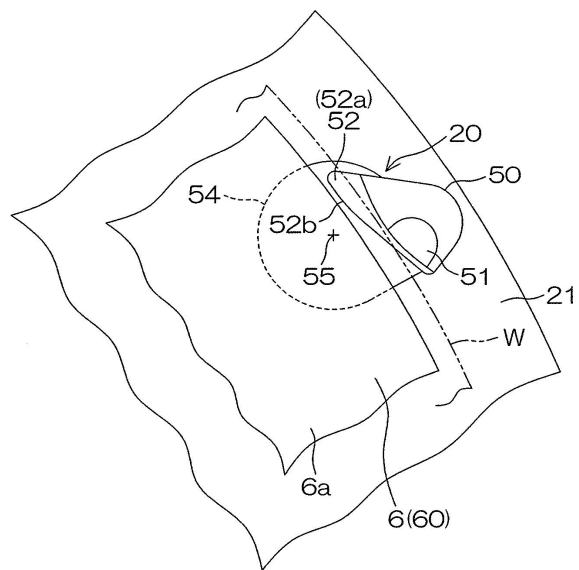
도면4



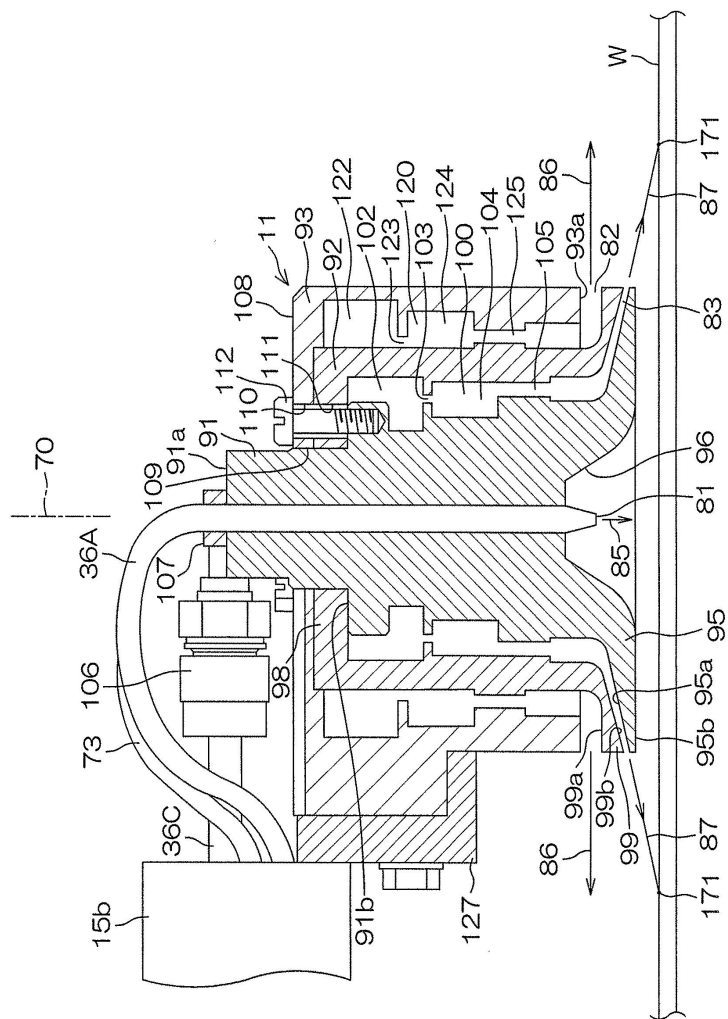
도면5a



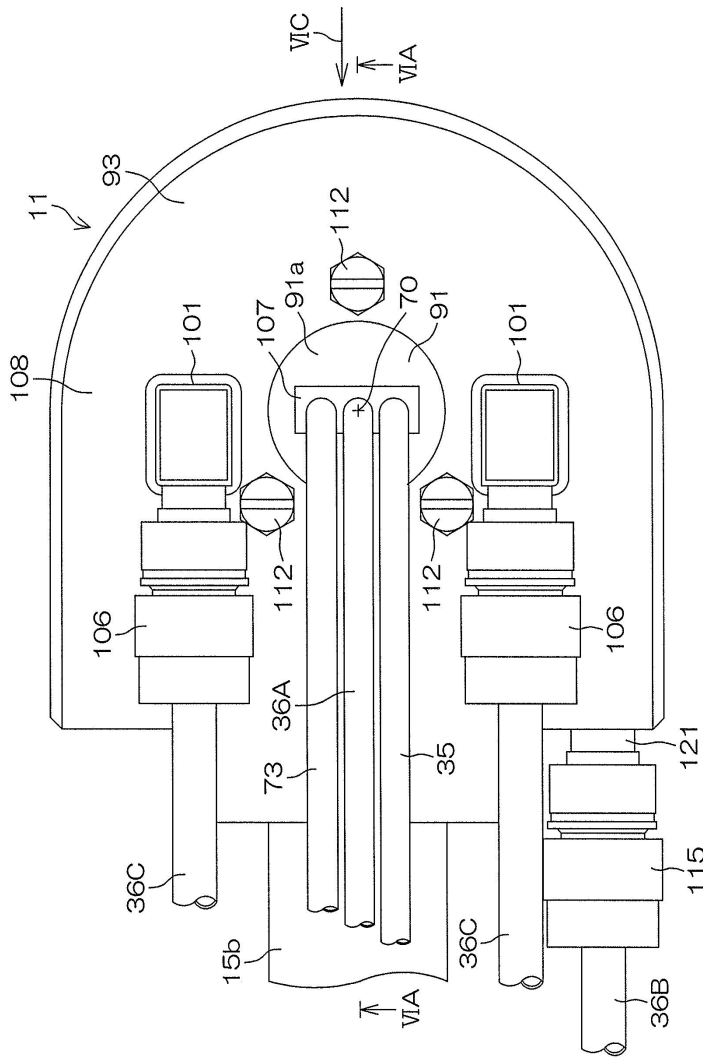
도면5b



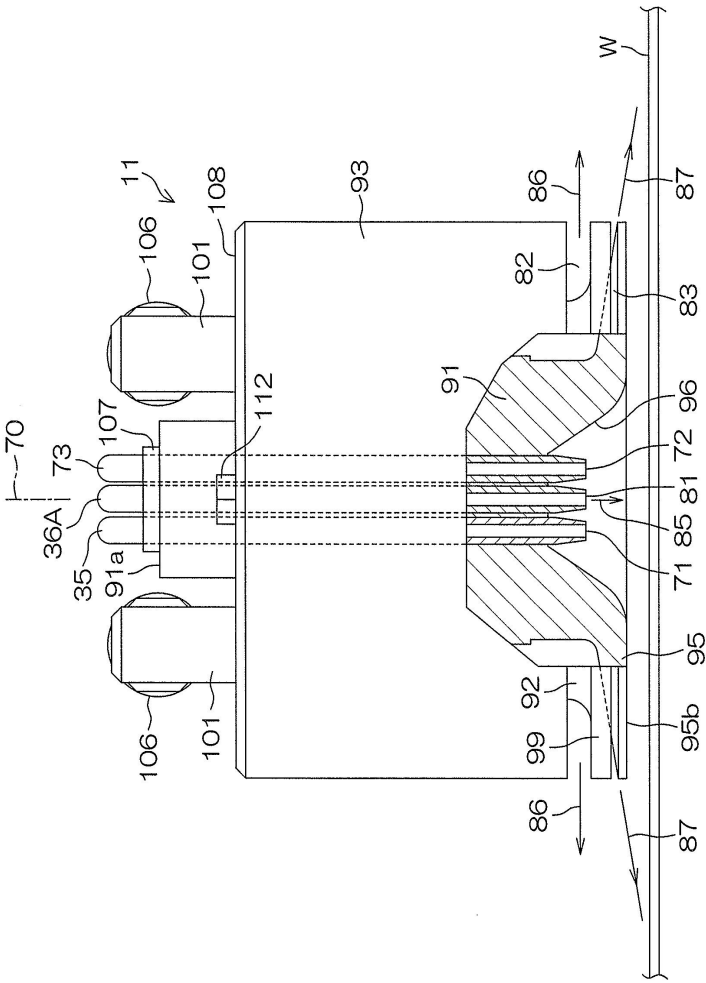
도면6a



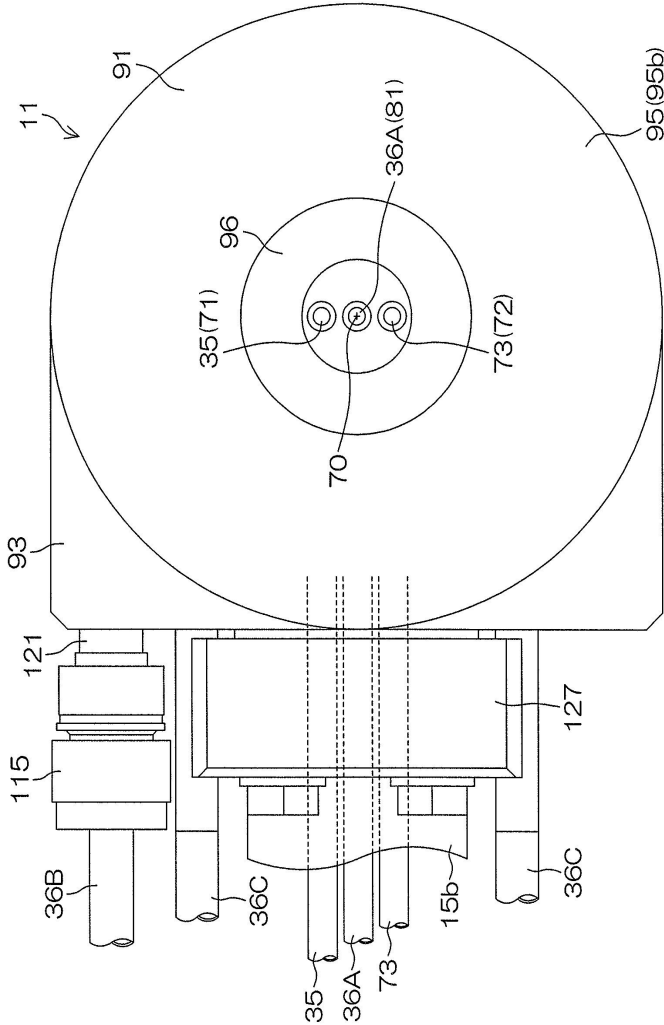
도면6b



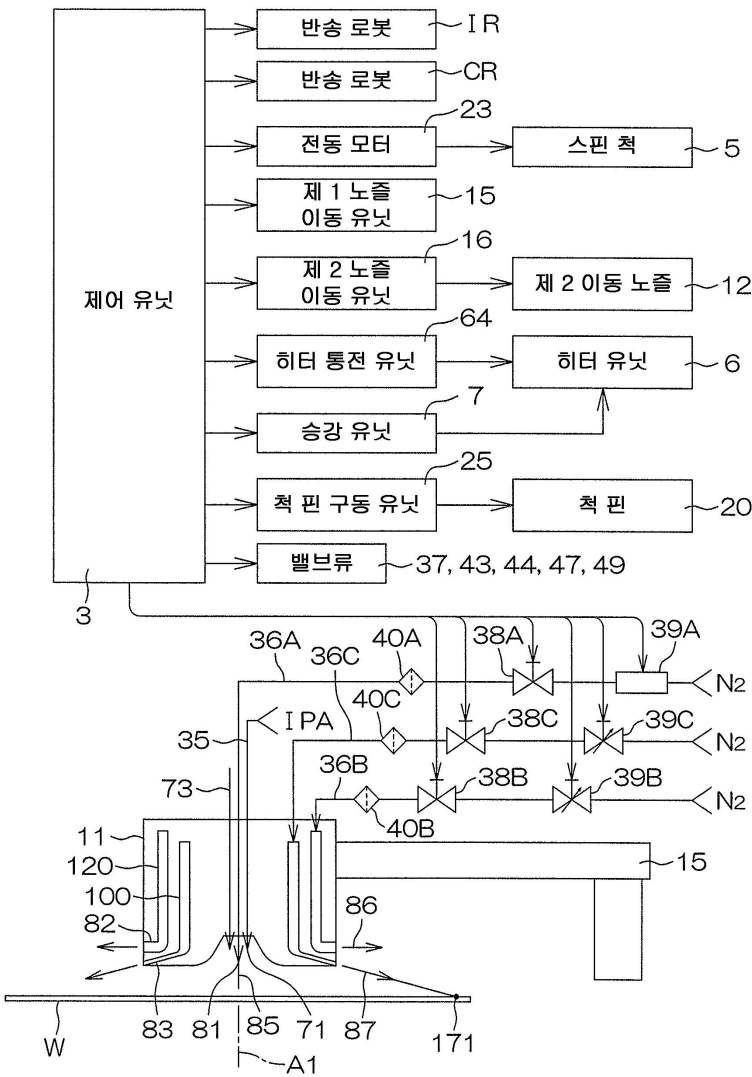
도면6c



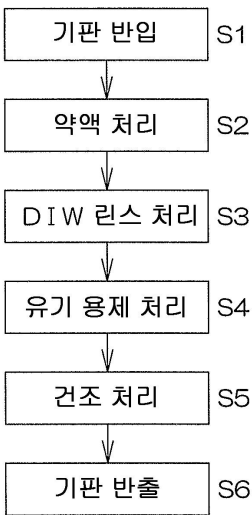
도면6d



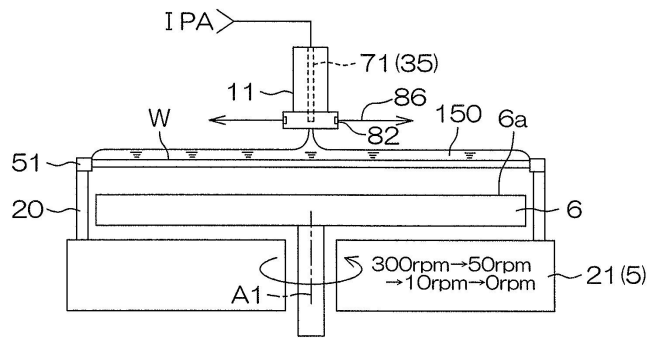
도면7



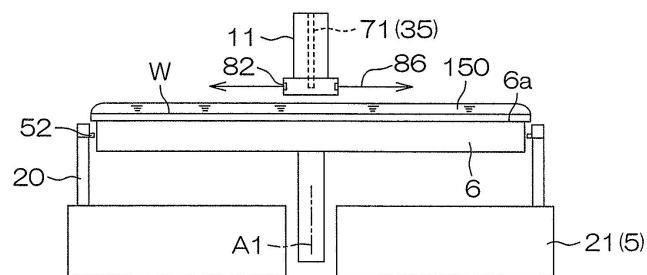
도면8



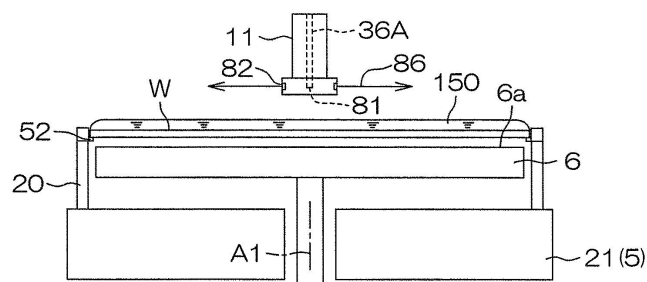
도면10b



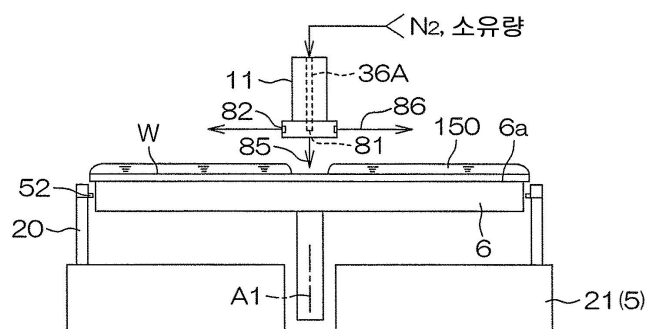
도면10c



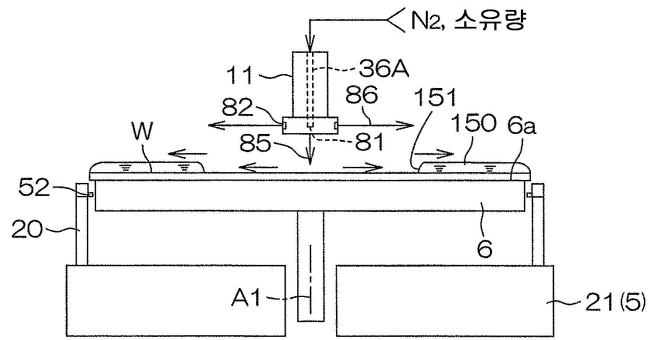
도면10d



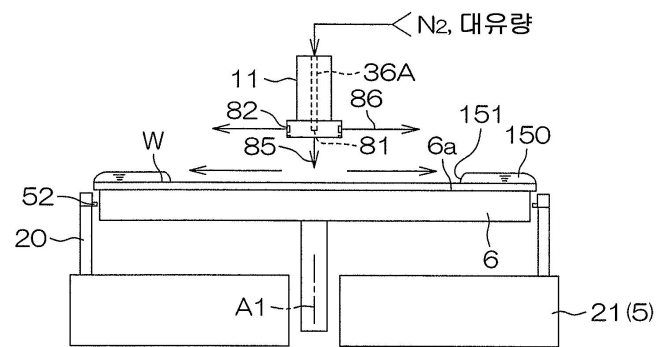
도면10e



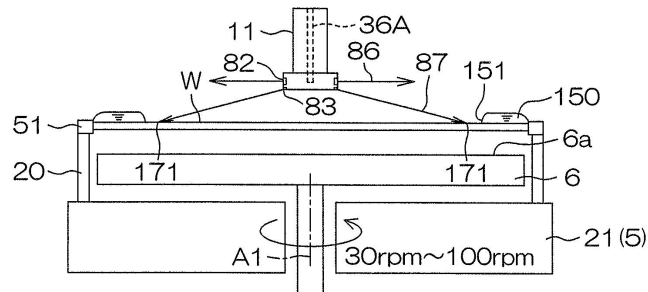
도면10f



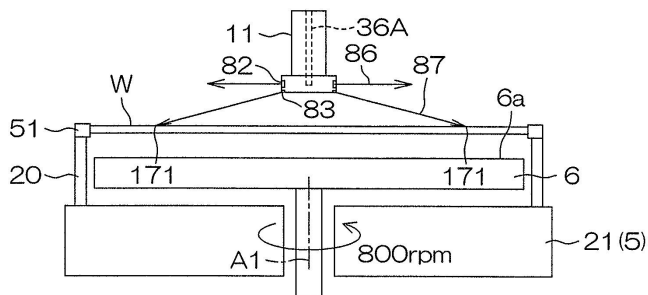
도면10g



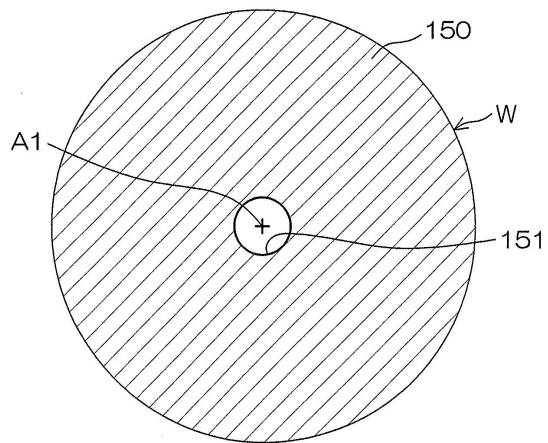
도면10h



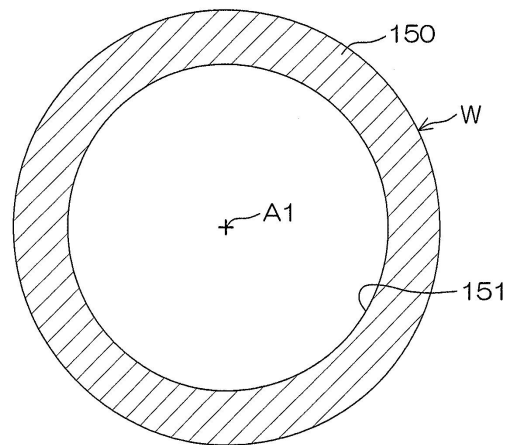
도면10i



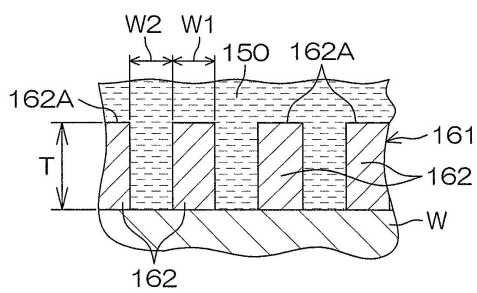
도면11a



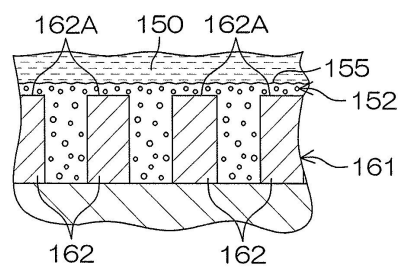
도면11b



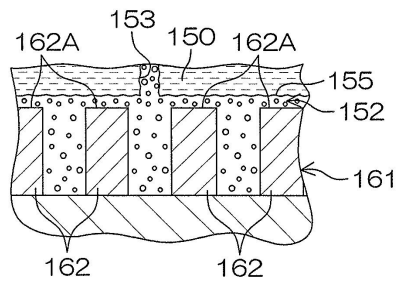
도면12a



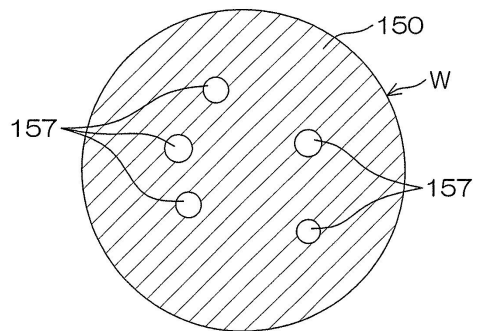
도면12b



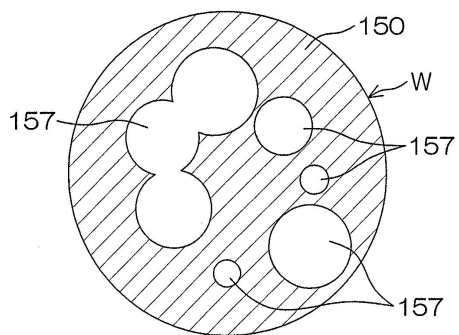
도면12c



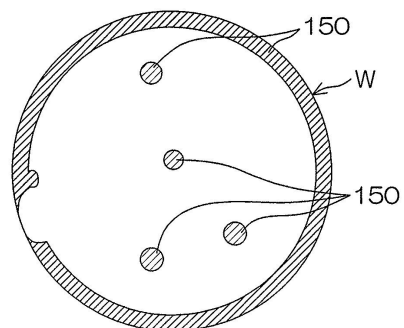
도면13a



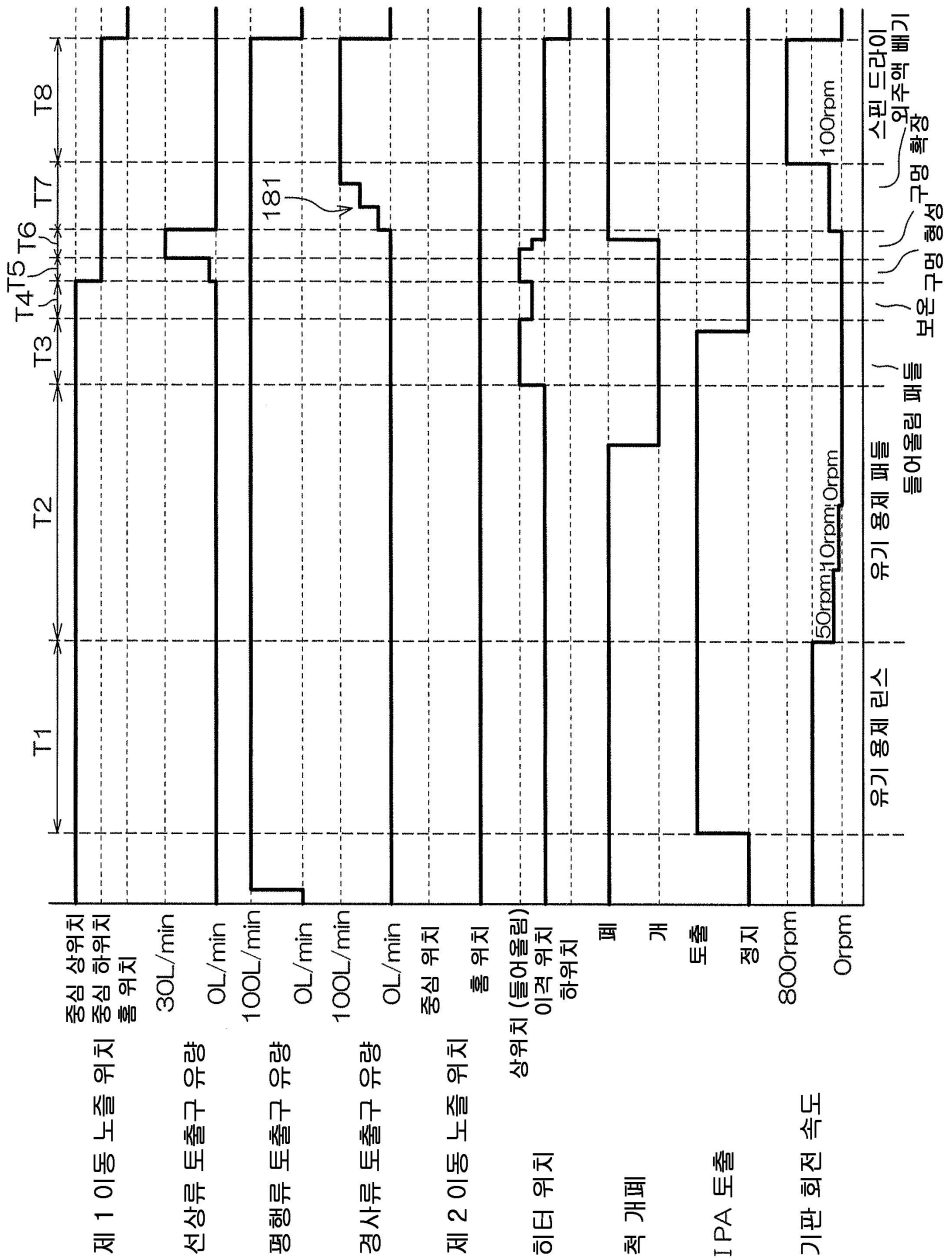
도면13b



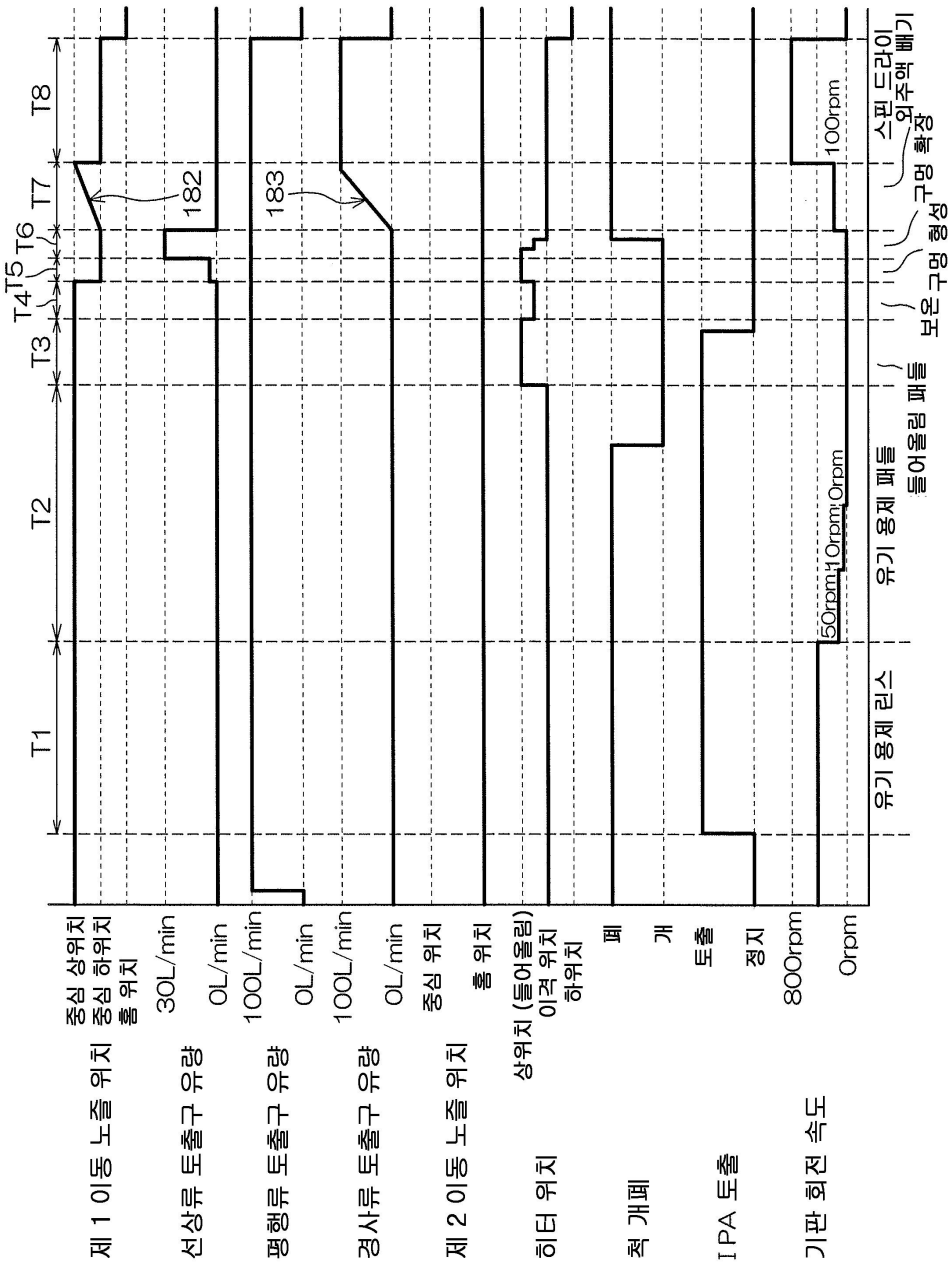
도면13c



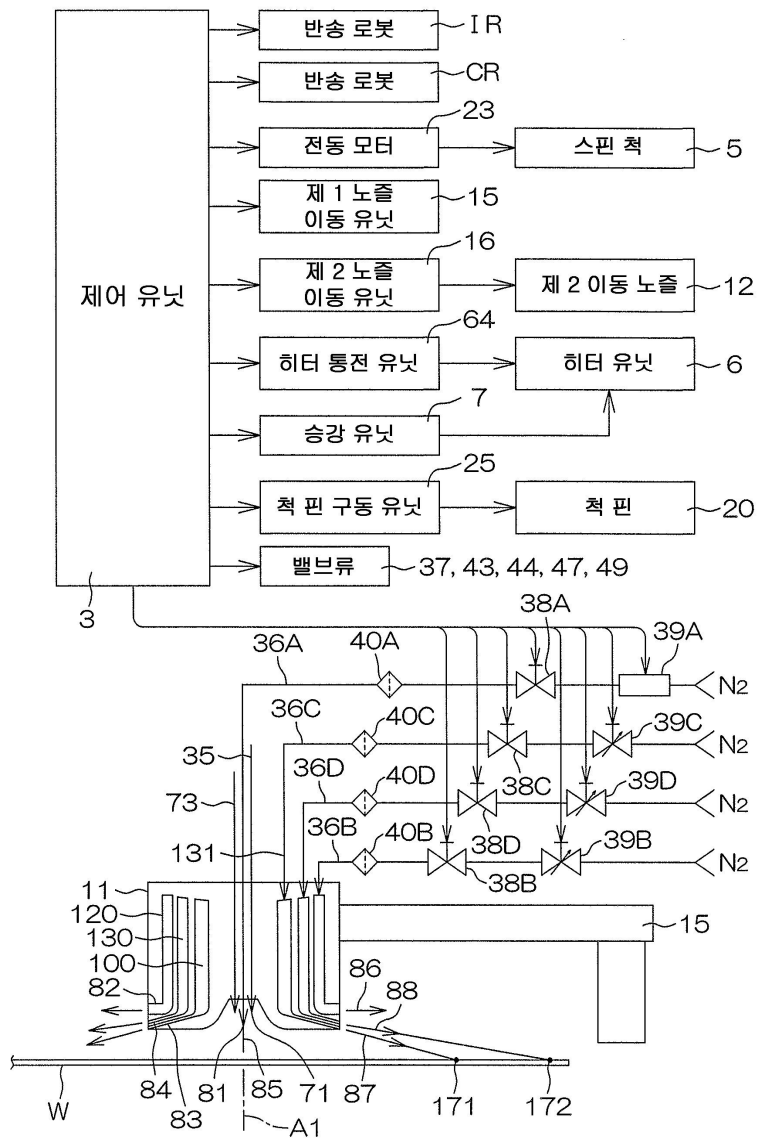
도면14



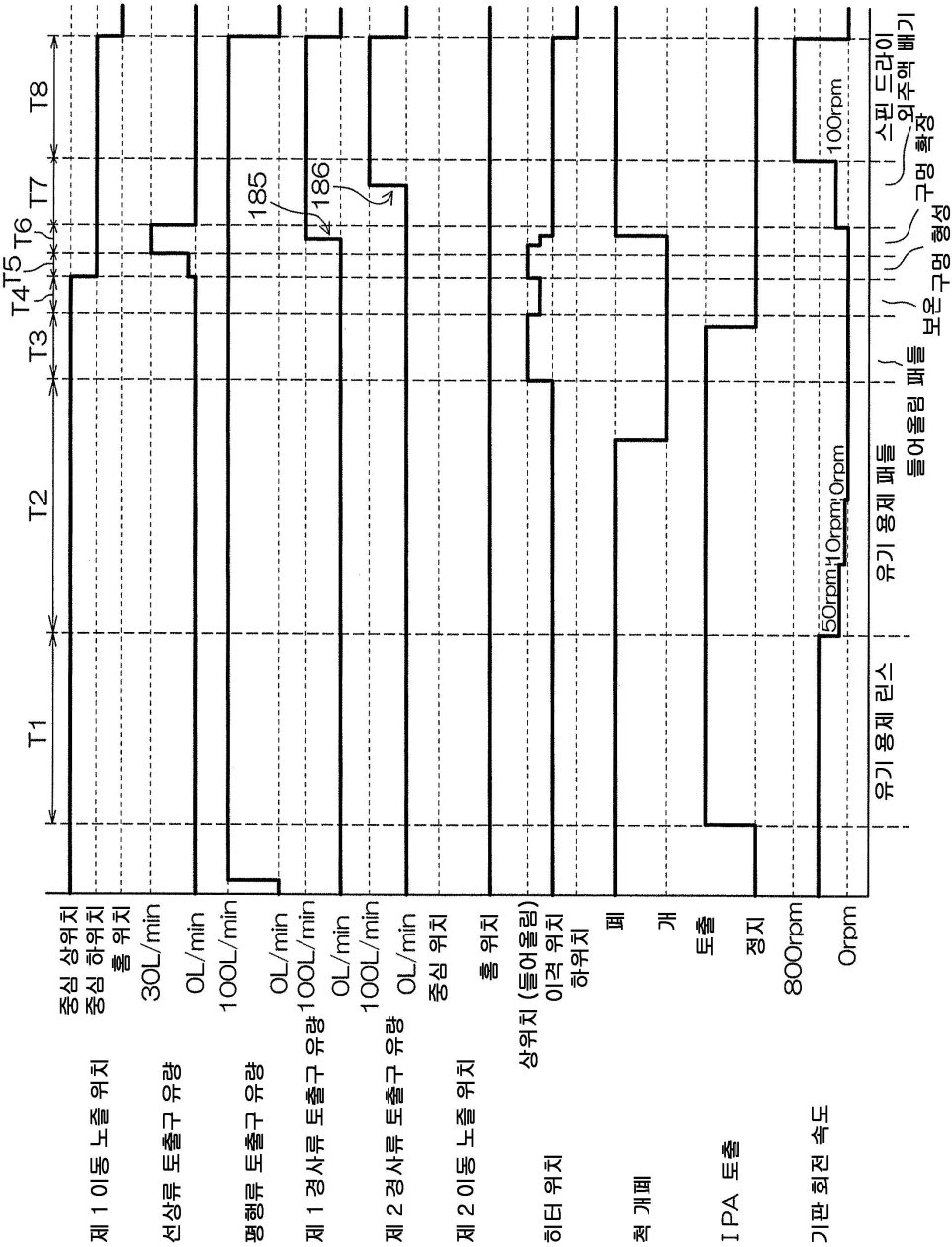
도면15



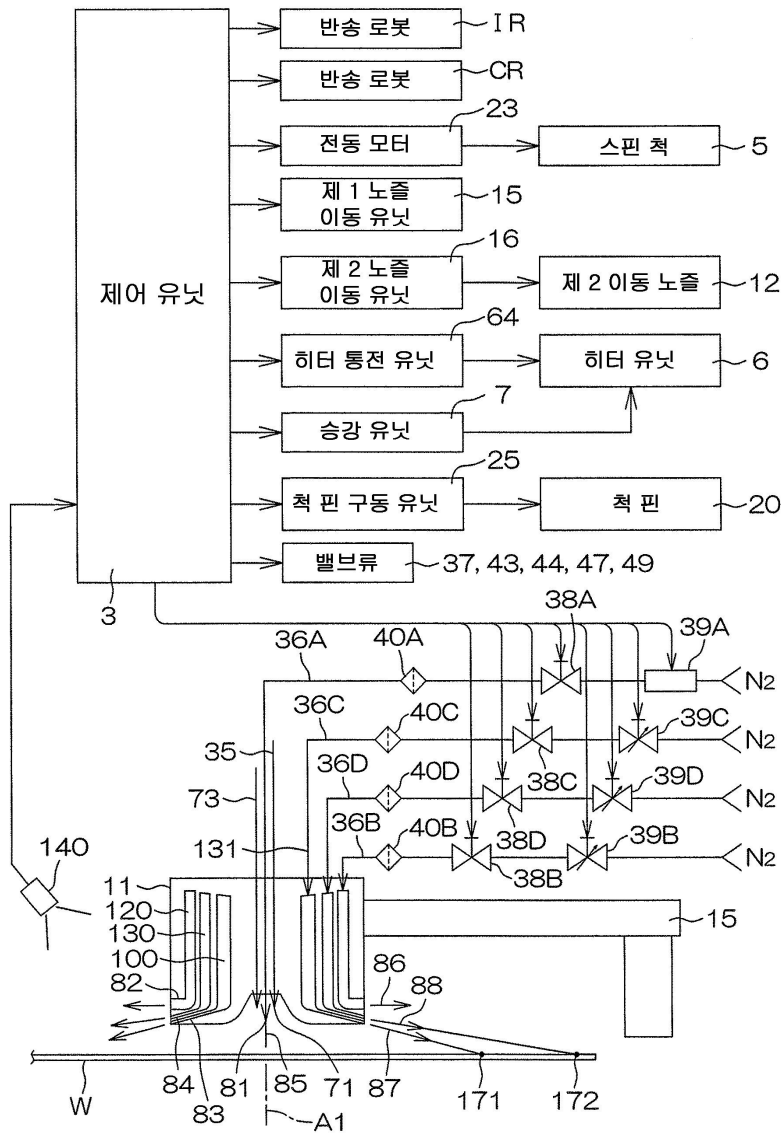
도면16



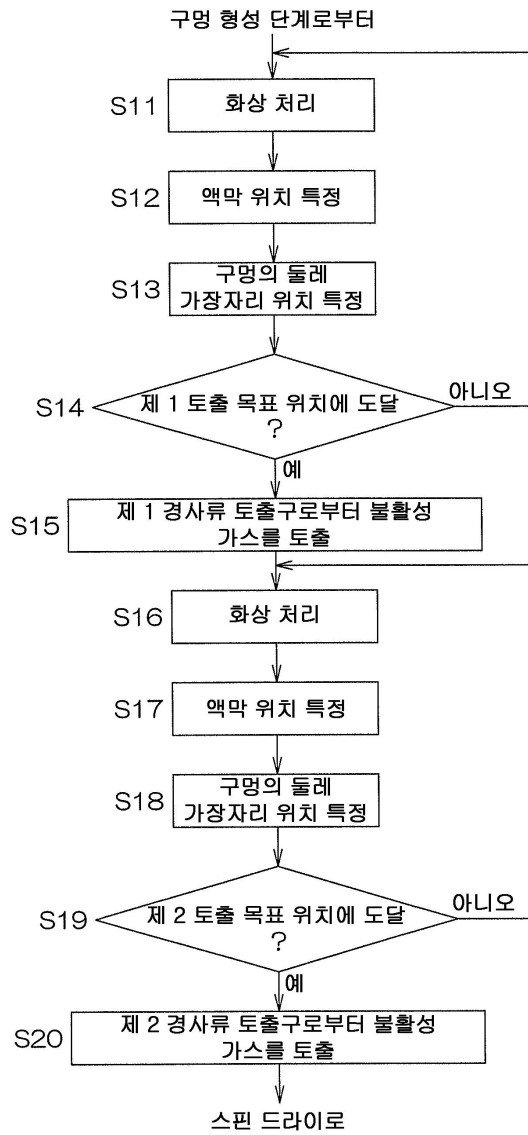
도면17



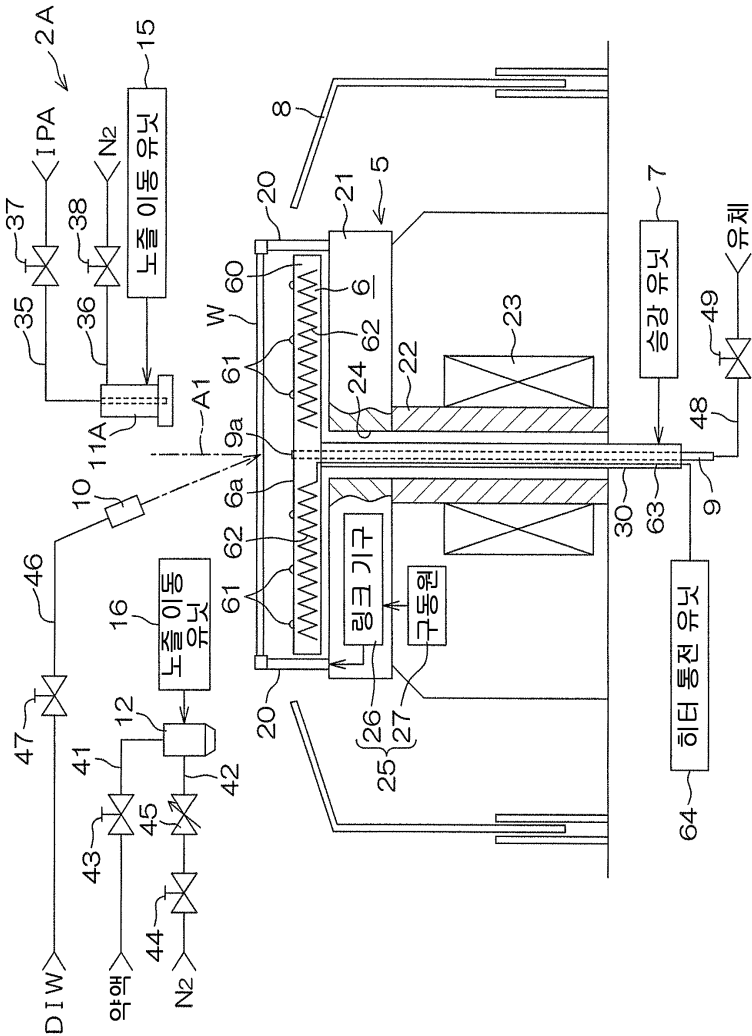
도면18



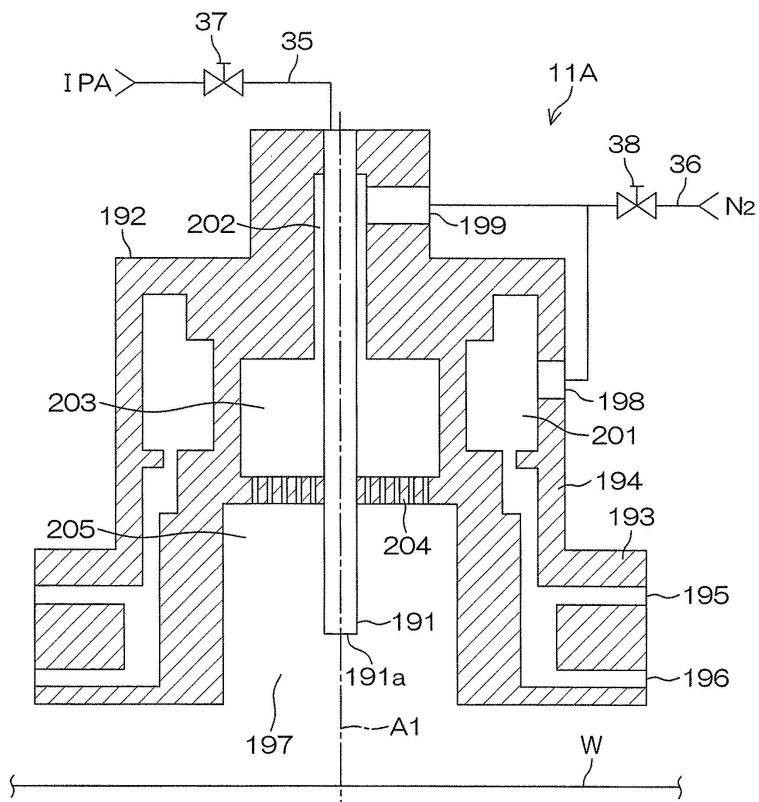
도면19



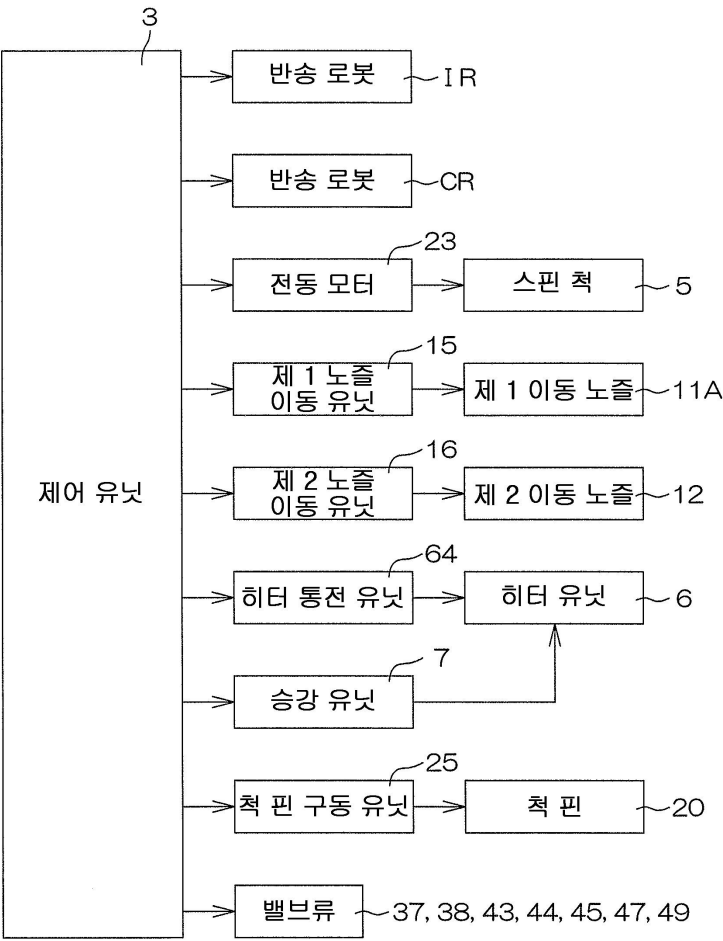
도면20



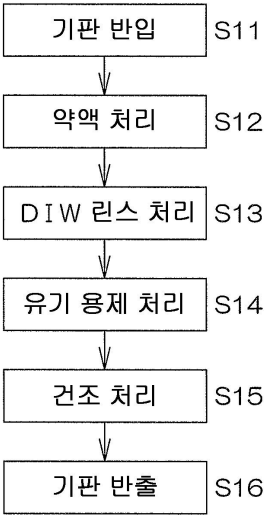
도면21



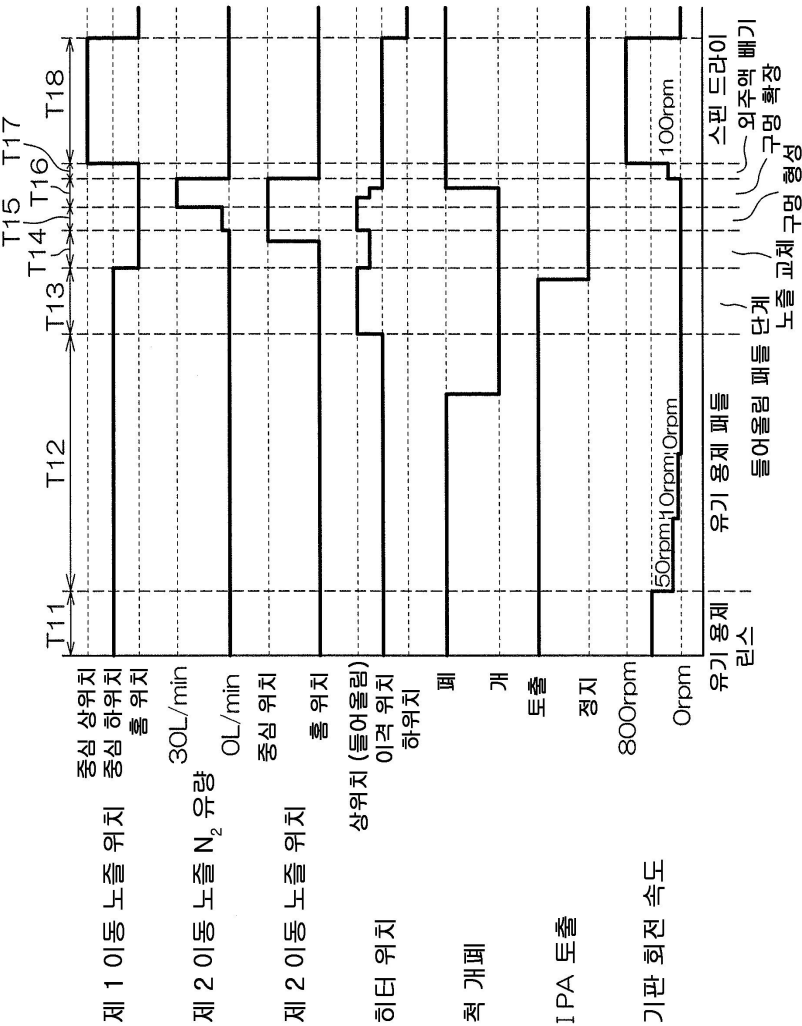
도면22



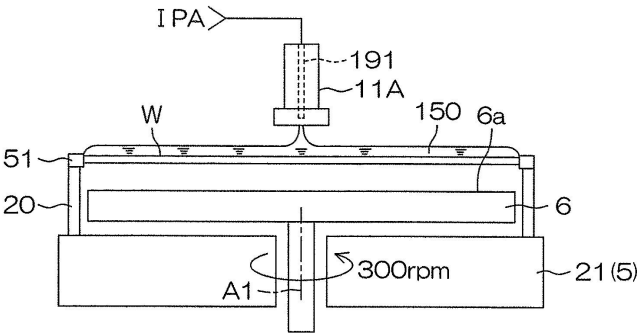
도면23



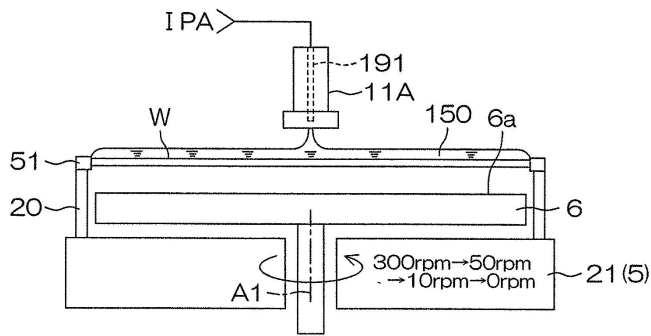
도면24



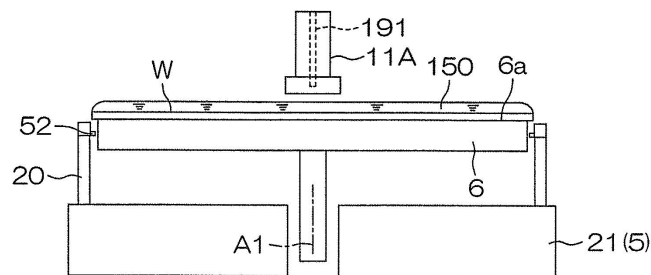
도면25a



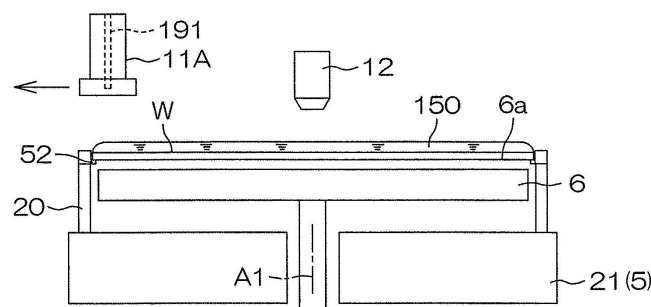
도면25b



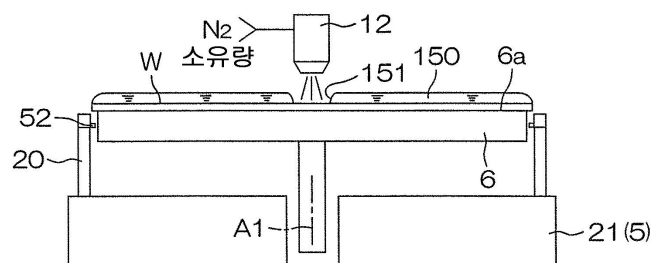
도면25c



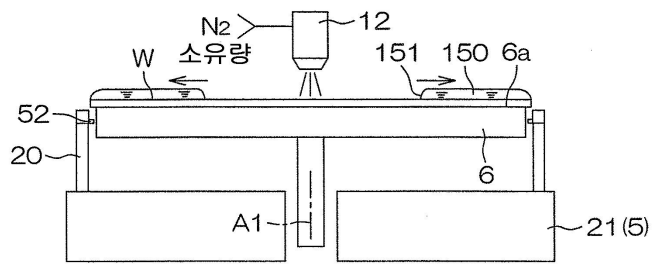
도면25d



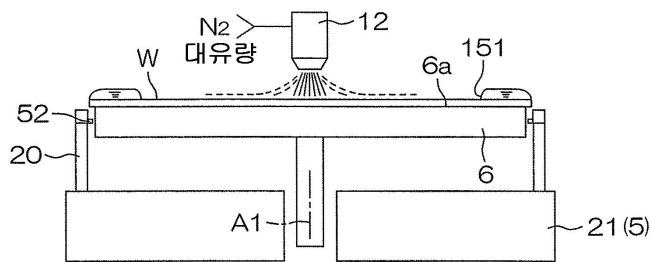
도면25e



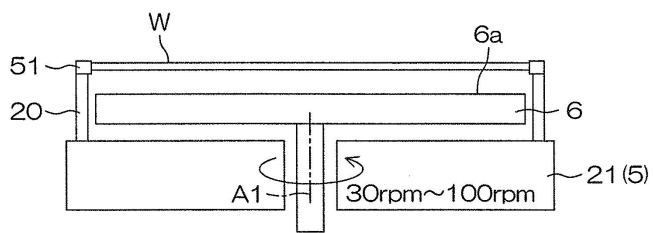
도면25f



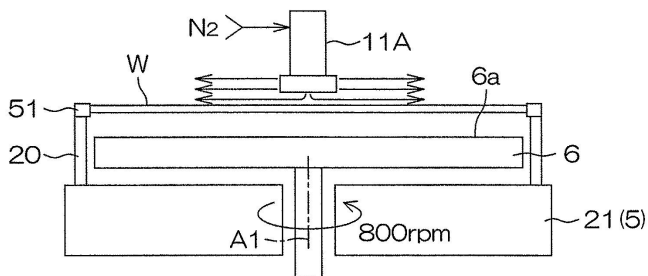
도면25g



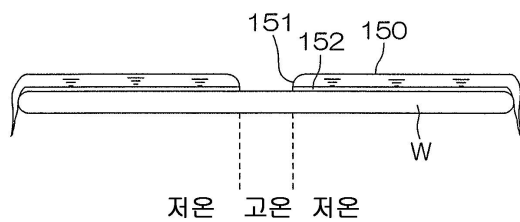
도면25h



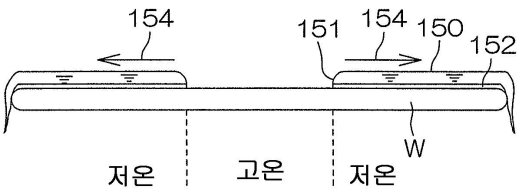
도면25i



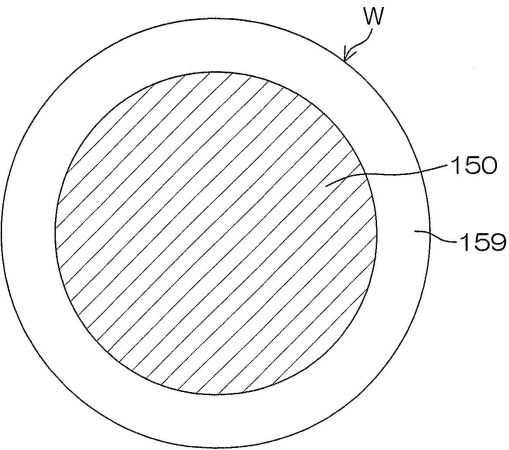
도면26a



도면26b



도면27



도면28

