



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0098132
(43) 공개일자 2018년09월03일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/02 (2006.01) H01L 21/67 (2006.01)
(52) CPC특허분류
H01L 21/02052 (2013.01)
H01L 21/02307 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0011366
(22) 출원일자 2018년01월30일
심사청구일자 2018년01월30일
(30) 우선권주장
JP-P-2017-033609 2017년02월24일 일본(JP)

(71) 출원인
가부시키가이샤 스크린 홀딩스
일본국 교토후 교토시 가미교구 호리카와도오리
데라노우찌아가루 4초메 덴진키타마치 1번지 1
(72) 발명자
에모토 데쓰야
일본국 교토후 교토시 가미교구 호리카와도오리
데라노우찌아가루 4초메 덴진키타마치 1번지 1 가
부시키가이샤 스크린 세미컨덕터 솔루션즈 내
(74) 대리인
한양특허법인

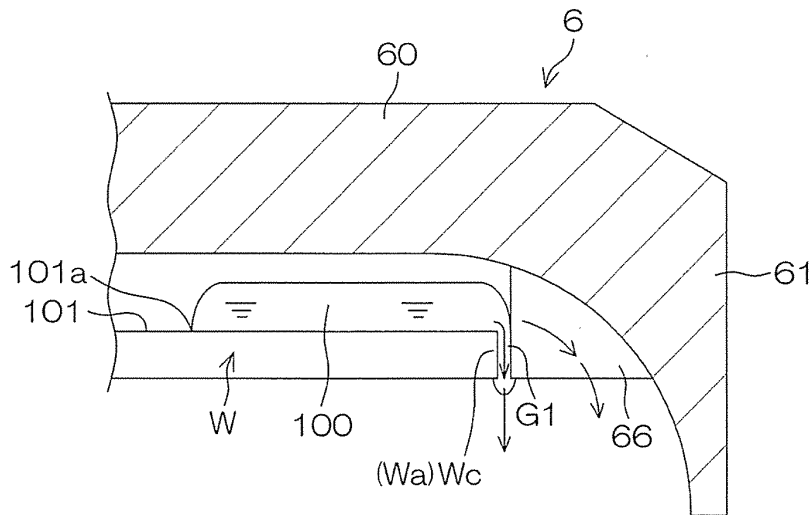
전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 발명의 명칭 **기판 처리 방법 및 기판 처리 장치**

(57) 요약

기판 처리 방법은, 기판을 수평하게 유지하는 기판 유지 공정과, 상기 기판의 상면에 물을 함유하는 처리액을 공급하는 처리액 공급 공정과, 물보다 낮은 표면장력을 갖는 저표면장력 액체를 상기 기판의 상면에 공급함으로써, 상기 저표면장력 액체로 상기 처리액을 치환하는 치환 공정과, 상기 치환 공정 후에, 상기 기판의 상면에 대한 상기 저표면장력 액체의 공급을 계속함으로써, 상기 기판의 상면에 상기 저표면장력 액체의 액막을 형성하는 액막 형성 공정과, 상기 액막의 중앙 영역에 개구를 형성하는 개구 형성 공정과, 상기 개구를 상기 기판의 주연을 향해 넓힘으로써 상기 액막을 상기 기판의 상면으로부터 배제하는 확대 배제 공정과, 상기 개구 형성 공정의 개시 후에, 근접 부재를 상기 기판의 주연에 근접시킴으로써, 상기 근접 부재를 상기 액막에 접촉시키는 액막 접촉 공정을 포함한다.

대표도 - 도10a



(52) CPC특허분류

H01L 21/6704 (2013.01)

H01L 21/6715 (2013.01)

H01L 21/67242 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

기관을 수평하게 유지하는 기관 유지 공정과,

상기 기관의 상면에 물을 함유하는 처리액을 공급하는 처리액 공급 공정과,

물보다 낮은 표면장력을 갖는 저표면장력 액체를 상기 기관의 상면에 공급함으로써, 상기 저표면장력 액체로 상기 처리액을 치환하는 치환 공정과,

상기 치환 공정 후에, 상기 기관의 상면에 대한 상기 저표면장력 액체의 공급을 계속함으로써, 상기 기관의 상면에 상기 저표면장력 액체의 액막을 형성하는 액막 형성 공정과,

상기 액막의 중앙 영역에 개구를 형성하는 개구 형성 공정과,

상기 개구를 상기 기관의 주연을 향해 넓힘으로써 상기 액막을 상기 기관의 상면으로부터 배제하는 확대 배제 공정과,

상기 개구 형성 공정의 개시 후에, 근접 부재를 상기 기관의 주연에 근접시킴으로써, 상기 근접 부재를 상기 액막에 접촉시키는 액막 접촉 공정을 포함하는, 기관 처리 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 액막 접촉 공정이, 상기 확대 배제 공정과 병행하여 실행되는, 기관 처리 방법.

청구항 3

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 액막 접촉 공정에 있어서, 상기 근접 부재와 상기 기관의 주연 사이에 간극이 형성되도록, 상기 근접 부재를 상기 기관의 주연에 근접시키는, 기관 처리 방법.

청구항 4

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 기관 유지 공정이, 베이스의 상면에 설치되고 상기 기관의 주연을 유지하는 기관 유지구에 상기 기관의 주연을 유지시키는 공정을 포함하고,

상기 액막 접촉 공정에 있어서, 상기 기관의 주연에 있어서 상기 기관 유지구에 의해 유지된 부분과는 다른 부분에, 상기 근접 부재를 근접시키는, 기관 처리 방법.

청구항 5

청구항 4에 있어서,

상기 근접 부재가, 상기 베이스의 상면에 설치된 근접 핀이며,

상기 액막 접촉 공정에 있어서, 상기 기관의 바깥쪽으로부터 상기 근접 핀을 상기 기관의 주연에 접근시키는, 기관 처리 방법.

청구항 6

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 근접 부재가, 상기 기관의 상면에 대향하며 상기 기관과의 사이의 분위기를 주위의 분위기로부터 차단하는 차단 부재에 설치되고,

상기 액막 접촉 공정에 있어서, 상기 기관의 주연에 상기 차단 부재를 상방으로부터 접근시키는, 기관 처리 방법.

청구항 7

청구항 1 또는 청구항 2에 있어서,

상기 액막 형성 공정이, 상기 기관 상의 상기 저표면장력 액체의 온도를 상기 저표면장력 액체의 비점 이하로 유지한 상태로, 상기 기관의 상면에 상기 액막을 형성하는 공정을 포함하는, 기관 처리 방법.

청구항 8

청구항 7에 있어서,

상기 개구 형성 공정이, 상기 액막의 중앙 영역의 온도를, 상기 액막 형성 공정에 있어서의 상기 액막의 온도보다 높게 함으로써, 상기 액막에 상기 개구를 형성하는 공정을 포함하는, 기관 처리 방법.

청구항 9

청구항 7에 있어서,

상기 확대 배제 공정이, 상기 개구의 주연에 위치하는 상기 액막의 기액 계면에 있어서, 상기 기관으로부터 멀어지는 방향의 대류가 발생하도록 상기 기관을 가열하고, 그로 인해, 상기 개구를 상기 기관의 주연을 향해 넓히는 공정을 포함하는, 기관 처리 방법.

청구항 10

기관을 수평하게 유지하는 기관 유지 유닛과,

상기 기관에 물을 함유하는 처리액을 공급하는 처리액 공급 유닛과,

물보다 낮은 표면장력을 갖는 저표면장력 액체를 상기 기관에 공급하는 저표면장력 액체 공급 유닛과,

상기 기관의 주연에 근접하는 근접 부재와,

상기 근접 부재와 상기 기관의 상대 위치를 변경하는 상대 위치 변경 유닛과,

상기 기관 유지 유닛, 상기 처리액 공급 유닛, 상기 저표면장력 액체 공급 유닛 및 상기 상대 위치 변경 유닛을 제어하는 컨트롤러를 포함하고,

상기 컨트롤러가, 상기 기관 유지 유닛에 의해 기관을 수평하게 유지하는 기관 유지 공정과, 상기 기관의 상면을 향해 상기 처리액 공급 유닛으로부터 상기 처리액을 공급하는 처리액 공급 공정과, 상기 기관의 상면을 향해 상기 저표면장력 액체 공급 유닛으로부터 상기 저표면장력 액체를 공급함으로써, 상기 저표면장력 액체로 상기 처리액을 치환하는 치환 공정과, 상기 치환 공정 후에, 상기 저표면장력 액체 공급 유닛으로부터 상기 기관의 상면에 대한 상기 저표면장력 액체의 공급을 계속함으로써, 상기 기관의 상면에 상기 저표면장력 액체의 액막을 형성하는 액막 형성 공정과, 상기 액막의 중앙 영역에 개구를 형성하는 개구 형성 공정과, 상기 개구를 상기 기관의 주연을 향해 넓히는 확대 배제 공정과, 상기 개구 형성 공정의 개시 후에, 상기 상대 위치 변경 유닛에 의해 상기 근접 부재와 상기 기관의 상대 위치를 변경함으로써, 상기 근접 부재를 상기 액막에 접촉시키는 액막 접촉 공정을 실행하도록 프로그램되어 있는, 기관 처리 장치.

청구항 11

청구항 10에 있어서,

상기 컨트롤러가, 상기 확대 배제 공정과 병행하여 상기 액막 접촉 공정을 실행하도록 프로그램되어 있는, 기관 처리 장치.

청구항 12

청구항 10 또는 청구항 11에 있어서,

상기 컨트롤러가, 상기 액막 접촉 공정에 있어서, 상기 상대 위치 변경 유닛을 제어하여, 상기 근접 부재와 상

기 기관의 주연 사이에 간극이 형성되도록, 상기 근접 부재를 상기 기관의 주연에 접근시키도록 프로그램되어 있는, 기관 처리 장치.

청구항 13

청구항 10 또는 청구항 11에 있어서,

상기 기관 유지 유닛이, 베이스의 상면에 설치되고 상기 기관의 주연을 유지하는 기관 유지구를 포함하고,

상기 컨트롤러가, 상기 액막 접촉 공정에 있어서, 상기 상대 위치 변경 유닛을 제어하여, 상기 기관의 주연에 있어서 상기 기관 유지구에 의해 유지된 부분과는 다른 부분에, 상기 근접 부재를 근접시키도록 프로그램되어 있는, 기관 처리 장치.

청구항 14

청구항 13에 있어서,

상기 근접 부재가, 상기 베이스의 상면에 설치된 근접 핀이며,

상기 컨트롤러가, 상기 액막 접촉 공정에 있어서, 상기 상대 위치 변경 유닛을 제어하여, 상기 기관의 바깥쪽으로부터 상기 근접 부재를 상기 기관의 주연에 근접시키도록 프로그램되어 있는, 기관 처리 장치.

청구항 15

청구항 10 또는 청구항 11에 있어서,

상기 근접 부재가, 상기 기관의 상면에 대향하며 상기 기관과의 사이의 분위기를 주위의 분위기로부터 차단하는 차단 부재에 설치되고,

상기 컨트롤러가, 상기 액막 접촉 공정에 있어서, 상기 기관의 주연에 상기 근접 부재를 상방으로부터 접근시키도록 프로그램되어 있는, 기관 처리 장치.

청구항 16

청구항 10 또는 청구항 11에 있어서,

상기 기관을 가열하는 기관 가열 유닛을 더 포함하고,

상기 컨트롤러가, 상기 액막 형성 공정에 있어서, 상기 기관 가열 유닛을 제어하여, 상기 기관 상의 상기 저표면장력 액체의 온도를 상기 저표면장력 액체의 비점 이하로 유지하도록 프로그램되어 있는, 기관 처리 장치.

청구항 17

청구항 16에 있어서,

상기 컨트롤러가, 상기 개구 형성 공정에 있어서, 상기 기관 가열 유닛을 제어하여, 상기 액막의 중앙 영역의 온도를, 상기 액막 형성 공정에 있어서의 상기 액막의 온도보다 높게 함으로써, 상기 액막에 상기 개구를 형성하도록 프로그램되어 있는, 기관 처리 장치.

청구항 18

청구항 16에 있어서,

상기 컨트롤러가, 상기 확대 배제 공정에 있어서, 상기 기관 가열 유닛을 제어하여, 상기 개구의 주연에 위치하는 상기 액막의 기액 계면에 있어서, 상기 기관으로부터 멀어지는 방향의 대류가 발생하도록 상기 기관을 가열하고, 그로 인해, 상기 개구를 상기 기관의 주연을 향해 넓히도록 프로그램되어 있는, 기관 처리 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 이 발명은, 기판을 처리하는 기판 처리 방법 및 기판 처리 장치에 관한 것이다. 처리 대상이 되는 기판에는, 예를 들면, 반도체 웨이퍼, 액정 표시 장치용 기판, 유기 EL(Electroluminescence) 표시 장치 등의 FPD(Flat Panel Display)용 기판, 광디스크용 기판, 자기 디스크용 기판, 광자기 디스크용 기판, 포토마스크용 기판, 세라믹 기판, 태양전지용 기판 등의 기판이 포함된다.

배경 기술

[0002] 기판을 1장씩 처리하는 매엽식의 기판 처리 장치에 의한 기판 처리에서는, 예를 들면, 스핀 척에 의해 거의 수평하게 유지된 기판에 대해서 액액이 공급된다. 그 후, 린스액이 기판에 공급된다. 그로 인해, 기판 상의 액액이 린스액으로 치환된다. 그 후, 기판 상의 린스액을 배제하기 위한 스핀 드라이 공정이 행해진다.

[0003] 도 14에 나타내는 바와 같이, 기판의 표면에 미세한 패턴이 형성되어 있는 경우, 스핀 드라이 공정에서는, 패턴 내부에 들어간 린스액을 제거할 수 없을 우려가 있다. 그로 인해, 건조 불량일 생길 우려가 있다. 패턴 내부에 들어간 린스액의 액면(공기와 액체의 계면)은, 패턴 내에 형성되므로, 액면과 패턴의 접촉 위치에, 액체의 표면장력이 작용한다. 이 표면장력이 큰 경우에는, 패턴의 도피가 일어나기 쉬워진다. 전형적인 린스액인 물은 표면장력이 크다. 그 때문에, 스핀 드라이 공정에 있어서의 패턴의 도피를 무시할 수 없다.

[0004] 그래서, 물보다 표면장력이 낮은 저표면장력 액체인 이소프로필알코올(Isopropyl Alcohol:IPA)을 공급하여, 패턴의 내부에 들어간 물을 IPA로 치환하고, 그 후에 IPA를 제거함으로써 기판의 상면을 건조시키는 것을 생각할 수 있다.

[0005] 일본국 특허공개 2010-177371호 공보에 기재된 기판 처리에서는, 기판 상에 물의 액막을 형성한 후, IPA에 의해 물의 액막이 치환된다. 그리고, 질소 가스의 분사에 의해 IPA의 액막의 중앙부에 구멍(개구)이 형성된다. 이로 인해, 액막이 환상으로 된다. 그리고, 기판의 회전에 의해 기판 상의 IPA에 원심력을 작용시켜 환상의 액막의 내경을 크게 함으로써, IPA의 액막이 기판 밖으로 밀려 나온다. 이로 인해, 기판 상으로부터 IPA가 제거된다.

발명의 내용

[0006] 개구를 확대시킴으로써 IPA의 액막을 기판 밖으로 밀어내는 기판 처리에서는, 개구의 주연이 기판의 주연에 가까워지면, 기판의 주연보다 내측에 위치하는 IPA가 기판의 주연의 IPA를 밀어내는 힘이 작아진다. 이로 인해, 기판의 주연의 IPA가 기판 밖으로 밀려나오기 어려워진다. 그 때문에, 개구의 주연이 기판의 주연 부근에 이르렀을 때에 개구의 확대가 정지되고, 기판의 주연에 IPA의 액막이 남는 일이 있다. 기판의 주연에 남은 IPA가 증발할 때, 기판의 주연이 자연스럽게 건조되면, IPA의 액면이 패턴에 대해서 표면장력을 계속 작용한다. 이로 인해, 패턴 도피가 일어날 우려가 있다.

[0007] 그래서, 일본국 특허공개 2010-177371호 공보의 기판 처리에서는, IPA의 액막을 기판 상으로부터 배제할 때, 기판을 비교적 고속도(700rpm)로 회전시키는 것이 제안되어 있다. 이로 인해, IPA의 액막에는 원심력이 작용한다. 그 때문에, IPA의 액막은, 기판의 상면의 중앙 부근뿐만 아니라 기판의 주연으로부터도 배제된다. 그러나, 고속도로 기판을 회전시킴으로써 IPA를 기판 밖으로 비산시킨 경우, 기판의 상면의 미세한 패턴 내에 들어간 IPA를 완전히 제거하는 것은 곤란하다.

[0008] 그래서, 이 발명의 하나의 목적은, 기판 상의 저표면장력 액체를 양호하게 배제할 수 있는 기판 처리 방법 및 기판 처리 장치를 제공하는 것이다.

[0009] 이 발명의 한 실시 형태는, 기판을 수평하게 유지하는 기판 유지 공정과, 상기 기판의 상면에 물을 함유하는 처리액을 공급하는 처리액 공급 공정과, 물보다 낮은 표면장력을 갖는 저표면장력 액체를 상기 기판의 상면에 공급함으로써, 상기 저표면장력 액체로 상기 처리액을 치환하는 치환 공정과, 상기 치환 공정 후에, 상기 기판의 상면에 대한 상기 저표면장력 액체의 공급을 계속함으로써, 상기 기판의 상면에 상기 저표면장력 액체의 액막을 형성하는 액막 형성 공정과, 상기 액막의 중앙 영역에 개구를 형성하는 개구 형성 공정과, 상기 개구를 상기 기판의 주연을 향해 넓힘으로써 상기 액막을 상기 기판의 상면으로부터 배제하는 확대 배제 공정과, 상기 개구 형성 공정의 개시 후에, 근접 부재를 상기 기판의 주연에 근접시킴으로써, 상기 근접 부재를 상기 액막에 접촉시키는 액막 접촉 공정을 포함하는, 기판 처리 방법을 제공한다.

[0010] 이 방법에 의하면, 액막 형성 공정에 있어서 기판의 상면에 저표면장력 액체의 액막이 형성되고, 개구 형성 공정에 있어서 액막의 중앙 영역에 개구가 형성된다. 그 후, 확대 배제 공정에 있어서 기판의 주연을 향해 개구

가 넓혀짐으로써, 저표면장력 액체의 액막이 기관의 상면으로부터 배제된다. 개구 형성 공정의 개시 후에는, 근접 부재가, 기관의 주연에 근접하고, 또한, 저표면장력 액체의 액막에 접촉한다. 그 때문에, 개구의 확대에 수반하여 개구의 주연이 기관의 주연에 가까워지는 것에 기인하여, 기관의 주연에 위치하는 저표면장력 액체를 기관 밖으로 밀어내는 힘이 작아져도, 기관의 주연 부근의 저표면장력 액체가, 근접 부재를 타고 기관 밖으로 배제된다. 따라서, 기관의 상면에 저표면장력 액체의 액적을 남기지 않고, 기관 상의 저표면장력 액체를 양호하게 배제할 수 있다.

[0011] 이 발명의 한 실시 형태에서는, 상기 액막 접촉 공정이, 상기 확대 배제 공정과 병행하여 실행된다. 이로 인해, 확대 배제 공정에 있어서, 기관의 주연 부근의 저표면장력 액체가, 근접 부재를 타고 기관 밖으로 배제된다. 그 때문에, 개구의 확대를 정지시키지 않고, 기관의 상면의 저표면장력 액체를 효율적으로 배제할 수 있다.

[0012] 이 발명의 한 실시 형태에서는, 상기 액막 접촉 공정에 있어서, 상기 근접 부재와 상기 기관의 주연 사이에 간극이 형성되도록, 상기 근접 부재를 상기 기관의 주연에 근접시킨다. 이로 인해, 기관의 주연 부근에 위치하는 저표면장력 액체가, 근접 부재와 기관의 주연의 간극을 통과할 수 있다. 그 때문에, 기관의 주연과 근접 부재가 맞닿아 있는 구성과 비교하여, 기관의 주연 부근에 위치하는 저표면장력 액체를 효율적으로 기관 밖으로 배제할 수 있다.

[0013] 이 발명의 한 실시 형태에서는, 상기 기관 유지 공정이, 베이스의 상면에 설치되어 상기 기관의 주연을 유지하는 기관 유지구에 상기 기관의 주연을 유지시키는 공정을 포함한다. 그리고, 상기 액막 접촉 공정에 있어서, 상기 기관의 주연에 있어서 상기 기관 유지구에 의해 유지된 부분과는 다른 부분에, 상기 근접 부재를 근접시킨다.

[0014] 기관의 주연 부근에 위치하는 저표면장력 액체는, 근접 부재를 타고 기관 밖으로 배제될 뿐만 아니라, 기관의 주연을 유지하는 기관 유지구도 타고 기관 밖으로 배제된다. 기관의 주연에 있어서 기관 유지구에 의해 유지된 부분과는 다른 부분에, 근접 부재가 근접됨으로써, 기관 유지구와 근접 부재의 양쪽에 의해 기관의 주연 부근에 위치하는 저표면장력 액체가 기관 밖으로 배제된다. 따라서, 기관의 주연 부근에 위치하는 저표면장력 액체를 한층 더 효율적으로 기관 밖으로 배제할 수 있다.

[0015] 이 발명의 한 실시 형태에서는, 상기 근접 부재가, 상기 베이스의 상면에 설치된 근접 핀이다. 그리고, 상기 액막 접촉 공정에 있어서, 상기 기관의 바깥쪽으로부터 상기 근접 핀을 상기 기관의 주연에 접근시킨다. 이로 인해, 베이스에 설치된 근접 핀을 기관의 바깥쪽으로부터 기관의 주연에 접근시킨다는 간단한 구성으로 근접 부재를 액막에 접촉시킬 수 있다. 그 때문에, 베이스와는 독립된 다른 근접 부재를 일부러 설치할 필요가 없다.

[0016] 이 발명의 한 실시 형태에서는, 상기 근접 부재가, 상기 기관의 상면에 대향하며 상기 기관과의 사이의 분위기를 주위의 분위기로부터 차단하는 차단 부재에 설치되어 있다. 그리고, 상기 액막 접촉 공정에 있어서, 상기 기관의 주연에 상기 차단 부재를 상방으로부터 접근시킨다. 기관의 주연에 차단 부재를 상방으로부터 접근시킴으로써, 근접 부재를 액막에 접촉시킬 수 있다. 차단 부재가 기관과 차단 부재 사이의 분위기를 주위의 분위기로부터 차단하기 때문에, 주위의 분위기에 의한 저표면장력 액체의 액막 및 기관의 오염을 억제 또는 방지할 수 있다.

[0017] 이 발명의 한 실시 형태에서는, 상기 액막 형성 공정이, 상기 기관 상의 상기 저표면장력 액체의 온도를 상기 저표면장력 액체의 비점 이하로 유지한 상태에서, 상기 기관의 상면에 상기 액막을 형성하는 공정을 포함한다. 이로 인해, 기관 상의 저표면장력 액체의 온도가 비점 이하로 유지되므로, 저표면장력 액체의 증발을 억제할 수 있다. 따라서, 저표면장력 액체의 증발에 기인하는 액막의 분열을 억제 또는 방지할 수 있다. 따라서, 덩어리 상태의 액막을 기관 밖으로 배제할 수 있으므로, 기관의 상면에 저표면장력 액체의 액적을 남기지 않고, 기관 상의 저표면장력 액체를 양호하게 배제할 수 있다.

[0018] 이 발명의 한 실시 형태에서는, 상기 개구 형성 공정이, 상기 액막의 중앙 영역의 온도를, 상기 액막 형성 공정에 있어서의 상기 액막의 온도보다 높게 함으로써, 상기 액막에 상기 개구를 형성하는 공정을 포함한다. 이로 인해, 저표면장력 액체의 액막의 중앙 영역에 개구가 형성된다. 그 때문에, 확대 배제 공정에 있어서, 기관의 중앙 영역으로부터 기관의 주연을 향해, 개구를 균등하게 넓힐 수 있다. 따라서, 기관의 상면으로부터 저표면장력 액체를 편차없이 배제할 수 있다.

[0019] 이 발명의 한 실시 형태에서는, 상기 확대 배제 공정이, 상기 개구의 주연에 위치하는 상기 액막의 기액 계면에 있어서, 상기 기관으로부터 멀어지는 방향의 대류가 발생하도록 상기 기관을 가열하고, 그로 인해, 상기 개구를

상기 기관의 주연을 향해 넓히는 공정을 포함한다.

- [0020] 이 방법에 의하면, 저표면장력 액체의 액막의 중앙 영역에 형성된 개구의 주연에 있어서의 액막의 기액 계면에 있어서, 기관으로부터 멀어지는 방향의 대류가 발생한다. 이 대류는, 개구를 넓히는 방향을 향하는 자발적인 이동을 발생시키고, 그로 인해, 개구가 확대된다. 그 때문에, 액막을 분열시키지 않고 기관 상으로부터 저표면장력 액체를 한층 더 양호하게 배제할 수 있다.
- [0021] 이 발명의 한 실시 형태는, 기관을 수평하게 유지하는 기관 유지 유닛과, 상기 기관에 물을 함유하는 처리액을 공급하는 처리액 공급 유닛과, 물보다 낮은 표면장력을 갖는 저표면장력 액체를 상기 기관에 공급하는 저표면장력 액체 공급 유닛과, 상기 기관의 주연에 근접하는 근접 부재와, 상기 근접 부재와 상기 기관의 상대 위치를 변경하는 상대 위치 변경 유닛과, 상기 기관 유지 유닛, 상기 처리액 공급 유닛, 상기 저표면장력 액체 공급 유닛 및 상기 상대 위치 변경 유닛을 제어하는 컨트롤러를 포함하는 기관 처리 장치를 제공한다. 그리고, 상기 컨트롤러는, 상기 기관 유지 유닛에 의해 기관을 수평하게 유지하는 기관 유지 공정과, 상기 기관의 상면을 향해 상기 처리액 공급 유닛으로부터 상기 처리액을 공급하는 처리액 공급 공정과, 상기 기관의 상면을 향해 상기 저표면장력 액체 공급 유닛으로부터 상기 저표면장력 액체를 공급함으로써, 상기 저표면장력 액체로 상기 처리액을 치환하는 치환 공정과, 상기 치환 공정 후에, 상기 저표면장력 액체 공급 유닛으로부터 상기 기관의 상면에 대한 상기 저표면장력 액체의 공급을 계속함으로써, 상기 기관의 상면에 상기 저표면장력 액체의 액막을 형성하는 액막 형성 공정과, 상기 액막의 중앙 영역에 개구를 형성하는 개구 형성 공정과, 상기 개구를 상기 기관의 주연을 향해 넓히는 확대 배제 공정과, 상기 개구 형성 공정의 개시 후에, 상기 상대 위치 변경 유닛에 의해 상기 근접 부재와 상기 기관의 상대 위치를 변경함으로써, 상기 근접 부재를 상기 액막에 접촉시키는 액막 접촉 공정을 실행하도록 프로그램되어 있다.
- [0022] 이 구성에 의하면, 액막 형성 공정에 있어서 기관의 상면에 저표면장력 액체의 액막이 형성되고, 개구 형성 공정에 있어서 액막의 중앙 영역에 개구가 형성된다. 그 후, 확대 배제 공정에 있어서 기관의 주연을 향해 개구가 넓혀짐으로써, 저표면장력 액체의 액막이 기관의 상면으로부터 배제된다. 개구 형성 공정의 개시 후에는, 근접 부재가, 기관의 주연에 근접하고, 또한, 저표면장력 액체의 액막에 접촉한다. 그 때문에, 개구의 확대에 수반하여 개구의 주연이 기관의 주연에 가까워지는 것에 기인하여, 기관의 주연에 위치하는 저표면장력 액체를 기관 밖으로 밀어내는 힘이 작아져도, 기관의 주연 부근의 저표면장력 액체가, 근접 부재를 타고 기관 밖으로 배제된다. 따라서, 기관의 상면에 저표면장력 액체의 액적을 남기지 않고, 기관 상의 저표면장력 액체를 양호하게 배제할 수 있다.
- [0023] 이 발명의 한 실시 형태에서는, 상기 컨트롤러가, 상기 확대 배제 공정과 병행하여 상기 액막 접촉 공정을 실행하도록 프로그램되어 있다. 그 때문에, 확대 배제 공정에 있어서, 기관의 주연 부근의 저표면장력 액체가, 근접 부재를 타고 기관 밖으로 배제된다. 그 때문에, 개구의 확대를 정지시키지 않고, 기관의 상면의 저표면장력 액체를 효율적으로 배제할 수 있다.
- [0024] 이 발명의 한 실시 형태에서는, 상기 컨트롤러가, 상기 액막 접촉 공정에 있어서, 상기 상대 위치 변경 유닛을 제어하고, 상기 근접 부재와 상기 기관의 주연 사이에 간극이 형성되도록, 상기 근접 부재를 상기 기관의 주연에 접근시키도록 프로그램되어 있다. 그 때문에, 기관의 주연 부근에 위치하는 저표면장력 액체가, 근접 부재와 기관의 주연의 간극을 통과할 수 있다. 그 때문에, 기관의 주연과 근접 부재가 맞닿아 있는 구성과 비교하여, 기관의 주연 부근에 위치하는 저표면장력 액체를 효율적으로 기관 밖으로 배제할 수 있다.
- [0025] 이 발명의 한 실시 형태에서는, 상기 기관 유지 유닛이, 베이스의 상면에 설치되고 상기 기관의 주연을 유지하는 기관 유지구를 포함한다. 그리고, 상기 컨트롤러가, 상기 액막 접촉 공정에 있어서, 상기 상대 위치 변경 유닛을 제어하여, 상기 기관의 주연에 있어서 상기 기관 유지구에 의해 유지된 부분과는 다른 부분에, 상기 근접 부재를 근접시키도록 프로그램되어 있다.
- [0026] 상술한 바와 같이, 기관의 주연 부근에 위치하는 저표면장력 액체는, 근접 부재를 타고 기관 밖으로 배제될 뿐만 아니라, 기관의 주연을 유지하는 기관 유지구도 타고 기관 밖으로 배제된다. 기관의 주연에 있어서 기관 유지구에 의해 유지된 부분과는 다른 부분에, 근접 부재가 근접됨으로써, 기관 유지구와 근접 부재의 양쪽에 의해 기관의 주연 부근에 위치하는 저표면장력 액체가 기관 밖으로 배제된다. 따라서, 기관의 주연 부근에 위치하는 저표면장력 액체를 한층 더 효율적으로 기관 밖으로 배제할 수 있다.
- [0027] 이 발명의 한 실시 형태에서는, 상기 근접 부재가, 상기 베이스의 상면에 설치된 근접 편이다. 그리고, 상기 컨트롤러가, 상기 액막 접촉 공정에 있어서, 상기 상대 위치 변경 유닛을 제어하여, 상기 기관의 바깥쪽으로부

터 상기 근접 부재를 상기 기관의 주연에 근접시키도록 프로그램되어 있다. 이로 인해, 베이스에 설치된 근접 핀을 기관의 바깥쪽으로부터 기관의 주연에 접근시킨다는 간단한 구성으로 근접 부재를 액막에 접촉시킬 수 있다. 그 때문에, 베이스와는 독립된 다른 근접 부재를 일부러 설치하다 필요가 없다.

[0028] 이 발명의 한 실시 형태에서는, 상기 근접 부재가, 상기 기관의 상면에 대향하여 상기 기관과의 사이의 분위기를 주위의 분위기로부터 차단하는 차단 부재에 설치되어 있다. 그리고, 상기 컨트롤러가, 상기 액막 접촉 공정에 있어서, 상기 기관의 주연에 상기 근접 부재를 상방으로부터 접근시키도록 프로그램되어 있다. 기관의 주연에 차단 부재를 상방으로부터 접근시킴으로써, 근접 부재를 액막에 접촉시킬 수 있다. 차단 부재가 기관과 차단 부재 사이의 분위기를 주위의 분위기로부터 차단하기 때문에, 주위의 분위기에 의한 저표면장력 액체의 액막 및 기관의 오염을 억제 또는 방지할 수 있다.

[0029] 이 발명의 한 실시 형태에서는, 상기 기관 처리 장치가, 상기 기관을 가열하는 기관 가열 유닛을 더 포함한다. 그리고, 상기 컨트롤러가, 상기 액막 형성 공정에 있어서, 상기 기관 가열 유닛을 제어하여, 상기 기관 상의 상기 저표면장력 액체의 온도를 상기 저표면장력 액체의 비점 이하로 유지하도록 프로그램되어 있다. 이로 인해, 기관 상의 저표면장력 액체의 온도가 비점 이하로 유지되므로, 저표면장력 액체의 증발을 억제할 수 있다. 따라서, 저표면장력 액체의 증발에 기인하는 액막의 분열을 억제 또는 방지할 수 있다. 따라서, 덩어리 상태의 액막을 기관 밖으로 배제할 수 있으므로, 기관의 상면에 저표면장력 액체의 액적을 남기지 않고, 기관 상의 저표면장력 액체를 양호하게 배제할 수 있다.

[0030] 이 발명의 한 실시 형태에서는, 상기 컨트롤러가, 상기 개구 형성 공정에 있어서, 상기 기관 가열 유닛을 제어하여, 상기 액막의 중앙 영역의 온도를, 상기 액막 형성 공정에 있어서의 상기 액막의 온도보다 높게 함으로써, 상기 액막에 상기 개구를 형성하도록 프로그램되어 있다. 이로 인해, 저표면장력 액체의 액막의 중앙 영역에 개구가 형성된다. 그 때문에, 확대 배제 공정에 있어서, 기관의 중앙 영역으로부터 기관의 주연을 향해서, 개구를 균등하게 넓힐 수 있다. 따라서, 기관의 상면으로부터 저표면장력 액체를 편차없이 배제할 수 있다.

[0031] 이 발명의 한 실시 형태에서는, 상기 컨트롤러가, 상기 확대 배제 공정에 있어서, 상기 기관 가열 유닛을 제어하여, 상기 개구의 주연에 위치하는 상기 액막의 기액 계면에 있어서, 상기 기관으로부터 멀어지는 방향의 대류가 발생하도록 상기 기관을 가열하고, 그로 인해, 상기 개구를 상기 기관의 주연을 향해 넓히도록 프로그램되어 있다. 이로 인해, 저표면장력 액체의 액막의 중앙 영역에 형성된 개구의 주연에 있어서의 액막의 기액 계면에 있어서, 기관으로부터 멀어지는 방향의 대류가 발생한다. 이 대류는, 개구를 넓히는 방향을 향하는 자발적인 이동을 발생시키고, 그로 인해, 개구가 확대된다. 그 때문에, 액막을 분열시키지 않고 기관 상으로부터 저표면장력 액체를 한층 더 양호하게 배제할 수 있다.

[0032] 본 발명에 있어서의 상술의, 또는 또 다른 목적, 특징 및 효과는, 첨부 도면을 참조하여 다음에 설명하는 실시 형태의 설명에 의해 밝혀진다.

도면의 간단한 설명

[0033] 도 1은, 이 발명의 제1 실시 형태에 따른 기관 처리 장치의 내부의 레이아웃을 설명하기 위한 모식적인 평면도이다.

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

도 3은, 도 2의 III-III선에 따른 단면의 모식도이다.

도 4는, 차단 부재에 설치된 근접 부재의 주변의 모식도이며, 차단 부재가 하부 위치에 있는 상태를 나타내고 있다.

도 5는, 상기 기관 처리 장치의 주요부의 전기적 구성을 설명하기 위한 블록도이다.

도 6은, 상기 기관 처리 장치에 의한 기관 처리의 일례를 설명하기 위한 흐름도이다.

도 7은, 상기 기관 처리의 유기용제 처리의 일례를 설명하기 위한 흐름도이다.

도 8a~도 8e는, 유기용제 처리(도 6의 S4)의 모습을 설명하기 위한 모식적인 단면도이다.

도 9a는, 확대 배제 공정에 있어서의 개구의 주연 부근을 모식적으로 나타낸 도면이다.

도 9b는, 회전하고 있지 않은 상태의 기관 상에 적하된 유기용제의 액적 부근을 모식적으로 나타낸 도면이다.

도 10a는, 유기용제 처리(도 6의 S4)의 액막 접촉 공정에 있어서의 근접 부재의 주변의 종단면의 모식도이다.

도 10b는, 유기용제 처리(도 6의 S4)의 액막 접촉 공정에 있어서의 근접 부재의 주변의 횡단면의 모식도이다.

도 11은, 이 발명의 제2 실시 형태에 따른 기관 처리 장치의 베이스의 주변을 평면에서 보았을 때의 모식도이다.

도 12는, 제2 실시 형태에 따른 기관 처리 장치에 구비된 처리 유닛의 구성예를 나타내는 모식도이며, 도 11의 XII-XII선에 따른 단면을 나타내고 있다.

도 13a~도 13b는, 제2 실시 형태에 따른 기관 처리 장치에 의한 기관 처리에 있어서의 유기용제 처리(도 6의 S4)의 모습을 설명하기 위한 모식적인 단면도이다.

도 14는, 표면장력에 의한 패턴 도포의 원리를 설명하기 위한 도해적인 단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0034] <제1 실시 형태>
- [0035] 도 1은, 이 발명의 제1 실시 형태에 따른 기관 처리 장치(1)의 내부의 레이아웃을 설명하기 위한 도해적인 평면도이다.
- [0036] 기관 처리 장치(1)는, 실리콘 웨이퍼 등의 기관(W)을 한 장씩 처리하는 매엽식의 장치이다. 이 실시 형태에서는, 기관(W)은, 원판 형상의 기관이다. 기관 처리 장치(1)는, 약액이나 린스액 등의 처리액으로 기관(W)을 처리하는 복수의 처리 유닛(2)과, 처리 유닛(2)으로 처리되는 복수장의 기관(W)을 수용하는 캐리어(C)가 올려놓여지는 로드 포트(LP)와, 로드 포트(LP)와 처리 유닛(2) 사이에서 기관(W)을 반송하는 반송 로봇(IR 및 CR)과, 기관 처리 장치(1)를 제어하는 컨트롤러(3)를 포함한다. 반송 로봇(IR)은, 캐리어(C)와 반송 로봇(CR) 사이에서 기관(W)을 반송한다. 반송 로봇(CR)은, 반송 로봇(IR)과 처리 유닛(2) 사이에서 기관(W)을 반송한다. 복수의 처리 유닛(2)은, 예를 들면, 같은 구성을 갖고 있다.
- [0037] 도 2는, 처리 유닛(2)의 구성예를 설명하기 위한 모식도이다.
- [0038] 처리 유닛(2)은, 한 장의 기관(W)을 수평인 자세로 유지하면서 기관(W)의 중앙부를 통과하는 연직인 회전축선(A1) 둘레로 기관(W)을 회전시키는 스핀 척(5)과, 기관(W)의 상면(상방의 주면)에 대항하는 대항면(60a)을 갖는 차단 부재(6)를 포함한다. 차단 부재(6)는, 기관(W)의 상면과 차단 부재(6)의 대항면(60a) 사이의 분위기를 주위의 분위기로부터 차단한다. 주위의 분위기는, 기관(W)의 상면과 대항면(60a) 사이의 공간 외의 분위기를 의미한다. 차단 부재(6)는, 차단 부재(6)와 기관(W)의 상면 사이의 분위기와 주위의 분위기의 유체의 흐름에 제약을 줄 수 있는 부재이면 되고, 차단 부재(6)와 기관(W)의 상면 사이의 분위기를 주위의 분위기로부터 완전히 차단하는 부재일 필요는 없다.
- [0039] 처리 유닛(2)은, 기관(W)의 상면에 약액을 공급하는 약액 공급 유닛(7)과, 기관(W)의 상면에 탈이온수(Deionized Water:DIW) 등의 린스액을 공급하는 린스액 공급 유닛(8)을 더 포함한다. 처리 유닛(2)은, 기관(W)의 상면에 질소(N₂) 가스 등의 기체를 공급하는 기체 공급 유닛(9)과, IPA 등의 유기용제를 기관의 상면에 공급하는 유기용제 공급 유닛(10)과, 가열 유체 공급 유닛(11)을 더 포함한다.
- [0040] 처리 유닛(2)은, 스핀 척(5)을 수용하는 챔버(14)(도 1 참조)를 더 포함한다. 챔버(14)에는, 챔버(14) 내에 기관(W)을 반입하거나, 챔버(14) 내로부터 기관(W)을 반출하거나 하기 위한 출입구(도시 생략)가 형성되어 있다. 챔버(14)에는, 이 출입구를 개폐하는 셔터 유닛(도시 생략)이 구비되어 있다.
- [0041] 스핀 척(5)은, 복수의 척 핀(20)과, 스핀 베이스(21)(베이스)와, 회전축(22)과, 전동 모터(23)를 포함한다. 회전축(22)은, 회전축선(A1)을 따라서 연직 방향으로 연장되어 있다. 회전축(22)의 상단은, 스핀 베이스(21)의 하면 중앙에 결합되어 있다.
- [0042] 스핀 베이스(21)는, 수평 방향을 따르는 원판 형상을 갖고 있다. 스핀 베이스(21)의 상면의 주연부에, 복수의 척 핀(20)이 둘레 방향으로 간격을 띄우고 배치되어 있다. 스핀 베이스(21) 및 복수의 척 핀(20)은, 기관(W)을 수평하게 유지하는 기관 유지 유닛에 포함된다. 복수의 척 핀(20)은, 스핀 베이스(21)의 상면에 설치되고, 기관(W)의 주연을 유지하는 기관 유지구의 일례이다. 기관 유지 유닛은, 기관 홀더라고도 한다.
- [0043] 척 핀(20)을 개폐 구동하기 위해서, 척 개폐 유닛(25)이 구비되어 있다. 척 개폐 유닛(25)은, 예를 들면, 링크

기구와, 구동원을 포함한다. 당해 구동원은, 예를 들면, 볼 나사 기구와, 거기에 구동력을 부여하는 전동 모터를 포함한다.

- [0044] 전동 모터(23)는, 회전축(22)에 회전력을 부여한다. 전동 모터(23)에 의해 회전축(22)이 회전됨으로써, 스핀 베이스(21)가 회전된다. 이로 인해, 기관(W)이 회전축선(A1)의 둘레로 회전된다. 전동 모터(23)는, 기관(W)을 회전축선(A1)의 둘레로 회전시키는 기관 회전 유닛에 포함된다.
- [0045] 차단 부재(6)는, 기관(W)의 상면에 대항하는 대항부(60)와, 평면에서 볼 때 기관(W)을 둘러싸도록 대항부(60)의 주연부로부터 하방으로 연장되는 환상부(61)를 포함한다. 대항부(60)는, 원판 형상으로 형성되어 있다. 대항부(60)는, 스핀 척(5)의 상방에서 거의 수평하게 배치되어 있다. 대항부(60)는, 기관(W)의 상면에 대항하는 대항면(60a)을 갖는다. 대항부(60)에 있어서 대항면(60a)과는 반대측의 면에는, 중공의 회전축(62)이 고정되어 있다. 환상부(61)의 내주면은, 하방을 향함에 따라 회전 반경 방향의 바깥쪽을 향하도록 만곡해 있다. 환상부(61)의 외주면은, 연직 방향을 따라서 연장되어 있다.
- [0046] 처리 유닛(2)은, 차단 부재 지지 부재(63)와, 차단 부재 승강 유닛(64)과, 차단 부재 회전 유닛(65)을 더 포함한다. 차단 부재 지지 부재(63)는, 수평하게 연장되고, 회전축(62)을 통해 차단 부재(6)를 지지한다. 차단 부재 승강 유닛(64)은, 차단 부재 지지 부재(63)를 개재하여 차단 부재(6)에 연결되고, 차단 부재(6)의 승강을 구동한다. 차단 부재 승강 유닛(64)은, 예를 들면, 볼 나사 기구와, 거기에 구동력을 부여하는 전동 모터를 포함한다. 차단 부재 회전 유닛(65)은, 차단 부재(6)를 회전축선(A1) 둘레로 회전시킨다. 차단 부재 회전 유닛(65)은, 예를 들면, 회전축(62)을 회전시키는 전동 모터를 포함한다.
- [0047] 차단 부재 승강 유닛(64)은, 하부 위치(후술하는 도 8d 및 도 8e에 나타내는 위치)로부터 상부 위치(후술하는 도 8a 및 도 8b에 나타내는 위치)까지의 임의의 위치(높이)에 차단 부재(6)를 위치시킬 수 있다. 하부 위치는, 차단 부재(6)의 가동 범위에 있어서, 차단 부재(6)의 대항부(60)의 대항면(60a)이 기관(W)의 상면에 가장 근접하는 위치이다. 상부 위치는, 차단 부재(6)의 가동 범위에 있어서, 차단 부재(6)의 대항부(60)의 대항면(60a)이 기관(W)의 상면으로부터 가장 이격하는 위치이다.
- [0048] 약액 공급 유닛(7)은, 약액 노즐(30)과, 약액 공급관(31)과 약액 공급 밸브(32)를 포함한다. 약액 노즐(30)은, 기관(W)의 상면에 약액을 공급한다. 약액 공급관(31)은, 약액 노즐(30)에 결합되어 있다. 약액 공급관(31)에는, 약액 공급원으로부터, 불산(불화 수소수 : HF) 등의 약액이 공급되어 있다. 약액 공급 밸브(32)는, 약액 공급관(31)에 개재되어 있다.
- [0049] 약액은 불산으로 한정되지 않고, 황산, 아세트산, 질산, 염산, 불산, 버퍼드 불산(BHF), 희불산(DHF), 암모니아수, 과산화 수소수, 유기산(예를 들면, 구연산, 옥살산 등), 유기 알칼리(예를 들면, TMAH : 테트라메틸암모늄하이드록사이드 등), 계면활성제, 부식 방지제 중 적어도 1개를 포함하는 액이어도 된다. 이들을 혼합한 약액의 예로서는, SPM(황산 과산화수소수 혼합액), SC1(암모니아과산화 수소수 혼합액), SC2(염산 과산화수소수 혼합액) 등을 들 수 있다.
- [0050] 약액 노즐(30)은, 약액 노즐 이동 유닛(35)에 의해, 연직 방향(회전축선(A1)과 평행한 방향) 및 수평 방향(회전축선(A1)에 수직인 방향)으로 이동된다. 약액 노즐(30)은, 수평 방향으로의 이동에 의해, 중앙 위치와, 퇴피 위치 사이에서 이동할 수 있다. 약액 노즐(30)은, 중앙 위치에 위치할 때, 기관(W)의 상면의 회전 중심 위치에 대항한다. 회전 중심 위치란, 기관(W)의 상면에 있어서의 회전축선(A1)과의 교차 위치이다. 약액 노즐(30)은, 퇴피 위치에 위치할 때, 기관(W)의 상면에 대항하지 않는다.
- [0051] 린스액 공급 유닛(8)은, 린스액 노즐(40)과, 린스액 공급관(41)과, 린스액 공급 밸브(42)를 포함한다. 린스액 노즐(40)은, 기관(W)의 상면에 린스액을 공급한다. 린스액 공급관(41)은, 린스액 노즐(40)에 결합되어 있다. 린스액 공급관(41)에는, 린스액 공급원으로부터, DIW 등의 린스액이 공급되어 있다. 린스액 공급 밸브(42)는, 린스액 공급관(41)에 개재되어 있다.
- [0052] 린스액은, DIW로 한정되지 않고, 탄산수, 전해 이온수, 오존수, 희석 농도(예를 들면, 10ppm~100ppm 정도)의 염산수, 환원수(수소수)여도 된다. 린스액은, 물을 함유하고 있다. 린스액 공급 유닛(8)은, 물을 함유하는 처리액을 공급하는 처리액 공급 유닛의 일례이다.
- [0053] 린스액 노즐(40)은, 린스액 노즐 이동 유닛(45)에 의해, 연직 방향(회전축선(A1)과 평행한 방향) 및 수평 방향(회전축선(A1)에 수직인 방향)으로 이동된다. 린스액 노즐(40)은, 수평 방향으로의 이동에 의해, 중앙 위치와, 퇴피 위치 사이에서 이동할 수 있다. 린스액 노즐(40)은, 중앙 위치에 위치할 때, 기관(W)의 상면의 회전 중심

위치에 대향한다. 린스액 노즐(40)은, 퇴피 위치에 위치할 때, 기관(W)의 상면에 대향하지 않는다.

- [0054] 기체 공급 유닛(9)은, 기관(W)의 상면의 중앙 영역에 질소 가스 등의 기체를 공급하는 기체 노즐(50)과, 기체 노즐(50)에 결합된 기체 공급관(51)과, 기체 공급관(51)에 개재되고, 기체의 유로를 개폐하는 기체 밸브(52)를 포함한다. 기체 공급관(51)에는, 기체 공급원으로부터, 질소 가스 등의 기체가 공급되어 있다. 기관(W)의 상면의 중앙 영역이란, 기관(W)의 회전 중심을 포함하는 영역을 말한다.
- [0055] 기체 공급원으로부터 기체 공급관(51)에 공급되는 기체로서는, 질소 가스 등의 불활성 가스가 바람직하다. 불활성 가스는, 질소 가스로 한정하지 않고, 기관(W)의 상면 및 패턴에 대해서 불활성인 가스를 말한다. 불활성 가스의 예로서는, 질소 가스 이외에, 아르곤 등의 희가스류를 들 수 있다. 기체 노즐(50)은, 회전축(62)에 삽입 통과되어 있다. 기체 노즐(50)의 토출구(50a)는, 차단 부재(6)의 대향부(60)를 상하로 관통하는 관통 구멍으로부터 노출되어 있고, 기관(W)의 상면에 대향해 있다. 기체 노즐(50)은, 예를 들면, 베어링(도시 생략)을 통해 회전축(62)에 지지되어 있다. 기체 노즐(50)은, 차단 부재(6)에 의해, 차단 부재(6)의 승강과 함께 승강된다.
- [0056] 유기용제 공급 유닛(10)은, 유기용제 노즐(70)과, 유기용제 공급관(71)과, 유기용제 밸브(72)를 포함한다. 유기용제 노즐(70)은, 기관(W)의 상면에 유기용제를 공급한다. 유기용제 공급관(71)은, 유기용제 노즐(70)에 결합되어 있다. 유기용제 공급관(71)에는, 유기용제 공급원으로부터, IPA 등의 유기용제가 공급되어 있다. 유기용제 밸브(72)는, 유기용제 공급관(71)에 개재되어 있다.
- [0057] 유기용제 노즐(70)은, 유기용제 노즐 이동 유닛(75)에 의해, 연직 방향(회전축선(A1)과 평행한 방향) 및 수평 방향(회전축선(A1)에 수직인 방향)으로 이동된다. 유기용제 노즐(70)은, 수평 방향으로의 이동에 의해, 중앙 위치와, 퇴피 위치 사이에서 이동할 수 있다. 유기용제 노즐(70)은, 중앙 위치에 위치할 때, 기관(W)의 상면의 회전 중심 위치에 대향한다. 유기용제 노즐(70)은, 퇴피 위치에 위치할 때, 기관(W)의 상면에 대향하지 않는다. 유기용제 공급 유닛(10)은, 물보다 표면장력이 작은 저표면장력 액체를 기관(W)의 상면의 중앙 영역에 공급하는 저표면장력 액체 공급 유닛으로서 기능하면 된다.
- [0058] 저표면장력 액체로서는, IPA 이외의 유기용제를 이용할 수 있다. 저표면장력 액체는, 기관(W)의 상면 및 기관(W)에 형성된 패턴(도 14 참조)과 화학반응하지 않는(반응성이 부족한) 유기용제이면 된다. 보다 구체적으로는, IPA, HFE(하이드로플루오로에테르), 메탄올, 에탄올, 아세톤 및 Trans-1,2-디클로로에틸렌 중 적어도 1개를 포함하는 액을 저표면장력 액체로서 이용할 수 있다. 또, 저표면장력 액체는, 단체 성분만으로 이루어질 필요는 없고, 다른 성분과 혼합한 액체여도 된다. 저표면장력 액체는, 예를 들면, IPA와 순수의 혼합액이어도 되고, IPA와 HFE의 혼합액이어도 된다.
- [0059] 가열 유체 공급 유닛(11)은, 가열 유체 노즐(80)과, 가열 유체 공급관(81)과, 가열 유체 밸브(82)를 포함한다. 가열 유체 노즐(80)은, 기관(W)의 하면의 중심을 향해 가열 유체를 공급한다. 가열 유체 공급관(81)은, 가열 유체 노즐(80)에 결합되어 있다. 가열 유체 공급관(81)에는, 가열 유체 공급원으로부터, 온수 등의 가열 유체가 공급되어 있다. 가열 유체 밸브(82)는, 가열 유체 공급관(81)에 개재되어 있다.
- [0060] 가열 유체 노즐(80)은, 회전축(22)을 삽입 통과하고 있고, 기관(W)의 하면의 중심에 면하는 토출구(80a)를 상단에 갖고 있다. 기관(W)의 하면의 중심에 대한 가열 유체의 공급에 의해, 기관(W)의 중앙 영역이 특히 가열된다. 가열 유체 공급 유닛(11)은, 기관(W)을 가열하는 기관 가열 유닛의 일례이다.
- [0061] 가열 유체 노즐(80)에 공급되는 가열 유체는, 예를 들면, 온수이다. 온수는, 실온보다 고온의 물이며, 예를 들면 80℃~85℃의 물이다. 가열 유체는, 온수로 한정하지 않고, 고온의 질소 가스 등의 기체여도 된다. 가열 유체는, 기관(W)을 가열할 수 있는 유체이면 된다.
- [0062] 차단 부재(6)는, 차단 부재(6)의 환상부(61)의 내주면으로부터 하방으로, 또한, 기관(W)의 회전 지름 방향의 안쪽으로 돌출되는 복수의 돌출부(66)를 포함한다.
- [0063] 도 3은, 도 2의 III-III선에 따른 단면의 모식도이다. 척 핀(20)은, 회전축선(A1) 둘레의 회전 방향으로 등간격을 두고 배치되어 있다. 돌출부(66)는, 회전축선(A1) 둘레의 회전 방향으로 등간격을 두고 배치되어 있다. 돌출부(66)는, 척 핀(20)과 동일 개수로 설치되어 있고, 본 실시 형태에서는 4개이다. 차단 부재(6)와 스핀 베이스(21)를 회전 방향으로 위치 맞춤함으로써, 평면에서 볼 때, 회전 방향에 있어서 서로 이웃하는 척 핀(20)의 사이에 돌출부(66)를 1개씩 배치할 수 있다. 돌출부(66)는, 회전 방향에 있어서 기관(W)의 주연을 따라 연장되어 있다. 평면에서 볼 때, 돌출부(66)는 기관(W)의 주연보다 기관(W)의 외측에 위치되어 있다.

- [0064] 도 4는, 돌출부(66)의 주변의 모식도이며, 차단 부재(6)가 하부 위치에 있는 상태를 나타내고 있다. 차단 부재(6)가 하부 위치에 있는 상태에서, 돌출부(66)는, 기관(W)의 주연에 기관(W)의 회전 지름 방향의 바깥쪽으로부터 대향한다. 돌출부(66)의 내주면(66a)은, 차단 부재(6)가 하부 위치에 있는 상태에서, 기관(W)의 주연에 기관(W)의 회전 지름 방향의 바깥쪽으로부터 대향하는 근접 대향면으로서 기능한다. 차단 부재(6)가 하부 위치에 있는 상태에서, 돌출부(66)의 내주면(66a)과 기관(W)의 주연 사이에는, 간극(G1)이 형성되어 있다. 차단 부재(6)가 하부 위치에 있는 상태에서, 차단 부재(6)의 돌출부(66)는, 기관(W)의 주연(Wa)에 있어서 척 핀(20)에 의해 유지된 부분(Wb)(도 3 참조)과는 다른 부분(Wc)에 근접해 있다. 차단 부재(6)가 상부 위치에 있는 상태(도 2에 나타내는 상태)에서는, 차단 부재(6)가 기관(W)의 상방으로 퇴피되어 있기 때문에, 돌출부(66)는, 기관 회전 지름 방향의 바깥쪽으로부터 기관(W)에 대향해 있지 않다.
- [0065] 이와 같이, 차단 부재(6)의 돌출부(66)는, 기관(W)의 주연에 근접 가능한 근접 부재의 일례이다. 차단 부재 승강 유닛(64)은, 근접 부재로서의 돌출부(66)와 기관(W)의 상대 위치를 변경하는 상대 위치 변경 유닛으로서 기능한다.
- [0066] 도 5는, 기관 처리 장치(1)의 주요부의 전기적 구성을 설명하기 위한 블록도이다. 컨트롤러(3)는, 마이크로 컴퓨터를 구비하고 있고, 소정의 프로그램에 따라, 기관 처리 장치(1)에 구비된 제어 대상을 제어한다. 보다 구체적으로는, 컨트롤러(3)는, 프로세서(CPU)(3A)와, 제어 프로그램이 저장된 메모리(3B)를 포함하고, 프로세서(3A)가 프로그램을 실행함으로써, 기관 처리를 위한 여러가지 제어를 실행하도록 구성되어 있다. 특히, 컨트롤러(3)는, 반송 로봇(IR, CR), 노즐 이동 유닛(35, 45, 55), 전동 모터(23), 차단 부재 승강 유닛(64), 차단 부재 회전 유닛(65), 척 개폐 유닛(25) 및 밸브류(32, 42, 52, 72, 82) 등의 동작을 제어한다.
- [0067] 도 6은, 기관 처리 장치(1)에 의한 기관 처리의 일례를 설명하기 위한 흐름도이며, 주로, 컨트롤러(3)가 프로그램을 실행함으로써 실현되는 처리가 표시되어 있다. 기관 처리 장치(1)에 의한 기관 처리에서는, 예를 들면, 도 6에 나타내는 바와 같이, 기관 반입(S1), 약액 처리(S2), DIW 린스 처리(S3), 유기용제 처리(S4), 건조 처리(S5) 및 기관 반출(S6)이 이 순서대로 실행된다.
- [0068] 기관 처리에서는, 우선, 미처리의 기관(W)이, 반송 로봇(IR, CR)에 의해 캐리어(C)로부터 처리 유닛(2)에 반입되고, 스핀 척(5)에 건넌진다(S1). 이 후, 기관(W)은, 반송 로봇(CR)에 의해 반출될 때까지, 스핀 베이스(21)의 상면으로부터 상방으로 간격을 두고 수평하게 유지된다(기관 유지 공정). 기관 유지 공정에 있어서, 척 개폐 유닛(25)이, 척 핀(20)에 기관(W)의 주연을 유지시킨다.
- [0069] 다음에, 반송 로봇(CR)이 처리 유닛(2) 밖으로 퇴피한 후, 약액 처리(S2)가 개시된다.
- [0070] 전동 모터(23)는, 스핀 베이스(21)를 회전시킨다. 이로 인해, 척 핀(20)에 수평하게 유지된 기관(W)이 회전한다(기관 회전 공정). 그 한편, 약액 노즐 이동 유닛(35)은, 약액 노즐(30)을 기관(W)의 상방의 약액 처리 위치에 배치한다. 약액 노즐(30)이 약액 처리 위치에 위치할 때, 약액 노즐(30)로부터 토출되는 약액은, 기관(W)의 상면의 회전 중심 위치에 착액한다.
- [0071] 그리고, 약액 공급 밸브(32)가 열린다. 이로 인해, 회전 상태의 기관(W)의 상면을 향해, 약액 노즐(30)로부터 약액이 토출(공급)된다. 공급된 약액은 원심력에 의해 기관(W)의 상면의 전체에 널리 퍼진다. 이로 인해, 기관(W)의 상면이 약액에 의해 처리된다.
- [0072] 일정시간의 약액 처리 후, DIW 린스 처리(S3)가 실행된다. DIW 린스 처리(S3)에서는, 기관(W) 상의 약액을 DIW로 치환함으로써, 기관(W) 상으로부터 약액이 배제된다.
- [0073] 우선, 린스액 노즐 이동 유닛(45)이, 린스액 노즐(40)을 기관(W)의 상방의 린스액 처리 위치에 배치한다. 린스액 노즐(40)이 린스액 처리 위치에 위치할 때, 린스액 노즐(40)로부터 토출되는 린스액은, 기관(W)의 상면의 회전 중심 위치에 착액한다.
- [0074] 그리고, 약액 공급 밸브(32)가 닫히고, 린스액 공급 밸브(42)가 열린다. 이로 인해, 린스액 노즐(40)로부터 기관(W)의 상면을 향해 린스액이 공급(토출)된다(처리액 공급 공정). 린스액 노즐(40)로부터 토출된 린스액은, 기관(W)의 상면의 중앙 영역에 착액한다. 기관(W) 상에 공급된 DIW는 원심력에 의해 기관(W)의 상면의 전체에 널리 퍼진다. 이 DIW에 의해 기관(W) 상의 약액이 씻겨나간다. 이 동안에, 약액 노즐 이동 유닛(35)이, 약액 노즐(30)을 기관(W)의 상방으로부터 퇴피 위치로 이동시킨다.
- [0075] 일정시간의 DIW 린스 처리 후, 기관(W)을 건조시키는 유기용제 처리(S4)가 행해진다. 구체적으로는, 유기용제 노즐 이동 유닛(75)이, 유기용제 노즐(70)을 유기용제 처리 위치로 이동시킨다. 유기용제 노즐(70)이 유기용제

처리 위치에 위치할 때, 유기용제 노즐(70)로부터 토출되는 유기용제는, 기관(W)의 상면의 회전 중심 위치에 착액한다.

- [0076] 그리고, 린스액 공급 밸브(42)가 닫히고, 유기용제 밸브(72)가 열린다. 유기용제 노즐(70)로부터 공급(토출)된 IPA 등의 유기용제는, 기관(W)의 상면의 중앙 영역에 착액한다. 기관(W) 상에 공급된 유기용제는 원심력에 의해 기관(W)의 상면의 전체에 널리 퍼진다. 이 유기용제에 의해 기관(W) 상의 린스액이 치환된다(치환 공정). 이전에, 린스액 노즐 이동 유닛(45)이 린스액 노즐(40)을 기관(W)의 상방으로부터 퇴피 위치로 이동시킨다.
- [0077] 그리고, 기관(W)의 상면에 대한 유기용제의 공급을 계속함으로써, 기관(W)의 상면에 유기용제의 액막이 형성된다(액막 형성 공정). 그 후, 가열 유체 노즐(80)로부터 공급되는 가열 유체로 기관(W)을 가열함으로써, 유기용제의 액막의 중앙 영역에 개구가 형성된다(개구 형성 공정). 그 후, 이 개구를 확대시킴으로써(개구 확대 공정), 기관(W)의 상면으로부터 유기용제가 배제된다(확대 배제 공정).
- [0078] 일정시간의 유기용제 처리(S4) 후, 건조 처리(S5)가 행해진다. 구체적으로는, 전동 모터(23)가 약액 처리(S2) 및 린스액 처리(S3)에 있어서의 기관(W)의 회전 속도보다 빠른 고회전 속도(예를 들면 3000rpm)로 기관(W)을 회전시킨다. 이로 인해, 큰 원심력이 기관(W)의 상면의 유기용제에 작용하여, 기관(W)의 상면의 유기용제가 기관(W)의 주위로 펼쳐내어진다. 이와 같이 하여, 기관(W)으로부터 린스액이 제거되고, 기관(W)이 건조된다. 그리고, 기관(W)의 고속 회전이 개시되고 나서 소정 시간이 경과하면, 전동 모터(23)가, 스핀 베이스(21)에 의한 기관(W)의 회전을 정지시킨다.
- [0079] 그 후, 반송 로봇(CR)이 처리 유닛(2)에 진입하여, 스핀 척(5)으로부터 처리가 끝난 기관(W)을 건져 내어, 처리 유닛(2) 밖으로 반출한다(S6). 그 기관(W)은, 반송 로봇(CR)으로부터 반송 로봇(IR)으로 건네지고, 반송 로봇(IR)에 의해, 캐리어(C)에 수납된다.
- [0080] 다음에, 유기용제 처리(도 6의 S4)의 상세에 대하여 설명한다.
- [0081] 도 7은, 상기 기관 처리의 유기용제 처리의 일례를 설명하기 위한 흐름도이다. 도 8a~도 8e는, 유기용제 처리(도 6의 S4)의 모습을 설명하기 위한 모식적인 단면도이다. 도 7에 나타내는 바와 같이, 유기용제 처리에서는, 치환 공정(T1), 액막 형성 공정(T2), 개구 형성 공정(T3), 확대 배제 공정(T4)이 이 순서로 실행된다.
- [0082] 도 8a를 참조하여, 치환 공정(T1)에서는, 유기용제 노즐 이동 유닛(75)이, 유기용제 노즐(70)을 유기용제 처리 위치로 이동시킨다. 그리고, 유기용제 밸브(72)를 열고, IPA 등의 유기용제를 기관(W)의 상면에 공급한다. 이로 인해, 기관(W)의 상면의 DIW 등의 린스액이 유기용제에 의해 치환된다.
- [0083] 치환 공정(T1)에 있어서, 가열 유체 밸브(82)가 열리고, 기관(W)의 하면의 중앙 영역에 온수 등의 가열 유체가 공급된다. 이로 인해, 기관(W)의 하면의 전체에 가열 유체가 널리 퍼지고, 기관(W)이 가열 유체에 의해 가열된다. 가열 유체의 온도는, 예를 들면, 80℃~85℃이다. 그 때문에, 기관(W)의 중앙 영역의 온도가 77℃~82℃에 이른다. 기관(W)의 하면 중심에 도달한 직후부터 기관(W)과 가열 유체의 열교환이 시작되므로, 가열 유체가 기관(W)의 외주에 이르기까지 가열 유체의 열량이 기관(W)에 빠앗긴다. 그 때문에, 기관(W)의 외주의 온도는, 71℃ 정도가 된다. 따라서, 기관(W) 상의 유기용제의 온도는, IPA의 비점(82.6℃)보다 낮다.
- [0084] 치환 공정(T1)에서는, 차단 부재 승강 유닛(64)은, 차단 부재(6)를 상부 위치에 배치하고 있다. 또, 치환 공정(T1)에서는, 전동 모터(23)는, 스핀 베이스(21)를 예를 들면 300rpm으로 회전시킨다. 이때, 차단 부재 회전 유닛(65)은, 차단 부재(6)를 스핀 베이스(21)와 동기 회전시켜도 된다. 동기 회전은, 같은 방향으로 같은 회전 속도로 회전하는 것을 의미한다.
- [0085] 도 8b를 참조하여, 액막 형성 공정(T2)에서는, 기관(W) 상의 린스액이 유기용제에 의해 치환된 후, 유기용제 노즐(70)로부터 기관(W)의 상면에 대한 유기용제의 공급이 계속된다. 이로 인해, 기관(W)의 상면에 유기용제의 액막(100)이 형성된다. 액막 형성 공정(T2)에서 형성되는 액막(100)의 두께는, 예를 들면, 1mm 정도이다.
- [0086] 액막 형성 공정(T2)에서는, 기관(W)의 가열이 약해진다. 자세히는, 기관(W)의 상면에 대한 유기용제의 공급을 계속시키는 한편으로, 가열 유체 밸브(82)가 닫힌다. 이로 인해, 기관(W)의 하면의 중심에 대한 가열 유체의 공급이 정지된다. 치환 공정(T1)에 있어서 가열 유체를 공급하고 있는 동안의 기관(W) 상의 유기용제의 온도가, 유기용제의 비점(IPA의 비점 : 82.6℃)보다 낮기 때문에, 가열 유체의 공급을 정지한 후의 기관(W) 상의 유기용제의 온도는, 유기용제의 비점보다 낮은 온도로 유지되어 있다. 즉, 액막 형성 공정(T2)은, 기관(W) 상의 유기용제의 온도를 유기용제의 비점 이하로 유지한 상태로, 기관(W)의 상면에 액막(100)을 형성하는 공정을 포함한다.

- [0087] 액막 형성 공정(T2)에서는, 전동 모터(23)가, 스핀 베이스(21)의 회전을 감속시키고, 기관(W)의 회전을 치환 공정(T1)보다 감속시킨다. 자세히는, 전동 모터(23)는, 기관(W) 상의 액막(100)이 기관(W) 상에서 분열하지 않는 정도(기관(W) 상에 액막(100)이 유지되는 정도)의 속도로 기관(W)을 회전시킨다. 이 때의 기관(W)의 회전 속도를 액막 유지 속도라고 한다. 액막 유지 속도는, 예를 들면, 10rpm이다. 액막 유지 속도는, 액막(100)이 기관(W) 상에서 분열하지 않는 속도 범위에서 일정하게 유지되어도 된다. 또, 액막 유지 속도는, 액막(100)이 기관(W) 상에서 분열하지 않는 속도 범위에서 변경되어도 된다. 차단 부재(6)는, 스핀 베이스(21)와 동기 회전하고 있다.
- [0088] 도 8c를 참조하여, 개구 형성 공정(T3)에서는, 기관(W)의 상면의 중앙 영역에 대한 유기용제의 공급을 정지하는 한편으로, 기관(W)의 가열을 강하게 한다. 이로 인해, 액막(100)의 중앙 영역에 개구(101)가 형성된다.
- [0089] 자세히는, 유기용제 밸브(72)가 닫힘으로써, 유기용제 노즐(70)로부터 기관(W)의 상면에 대한 유기용제의 공급이 정지된다. 또, 가열 유체 밸브(82)가 열림으로써, 기관(W)의 하면의 중심에 대한 가열 유체의 공급이 재개된다. 이로 인해, 기관(W)의 중앙 영역이 따뜻해지고, 액막(100)의 중앙 영역의 온도가, 액막 형성 공정(T2)에 있어서의 액막(100)의 온도보다 높아진다. 그로 인해, 기관(W)의 중앙 영역의 유기용제의 표면장력이 저하하고, 기관(W)의 중앙 영역에 있어서만 액막(100)이 얇아진다(도 8c의 2점 쇄선 참조). 액막(100)의 중앙 영역의 유기용제의 온도가 상승하기 때문에, 유기용제의 증발이 촉진되고, 이윽고, 액막(100)의 중앙 영역에 개구(101)가 형성된다.
- [0090] 개구 형성 공정(T3)에서는, 기체 밸브(52)가 열림으로써, 액막(100)의 중앙 영역을 향해 질소 가스 등의 기체가 분사된다. 그 때문에, 개구(101)의 형성은, 기관(W)의 중심에 대한 기체의 공급에 의해 보조된다. 개구 형성 공정(T3)에 있어서도, 액막 형성 공정(T2)과 마찬가지로, 스핀 베이스(21)(기관(W))는, 액막 유지 속도로 회전되어 있고, 차단 부재(6)는, 스핀 베이스(21)와 동기 회전하고 있다.
- [0091] 개구 형성 공정(T3)에서는, 기관(W)에 대한 가열의 재개, 및, 기관(W)의 상면에 대한 기체의 분사 전에, 유기용제 노즐 이동 유닛(75)이, 유기용제 노즐(70)을 퇴피 위치로 이동시킨다. 그리고, 개구 형성 공정(T3)에서는, 기관(W)에 대한 가열의 재개, 및, 기관(W)의 상면에 대한 기체의 분사 전에, 차단 부재 승강 유닛(64)이, 차단 부재(6)를 상부 위치와 하부 위치 사이의 차단 위치로 이동시킨다. 차단 부재(6)가 차단 위치에 위치하는 상태에서, 환상부(61)에 있어서 돌출부(66)보다 하측의 부분이, 기관 회전 지름 방향의 바깥쪽으로부터 기관(W)에 대향해 있다. 이로 인해, 차단 부재(6)의 대향부(60)와 기관(W)의 상면 사이의 분위기가, 외부의 분위기로부터 차단된다.
- [0092] 도 8d 및 도 8e를 참조하여, 확대 배제 공정(T4)에서는, 구체적으로는, 기관(W)의 중앙 영역에 대한 가열을 계속함으로써, 기관(W)의 주연을 향해 개구(101)를 확대시키고(개구 확대 공정), 그로 인해, 기관(W)의 상면으로부터 액막(100)이 배제된다. 도 8e는, 도 8d보다 나중의 상태를 나타내고 있고, 개구(101)의 주연(101a)이 기관(W)의 주연에 도달한 상태를 나타내고 있다.
- [0093] 확대 배제 공정(T4)에서는, 기관(W)의 중앙 영역을 향한 질소 가스 등의 기체의 분사가 계속된다. 그 때문에, 개구(101)의 확대가, 기관(W)의 중심에 대한 기체의 공급에 의해 보조된다. 확대 배제 공정(T4)에 있어서도, 액막 형성 공정(T2) 및 개구 형성 공정(T3)과 마찬가지로, 스핀 베이스(21)(기관(W))는, 액막 유지 속도로 회전되어 있다.
- [0094] 자세히는, 확대 배제 공정(T4)에서는, 차단 부재 승강 유닛(64)이, 차단 부재(6)를 차단 위치로부터 하부 위치로 이동시킨다. 차단 부재(6)가 차단 위치로부터 하부 위치로 이동되기 전에, 차단 부재 회전 유닛(65)이, 돌출부(66)와 척 핀(20)이 평면에서 볼 때 겹치지 않도록, 회전축선(A1) 둘레의 회전 방향에 있어서의 차단 부재(6)와 스핀 베이스(21)의 위상을 조정한다. 돌출부(66)와 척 핀(20)이 평면에서 볼 때 겹치지 않도록 차단 부재(6)와 스핀 베이스(21)가 동기 회전하고 있는 경우, 회전축선(A1) 둘레의 회전 방향에 있어서의 차단 부재(6)와 스핀 베이스(21)의 위상의 조정을 생략할 수 있다.
- [0095] 차단 부재(6)가 하부 위치로 이동됨으로써, 차단 부재(6)의 돌출부(66)가 기관(W)의 주연에 상방으로부터 접근한다. 도 8d에 나타내는 바와 같이, 차단 부재(6)는, 개구(101)의 주연(101a)이 기관(W)의 주연(Wa) 부근에 도달하기 전(도 8e 상태가 되기 전)에 하부 위치로 이동하는 것이 바람직하다. 이로 인해, 차단 부재(6)의 돌출부(66)와 기관(W)의 주연(Wa) 사이에 간극(G1)(도 4 참조)이 형성되도록 차단 부재(6)의 돌출부(66)가 기관(W)의 주연(Wa)에 근접하고, 또한, 돌출부(66)가 액막(100)에 접촉한다(액막 접촉 공정). 이 상태에서, 기관(W)의 주연에 있어서 척 핀(20)에 의해 유지된 부분(Wb)과는 다른 부분(Wc)에, 돌출부(66)가 근접해 있다(도 3 및 후

술하는 도 10b 참조). 액막 접촉 공정은, 개구 형성 공정(T3)의 개시 후에 실행된다. 자세히는, 액막 접촉 공정은, 확대 배제 공정(T4)과 병행하여 실행된다.

- [0096] 도 9a는, 확대 배제 공정(T4)에 있어서의 개구(101)의 주연(101a) 부근을 모식적으로 나타낸 도면이다. 도 9b는, 회전하고 있지 않은 상태의 기관(W) 상에 적하된 유기용제의 액적 A 부근을 모식적으로 나타낸 도면이다.
- [0097] 도 9a에 나타내는 바와 같이, 확대 배제 공정(T4)에서는, 기관(W)의 가열에 의해, 개구(101)의 주연(101a)에 위치하는 액막(100)의 기액 계면(100a)에 있어서, 기관(W)의 상면으로부터 멀어지는 방향의 대류(102)가 액막(100) 중에 발생하고 있다. 이 대류(102)는, 액막(100) 중에 있어서, 기관(W)의 상면에 가까운 부분일수록 액체의 온도가 높은 것에 따라 발생한다. 대류(102)는, 기관(W)의 상면으로부터 멀어지는 방향을 따라서 발생하고, 또한 기액 계면(100a)을 따르는 흐름을 형성하므로, 개구(101)가 확대하는 방향을 향하는 액막(100)의 자발적인 이동을 발생시킨다.
- [0098] 확대 배제 공정(T4)에 있어서, 개구(101)의 주연(101a)에 위치하는 액막(100)의 기액 계면(100a)이, 기관(W)의 상면에 대해서, 유기용제의 기관(W)의 상면에 대한 접촉각 θ_2 (도 9b 참조)보다 큰 각도 θ_1 로 접해 있다. 대류(102)에 기인하는 액막(100)의 자발적 이동이 발생하고 있을 때, 이러한 상태가 된다. 접촉각 θ_2 는, 유기용제의 액적 A의 기액 계면과 기관(W)의 상면 사이에서 액막(100)의 내부에 형성되는 각도이다. 각도 θ_1 은, 접선(101b)과 기관(W)의 상면 사이에서 액막(100)의 내부에 형성되는 각도이다. 접선(101b)은, 기액 계면(100a)에 직교하는 평면 상에서 당해 기액 계면(100a)이 형성하는 곡선에 있어서 기관(W)의 상면과의 교점을 접점으로 하여 그은 접선이다. 개구(101)의 주연(101a)보다 외측이란, 주연(101a)에 대해서 회전 중심 위치와는 반대측을 말한다. 각도 θ_1 은, 45도 이상인 것이 바람직하다.
- [0099] 기관(W)을 회전시킴으로써 액막(100)에 원심력이 작용하고 있거나, 개구(101) 내에 기체를 공급함으로써, 그 기체에 의한 분사력이 액막(100)의 개구(101)의 주연(101a)에 작용하고 있거나 해도 된다. 이러한 경우라도, 개구(101)의 주연(101a)에 있어서의 액막(100)의 기액 계면(100a)이, 기관(W)의 상면에 대해서, 유기용제의 기관(W)에 대한 접촉각 θ_2 보다 큰 각도 θ_1 (예를 들면 45도 이상의 각도)로 접하고 있는 것이 바람직하다. 그러면, 액막(100)의 이동(개구(101)의 확대)에 대한 지배적인 메커니즘은, 액막(100) 중의 대류(102)에 기인하는 자발적 이동이라고 할 수 있다.
- [0100] 또, 액막(100)의 두께는, 1mm 정도로 충분히 두껍기 때문에, 기관(W)의 상면과 액막(100)의 상면 사이의 온도차가 커지기 쉽기 때문에, 액막(100) 내에서 대류(102)가 일어나기 쉽다. 액막(100) 내에 있어서, 기관(W)의 상면 부근의 유기용제의 온도와 액막(100)의 표면 부근의 유기용제의 온도의 차는, 30℃~35℃이면, 대류(102)가 한층 더 일어나기 쉽다.
- [0101] 확대 배제 공정(T4)에 있어서, 액막(100)에 작용하는 원심력에 의한 액막(100)의 이동 속도와 질소 가스 등의 기체의 분사에 의한 액막(100)의 이동 속도의 합보다 액막(100) 중의 대류(102)에 의한 액막(100)의 이동 속도가 고속이 되도록, 가열 유체 밸브(82) 및 전동 모터(23)를 제어하여, 기관(W)의 가열 및 회전을 제어하는 것이 바람직하다. 액막(100)의 이동 속도란, 개구(101)의 주연(101a)이 기관(W)의 회전 중심 위치로부터 멀어지는 방향을 향하는 속도이다.
- [0102] 제1 실시 형태에 의하면, 액막 형성 공정(T2)에 있어서 기관(W)의 상면에 IPA 등의 유기용제의 액막(100)이 형성되고, 개구 형성 공정(T3)에 있어서 액막(100)의 중앙 영역에 개구(101)가 형성된다. 그 후, 확대 배제 공정(T4)에 있어서 기관(W)의 주연을 향해 개구(101)가 넓혀짐으로써, 액막(100)이 기관(W)의 상면으로부터 배제된다. 개구 형성 공정(T3)의 개시 후에, 차단 부재(6)의 돌출부(66)가, 기관(W)의 주연(Wa)에 근접하고, 또한, 액막(100)에 접촉한다. 그 때문에, 개구(101)의 확대에 따라 개구(101)의 주연(101a)이 기관(W)의 주연(Wa)에 가까워지는 것에 기인하여, 기관(W)의 주연(Wa) 부근에 위치하는 유기용제를 기관(W) 밖으로 밀어내는 힘이 작아져도, 기관(W)의 주연(Wa) 부근의 유기용제가, 돌출부(66)를 타고 기관(W) 밖으로 배출된다(도 10a 참조). 따라서, 액막(100)을 분열시키지 않고, 덩어리 상태의 액막(100)을 기관(W)의 상면으로부터 배제할 수 있다. 따라서, 기관(W)의 상면에 유기용제의 액적을 남기지 않고, 기관(W) 상의 유기용제를 양호하게 배제할 수 있다.
- [0103] 제1 실시 형태에 의하면, 액막 접촉 공정이, 확대 배제 공정(T4)과 병행하여 실행된다. 이로 인해, 확대 배제 공정(T4)에 있어서, 기관(W)의 주연(Wa) 부근의 유기용제가, 돌출부(66)를 타고 기관(W) 밖으로 배출된다. 그 때문에, 개구(101)의 확대를 정지시키지 않고, 기관(W)의 상면의 유기용제를 효율적으로 배제할 수 있다.
- [0104] 제1 실시 형태에 의하면, 액막 접촉 공정에 있어서, 차단 부재(6)의 돌출부(66)와 기관(W)의 주연(Wa) 사이에

간극(G1)이 형성되도록, 차단 부재(6)의 돌출부(66)를 기관(W)의 주연(Wa)에 근접시킨다. 이로 인해, 기관(W)의 주연(Wa) 부근에 위치하는 유기용제가, 간극(G1)을 통과할 수 있다. 그 때문에, 도 10b에 나타내는 바와 같이, 액막 접촉 공정에서는, 유기용제는, 돌출부(66)의 둘레 방향 단면(66b)을 타고 기관(W) 밖으로 배제될 뿐만 아니라, 돌출부(66)와 기관(W)의 주연(Wa) 사이의 간극(G1)도 통과하여 기관(W) 밖으로 배제된다. 따라서, 기관(W)의 주연(Wa)과 돌출부(66)가 맞닿아 있는 구성과 비교하여, 기관(W)의 주연(Wa) 부근에 위치하는 유기용제를 효율적으로 기관(W) 밖으로 배제할 수 있다.

[0105] 제1 실시 형태에 의하면, 스핀 베이스(21)의 상면에 설치된 척 핀(20)이 기관(W)의 주연(Wa)을 유지한다. 그리고, 액막 접촉 공정에 있어서, 기관(W)의 주연(Wa)에 있어서 척 핀(20)에 의해 유지된 부분(Wb)과는 다른 부분(Wc)에 돌출부(66)가 근접한다.

[0106] 도 10b를 참조하여, 기관(W)의 주연 부근에 위치하는 유기용제는, 돌출부(66)를 타고 기관(W) 밖으로 배제될 뿐만 아니라, 기관(W)의 주연(Wa)을 유지하는 척 핀(20)도 타고 기관(W) 밖으로 배제된다. 기관(W)의 주연(Wa)에 있어서 척 핀(20)에 의해 유지된 부분(Wb)과는 다른 부분(Wc)에, 돌출부(66)가 근접됨으로써, 척 핀(20)과 돌출부(66)의 양쪽에 의해 기관(W)의 주연(Wa) 부근에 위치하는 유기용제가 기관(W) 밖으로 배제된다. 따라서, 기관(W)의 주연(Wa) 부근에 위치하는 유기용제를 기관(W) 밖으로 배제할 수 있다.

[0107] 제1 실시 형태에 의하면, 기관(W)의 상면에 대향하여 기관(W)과의 사이의 분위기를 주위의 분위기로부터 차단하는 차단 부재(6)에 돌출부(66)(근접 부재)가 설치되어 있다. 그리고, 액막 접촉 공정에 있어서, 기관(W)의 주연(Wa)에 차단 부재(6)의 돌출부(66)가 상방으로부터 접근한다. 기관(W)의 주연(Wa)에 차단 부재(6)의 돌출부(66)를 상방으로부터 접근시킴으로써, 차단 부재(6)의 돌출부(66)를 액막(100)에 접촉시킬 수 있다. 차단 부재(6)가 기관(W)과 차단 부재(6)의 대향면(60a) 사이의 분위기를 주위의 분위기로부터 차단하기 때문에, 주위의 분위기에 의한 액막(100) 및 기관(W)의 오염을 억제 또는 방지할 수 있다.

[0108] 제1 실시 형태에 의하면, 액막 형성 공정(T2)에서는, 기관(W) 상의 IPA 등의 유기용제의 온도를 유기용제의 비점(예를 들면, 82.6℃) 이하로 유지한 상태에서, 기관(W)의 상면에 액막(100)이 형성된다. 이로 인해, 기관(W) 상의 유기용제의 온도가 비점 이하로 유지되므로, 유기용제의 증발을 억제할 수 있다. 따라서, 유기용제의 증발에 기인하는 액막(100)의 분열을 억제 또는 방지할 수 있다. 따라서, 덩어리 상태의 액막(100)을 기관(W) 밖으로 배제할 수 있으므로, 기관(W)의 상면에 유기용제의 액적을 남기지 않고, 기관(W) 상의 유기용제를 양호하게 배제할 수 있다.

[0109] 제1 실시 형태에 의하면, 개구 형성 공정(T3)에 있어서, 액막(100)의 중앙 영역의 온도를, 액막 형성 공정(T2)에 있어서의 액막(100)의 온도보다 높게 함으로써, 액막(100)에 개구(101)가 형성된다. 이로 인해, 유기용제의 액막(100)의 중앙 영역에 개구(101)가 형성된다. 그 때문에, 기관(W)의 중앙 영역으로부터 기관(W)의 주연(Wa)을 향해, 개구(101)를 균등하게 넓힐 수 있다. 따라서, 기관(W)의 상면으로부터 유기용제를 편차없이 배제할 수 있다.

[0110] 제1 실시 형태에 의하면, 확대 배제 공정(T4)에서는, 개구(101)의 주연(101a)에 위치하는 액막(100)의 기액 계면(100a)에 있어서, 기관(W)으로부터 멀어지는 방향의 대류(102)가 발생하도록 기관(W)이 가열된다. 그로 인해, 개구(101)가 기관(W)의 주연(Wa)을 향해 넓혀진다. 이로 인해, 액막(100)의 중앙 영역에 형성된 개구(101)의 주연(101a)에 있어서의 액막(100)의 기액 계면(100a)에 있어서, 기관(W)으로부터 멀어지는 방향의 대류(102)가 발생한다. 이 대류(102)는, 개구(101)를 넓히는 방향을 향하는 자발적인 이동을 발생시키고, 그로 인해, 개구(101)가 확대된다. 그 때문에, 덩어리 상태의 액막(100)을 분열시키지 않고 기관(W) 상으로부터 유기용제를 한층 더 양호하게 배제할 수 있다.

[0111] 또한, 제1 실시 형태에 의하면, 치환 공정(T1)에서는, 기관(W)의 회전에 의해 발생하는 원심력에 의해 린스액을 배제하면서 유기용제가 기관(W)의 상면에 공급된다. 그 때문에, 기관(W) 상의 린스액을 유기용제로 효율적으로 치환시킬 수 있다. 또, 액막 형성 공정(T2)에서는, 기관(W)의 회전을 감속시킴으로써 원심력을 저감시킬 수 있다. 이로 인해, 기관(W)으로부터 배제되는 유기용제의 양이 저감되므로 액막(100)을 양호하게 형성할 수 있다. 또, 개구 형성 공정(T3) 및 확대 배제 공정(T4)에 있어서는, 기관(W)을 치환 공정(T1)에 있어서의 회전 속도보다 저속도로 회전시킴으로써, 가열에 기인하는 액막(100)의 자발적인 이동이 지배적인 상태가 되고, 적당한 원심력에 의해, 액막(100)의 자발적인 이동을 보조할 수 있다.

[0112] 또한, 제1 실시 형태에 의하면, 액막(100)에 작용하는 원심력에 의한 액막(100)의 이동 속도보다 대류(102)에 의한 액막(100)의 자발적 이동 속도가 고속이기 때문에, 원심력에 의해 기관(W)으로부터 배제되는 유기용제의

양을 억제할 수 있다. 그로 인해, 액막(100)이 기관(W) 상에서 분열하는 것을 한층 더 억제할 수 있다. 따라서, 기관(W) 상의 유기용제를 한층 더 양호하게 배제할 수 있다.

[0113] 또, 액막(100)이 기관(W) 상에서 분열하지 않는 속도 범위에서 기관(W)이 회전하기 때문에, 원심력에 의해 액막(100)의 이동을 보조하면서, 액막 상태를 유지하여, 액막(100)을 기관(W) 밖으로 배제할 수 있다.

[0114] 또, 유기용제 노즐(70)은, 기관(W)보다 온도가 낮은 유기용제를 공급하고 있기 때문에, 기관(W)과 유기용제의 온도차에 의해, 액막(100) 중의 대류(102)가 발생하기 쉬워진다. 보다 구체적으로는, 가열 유체 노즐(80)의 가열 유체의 공급에 의한 가열 위치 부근에 있어서의 기관(W)의 온도보다 유기용제의 온도가 낮은 것이 바람직하다. 그로 인해, 가열 위치 부근에 있어서, 기관(W)으로부터 액막(100)의 상면을 향하는 대류(102)를 발생시키고, 또 촉진시킬 수 있다. 따라서, 기관(W) 상에 있어서의 액막(100)의 자발적 이동에 의해, 액막(100)을 기관(W) 밖으로 효율적으로 배제할 수 있다.

[0115] 또, 기관(W)의 하면의 중심을 향해 가열 유체를 공급함으로써 기관의 중심 부근(중앙 영역)의 액막(100)의 유기용제의 증발을 촉진할 수 있고, 또한 기관(W)의 중앙 영역에 액막(100) 중의 대류(102)의 시작점을 배치할 수 있다. 그로 인해, 기관(W)의 중심, 즉 액막(100)의 중심 위치에 있어서 액막(100)에 개구(101)를 발생시키고, 또한, 그 개구(101)를 외측으로 넓히도록 액막(100)을 이동시켜 액막(100)을 기관(W) 밖으로 배제할 수 있다.

[0116] <제2 실시 형태>

[0117] 도 11은, 이 발명의 제2 실시 형태에 따른 기관 처리 장치(1P)의 스핀 베이스(21)의 주변을 평면에서 보았을 때의 모식도이다. 도 12는, 기관 처리 장치(1P)에 구비된 처리 유닛(2)의 구성예를 나타내는 모식도이며, 도 11의 XII-XII선을 따른 단면을 나타내고 있다. 도 11 및 도 12에서는, 지금까지 설명한 부재와 같은 부재에는 같은 참조 부호를 부여하고, 그 설명을 생략한다(후술하는 도 13a 및 도 13b도 동일).

[0118] 도 11 및 도 12를 참조하여, 기관 처리 장치(1P)가 제1 실시 형태에 따른 기관 처리 장치(1)(도 2를 참조)와 주로 다른 점은, 처리 유닛(2)이, 스핀 베이스(21)의 상면에 설치되고 기관(W)의 주연에 근접 가능한 복수의 근접 핀(90)과, 연직 방향을 따라 각 근접 핀(90)을 통과하는 회동축선(A2)의 둘레로 각 근접 핀(90)을 회전시키는 근접 핀 구동 유닛(95)을 포함하는 점이다.

[0119] 근접 핀(90)은, 예를 들면 연직 방향으로 연장되는 기둥 형상의 형태를 갖고 있다. 근접 핀(90)은, 평면에서 볼 때 대략 타원 형상이다. 근접 핀(90)은, 회전축선(A1) 둘레의 회전 방향에 있어서 인접하는 척 핀(20)들의 사이에 배치되어 있다. 이 실시 형태에서는, 척 핀(20)은, 기관(W)의 회전 방향에 있어서 90° 간격으로 합계 4개 배치되어 있다. 근접 핀(90)은, 기관(W)의 회전 방향에 있어서 인접하는 척 핀(20)들의 사이에 등간격으로 2개씩 배치되어 있다.

[0120] 근접 핀(90)은, 스핀 베이스(21)에 회동 가능하게 지지된 피지지부(91)와, 피지지부(91)와 일체로 설치되고, 피지지부(91)로부터 회동축선(A2)의 회전 지름 방향의 바깥쪽으로 연장되는 연장 설치부(92)를 포함한다. 근접 핀 구동 유닛(95)은 회동축선(A2) 둘레의 회전력을 근접 핀(90)의 피지지부(91)에 부여하는 전동 모터를 포함한다.

[0121] 근접 핀(90)이 근접 핀 구동 유닛(95)에 의해 회동축선(A2) 둘레로 회동됨으로써, 근접 핀(90)의 연장 설치부(92)는, 기관(W)의 주연(Wa)에 대해 근접하거나, 기관(W)의 주연(Wa)으로부터 이격하거나 한다. 연장 설치부(92)가 기관(W)의 주연(Wa)에 대해 가장 근접할 때의 근접 핀(90)의 위치(도 11에 2점 쇄선으로 나타내는 근접 핀(90)의 위치)를 근접 위치라고 한다. 연장 설치부(92)가 기관(W)의 주연(Wa)에 대해서 가장 이격할 때의 근접 핀(90)의 위치(도 11에 실선으로 나타내는 근접 핀(90)의 위치)를 이격 위치라고 한다.

[0122] 근접 핀(90)이 근접 위치에 위치하는 상태에서, 근접 핀(90)의 연장 설치부(92)와 기관(W)의 주연(Wa) 사이에는, 간극(G2)이 형성되어 있다. 근접 핀(90)이 근접 위치에 있는 상태에서, 근접 핀(90)의 연장 설치부(92)는, 기관(W)의 주연(Wa)에 있어서 척 핀(20)에 의해 유지된 부분(Wb)과는 다른 부분(Wc)에 근접해 있다.

[0123] 이와 같이, 근접 핀(90)은, 기관(W)의 주연(Wa)에 근접 가능한 근접 부재의 일례이다. 근접 핀 구동 유닛(95)은, 근접 부재로서의 근접 핀(90)과 기관(W)의 상대 위치를 변경하는 상대 위치 변경 유닛으로서 기능한다.

[0124] 제2 실시 형태에 따른 차단 부재(6)에는, 제1 실시 형태에 따른 차단 부재(6)와는 달리, 환상부(61) 및 돌출부(66)가 설치되어 있지 않다. 제2 실시 형태에 따른 컨트롤러(3)는, 근접 핀 구동 유닛(95)을 제어한다(도 5의 2점 쇄선 참조).

- [0125] 도 13a 및 도 13b는, 기관 처리 장치(1P)에 의한 기관 처리에 있어서의 유기용제 처리(도 6의 S4)의 모습을 설명하기 위한 모식적인 단면도이다. 도 13b는, 도 13a보다 나중의 상태를 나타내고 있고, 개구(101)의 주연(101a)이 기관(W)의 주연(Wa)에 도달한 상태를 나타내고 있다.
- [0126] 제2 실시 형태에 따른 기관 처리 장치(1P)에 의한 기관 처리에서는, 제1 실시 형태에 따른 기관 처리 장치(1)에 의한 기관 처리와 같은 기관 처리가 가능하다. 단, 도 13a 및 도 13b에 나타내는 바와 같이, 확대 배제 공정(T4)에 있어서, 근접 핀 구동 유닛(95)은, 회동축선(A2) 둘레로 근접 핀(90)을 회동시킴으로써, 근접 핀(90)을 기관 회전 지름 방향의 바깥쪽으로부터(기관(W)의 바깥쪽으로부터) 기관(W)의 주연(Wa)에 근접시키고, 또한, 근접 핀(90)의 연장 설치부(92)를 액막(100)에 접촉시킨다(액막 접촉 공정).
- [0127] 그 때문에, 제2 실시 형태에 의하면, 개구(101)의 확대에 따라 개구(101)의 주연(101a)이 기관(W)의 주연(Wa)에 가까워지는 것에 기인하여, 기관(W)의 주연(Wa) 부근에 위치하는 유기용제가 기관(W) 밖으로 밀려나오는 힘이 작아진 경우라도, 기관(W)의 주연(Wa) 부근의 유기용제가, 근접 핀(90)을 타고 기관(W) 밖으로 배출된다(도 13b의 굵은선 화살표 참조). 따라서, 액막(100)을 분열시키지 않고, 덩어리 상태의 액막(100)을 기관(W)의 상면으로부터 배제할 수 있다. 따라서, 기관(W)의 상면에 유기용제의 액적을 남기지 않고, 기관(W) 상의 유기용제를 양호하게 배제할 수 있다.
- [0128] 제2 실시 형태에 의하면, 액막 접촉 공정에 있어서, 근접 핀(90)의 연장 설치부(92)와 기관(W)의 주연(Wa) 사이에 간극(G2)이 형성되도록, 근접 핀(90)의 연장 설치부(92)를 기관(W)의 주연(Wa)에 근접시킨다. 이로 인해, 기관(W)의 주연(Wa) 부근에 위치하는 유기용제가, 간극(G2)을 통과할 수 있다. 그 때문에, 도 13b에 굵은 선 화살표로 나타내는 바와 같이, 액막 접촉 공정에서는, 유기용제는, 근접 핀(90)을 타고 기관(W) 밖으로 배제될 뿐만 아니라, 연장 설치부(92)와 기관(W)의 주연(Wa) 사이의 간극(G2)도 통과하여 기관(W) 밖으로 배제된다. 따라서, 기관(W)의 주연(Wa)과 연장 설치부(92)가 맞닿아 있는 구성과 비교하여, 기관(W)의 주연(Wa) 부근에 위치하는 유기용제를 효율적으로 기관(W) 밖으로 배제할 수 있다.
- [0129] 제2 실시 형태에 의하면, 스핀 베이스(21)의 상면에 설치된 근접 핀(90)이 근접 부재로서 기능한다. 그리고, 액막 접촉 공정에 있어서, 기관(W)의 회전 지름 방향의 바깥쪽(기관(W)의 바깥쪽)으로부터 근접 핀(90)을 기관(W)의 주연(Wa)에 접근시킨다. 이로 인해, 스핀 베이스(21)에 설치된 근접 핀(90)을 기관(W)의 바깥쪽으로부터 기관(W)의 주연(Wa)에 접근시킨다는 간단한 구성으로 근접 핀(90)을 액막(100)에 접촉시킬 수 있다. 그 때문에, 스핀 베이스(21)와는 독립된 다른 근접 부재를 일부러 설치할 필요가 없다.
- [0130] 제2 실시 형태에 의하면, 상술한 효과 외에도, 제1 실시 형태와 같은 효과를 나타낸다.
- [0131] 이 발명은, 이상으로 설명한 실시 형태로 한정되는 것이 아니라, 또 다른 형태로 실시할 수 있다.
- [0132] 예를 들면, 개구 형성 공정(T3)에서는, 기관(W)의 가열에 의해 액막(100)에 개구(101)가 형성되었지만, 기관(W)에 대한 가열을 행하지 않고, 기체의 분사만에 의해 액막(100)에 개구(101)가 형성되어도 된다.
- [0133] 또, 가열 유체 공급 유닛(11)은, 기관(W)의 중앙 영역뿐만 아니라, 기관(W)의 외주 영역을 가열해도 된다. 구체적으로는, 가열 유체 공급 유닛(11)은, 가열 유체 노즐(80)의 선단으로부터 회전 지름 방향으로 연장된 바 노즐의 형태를 갖는 가열 유체 노즐을 갖고 있어도 된다. 이로 인해, 기관(W)의 외주 영역이 가열된다. 외주 영역이란, 가열 유체 노즐(80)이 기관(W)의 하면의 중심에 가열 유체를 공급함으로써 특히 가열할 수 있는 위치(중앙 영역)보다 기관(W)의 외측의 영역이다. 또, 가열 유체 공급 유닛(11)은, 가열 유체 노즐(80)에 더하여, 기관(W)의 중심으로부터의 거리가 다른 복수의 위치에 각각 배치되고, 기관(W)의 하면의 중심으로부터 떨어진 위치를 향해 가열 유체를 공급하는 복수의 가열 유체 노즐을 갖고 있어도 된다. 기관(W)의 외주 영역이 가열됨으로써, 외주 영역의 유기용제의 증발을 가속시킬 수 있으므로, 효율적으로 액막(100)을 배제할 수 있다.
- [0134] 또, 스핀 베이스(21)에는, 기관 가열 유닛으로서 히터가 설치되어 있어도 된다. 히터는, 스핀 베이스(21)에 내장되고, 회전 지름 방향으로 연장되는 저항체이다. 히터는, 기관(W)에 하방으로부터 대향해 있다. 히터는, 기관(W)이 회동축선(A1) 둘레로 회전됨으로써, 기관(W)의 하면의 환상 영역에 대향하게 된다. 환상 영역이란, 기관(W)의 중심을 포함하는 중앙 영역으로부터 떨어진 소정 위치로부터 기관(W)의 외주까지의 범위에 걸친 영역이다.
- [0135] 또, 상술의 실시 형태에서는, 확대 배제 공정(T4)에 있어서, 기관(W)에 대한 기체의 공급에 의해, 개구(101)의 확대가 보조되고 있었다. 그러나, 상술의 실시 형태와는 달리, 확대 배제 공정(T4)에 있어서, 기관(W)에 대한 기체의 공급을 행하지 않는 경우도 있을 수 있다.

[0136] 또, 상술의 실시 형태에서는, 확대 배제 공정(T4)에 있어서, 액막(100)의 이동(개구(101)의 확대)에 대한 지배적인 메커니즘은, 액막(100) 중의 대류(102)에 기인하는 자발적 이동이라고 했다. 그러나, 확대 배제 공정(T4)에서는, 반드시 액막(100)의 이동에 대한 지배적인 메커니즘이 대류(102)에 기인하는 자발적 이동일 필요는 없다. 즉, 액막(100)이 덩어리 상태로 기관(W) 밖으로 배제되는 것이면, 액막(100)의 이동의 지배적인 메커니즘이 기체의 분사력이나 원심력에 기인하고 있어도 된다. 또한, 덩어리 상태의 액막(100)이 기관(W) 밖으로 배제되는 것이면, 확대 배제 공정(T4)에서는, 기관(W)을 가열하지 않고, 기체의 분사력 및 원심력 중 적어도 한쪽만에 의해 개구(101)를 확대해도 된다.

[0137] 또, 제1 실시 형태에서는, 차단 부재(6)가 하부 위치로 이동함으로써, 차단 부재(6)의 돌출부(66)가 기관(W)의 주연(Wa)에 근접했다. 그러나, 제1 실시 형태와는 달리, 기관(W)이 승강하도록 구성되어 있어도 된다. 예를 들면, 스핀 베이스(21)를 승강시키는 베이스 승강 유닛이 설치되어 있고, 베이스 승강 유닛이, 기관(W)과 차단 부재(6)의 돌출부(66)의 상대 위치를 변경하는 상대 위치 변경 유닛에 포함되어 있어도 된다.

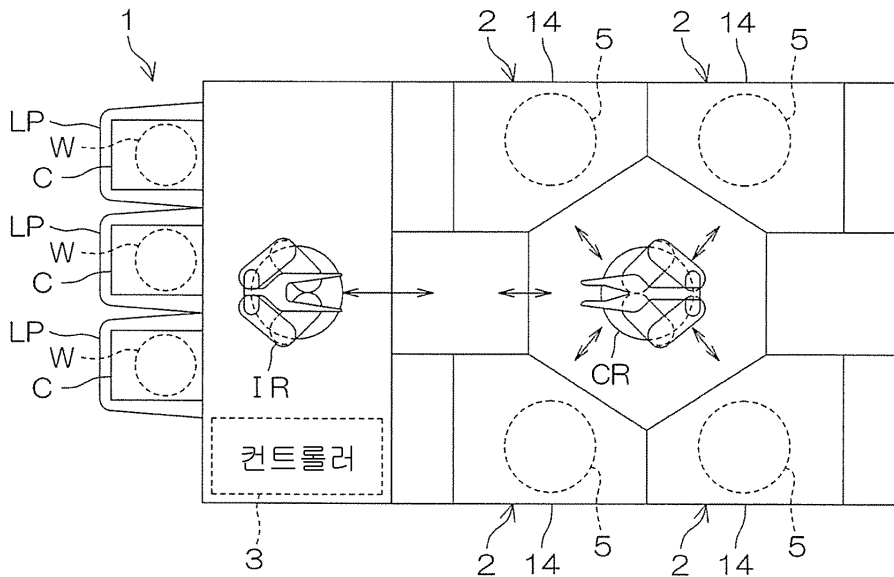
[0138] 또, 상술의 실시 형태와는 달리, 차단 부재(6)의 돌출부(66)와 기관(W)의 주연(Wa) 사이의 간극(G1)이나, 근접핀(90)의 연장 설치부(92)와 기관(W)의 주연(Wa) 사이의 간극(G2)은, 반드시 설치되어 있을 필요는 없고, 간극(G1, G2)이 설치되어 있지 않은 구성도 있을 수 있다.

[0139] 본 발명의 실시 형태에 대해 상세하게 설명해 왔지만, 이것들은 본 발명의 기술적 내용을 분명히 하기 위해서 이용된 구체예에 지나지 않고, 본 발명은 이러한 구체예로 한정하여 해석되어야 하는 것이 아니라, 본 발명의 범위는 청구범위에 의해서만 한정된다.

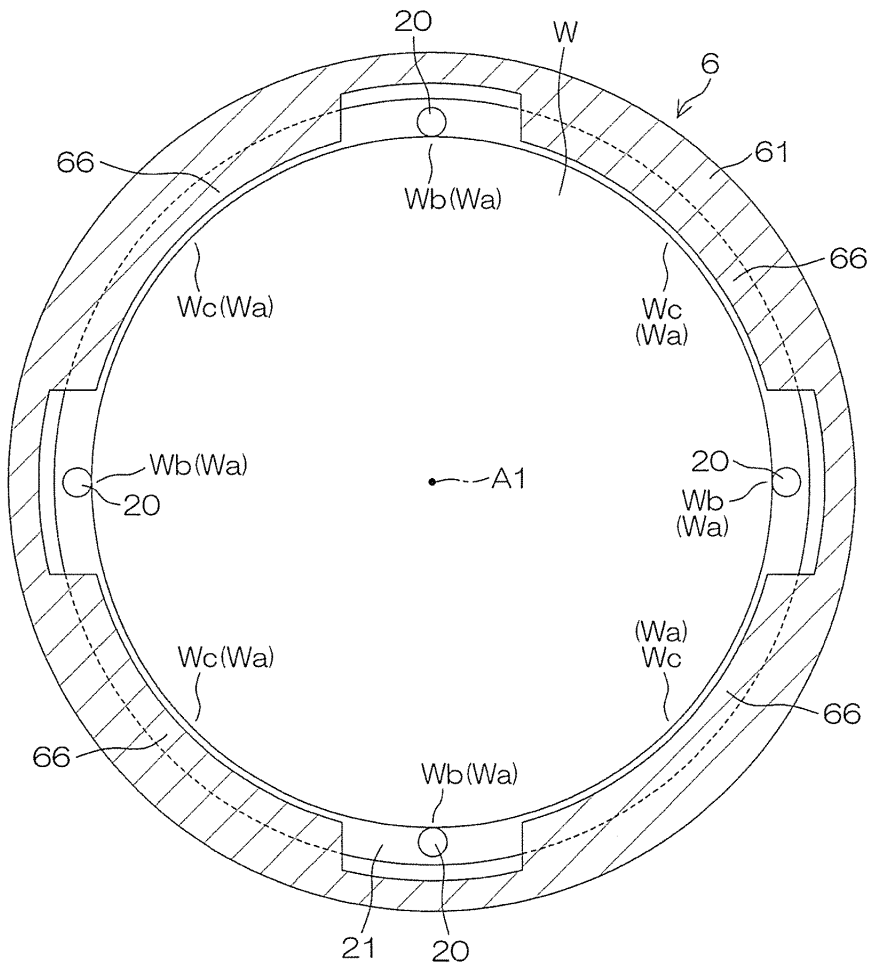
[0140] 이 출원은, 2017년 2월 24일에 일본 특허청에 제출된 일본특허출원 2017-033609호에 대응하고 있고, 이 출원의 전체 개시는 여기에 인용에 의해 편입되는 것으로 한다.

도면

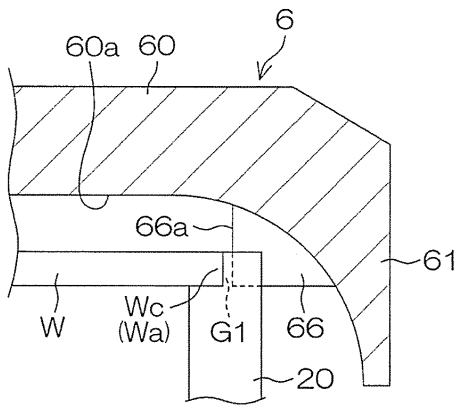
도면1



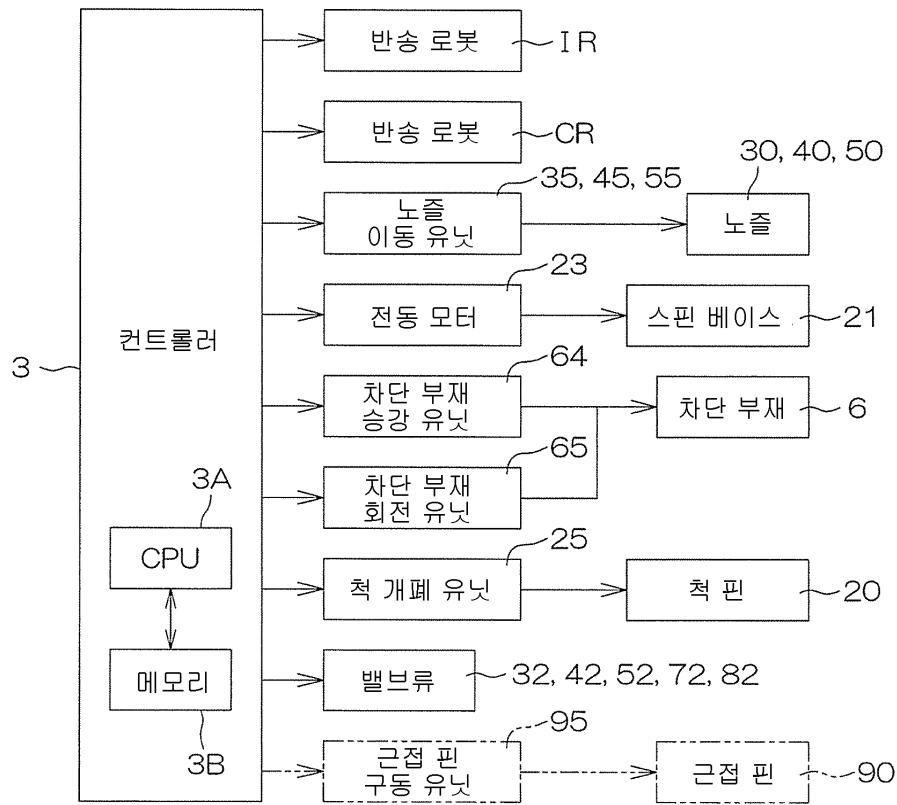
도면3



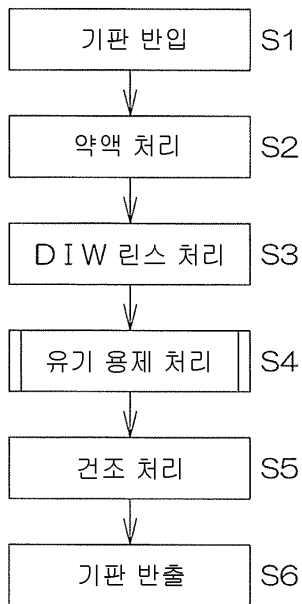
도면4



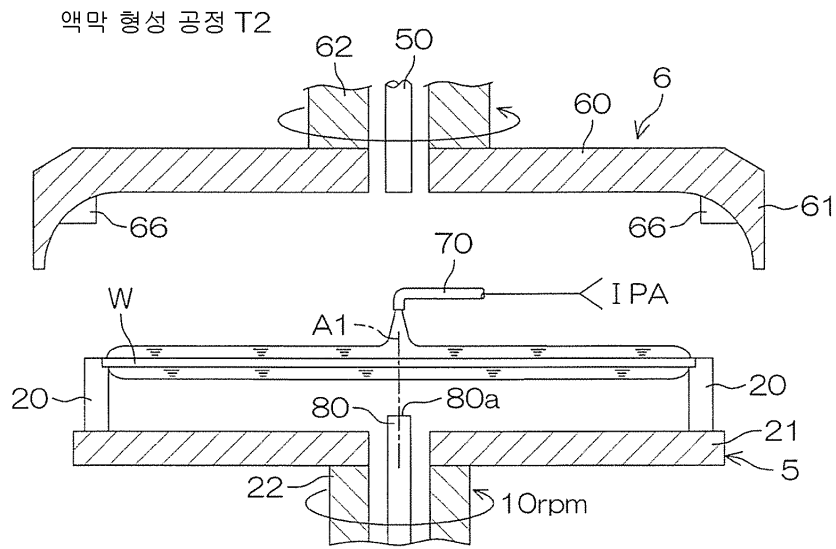
도면5



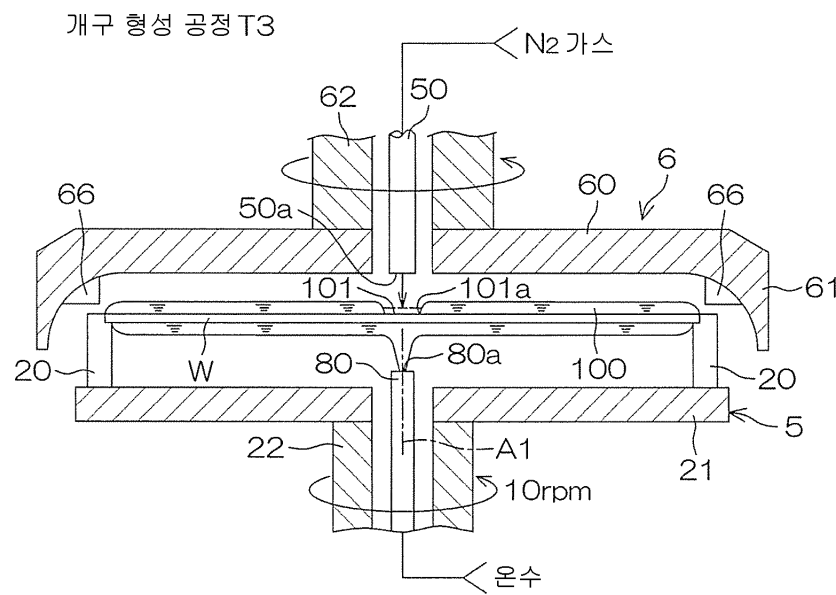
도면6



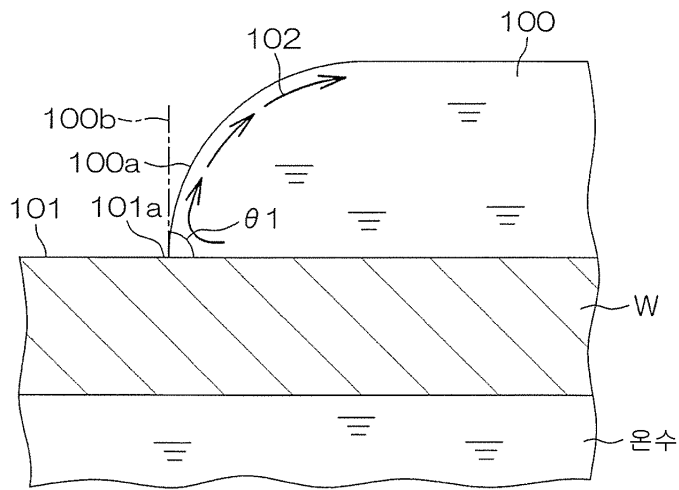
도면8b



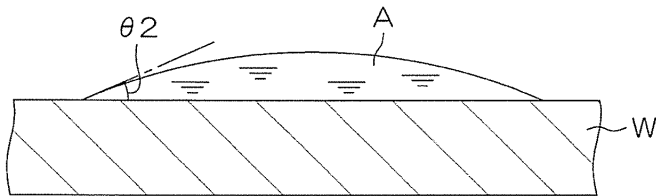
도면8c



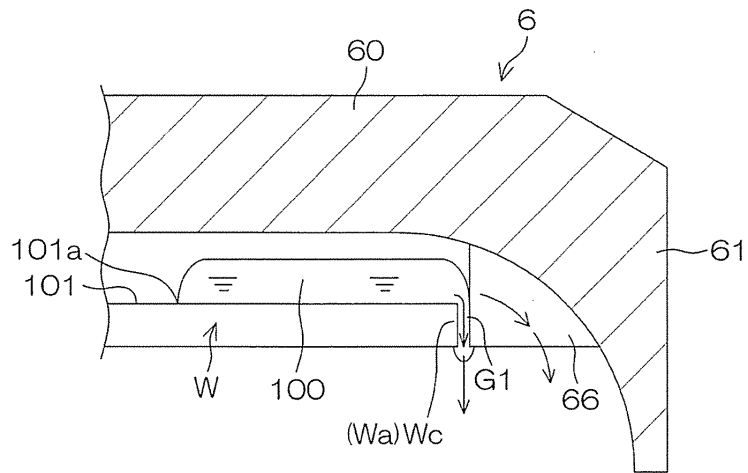
도면9a



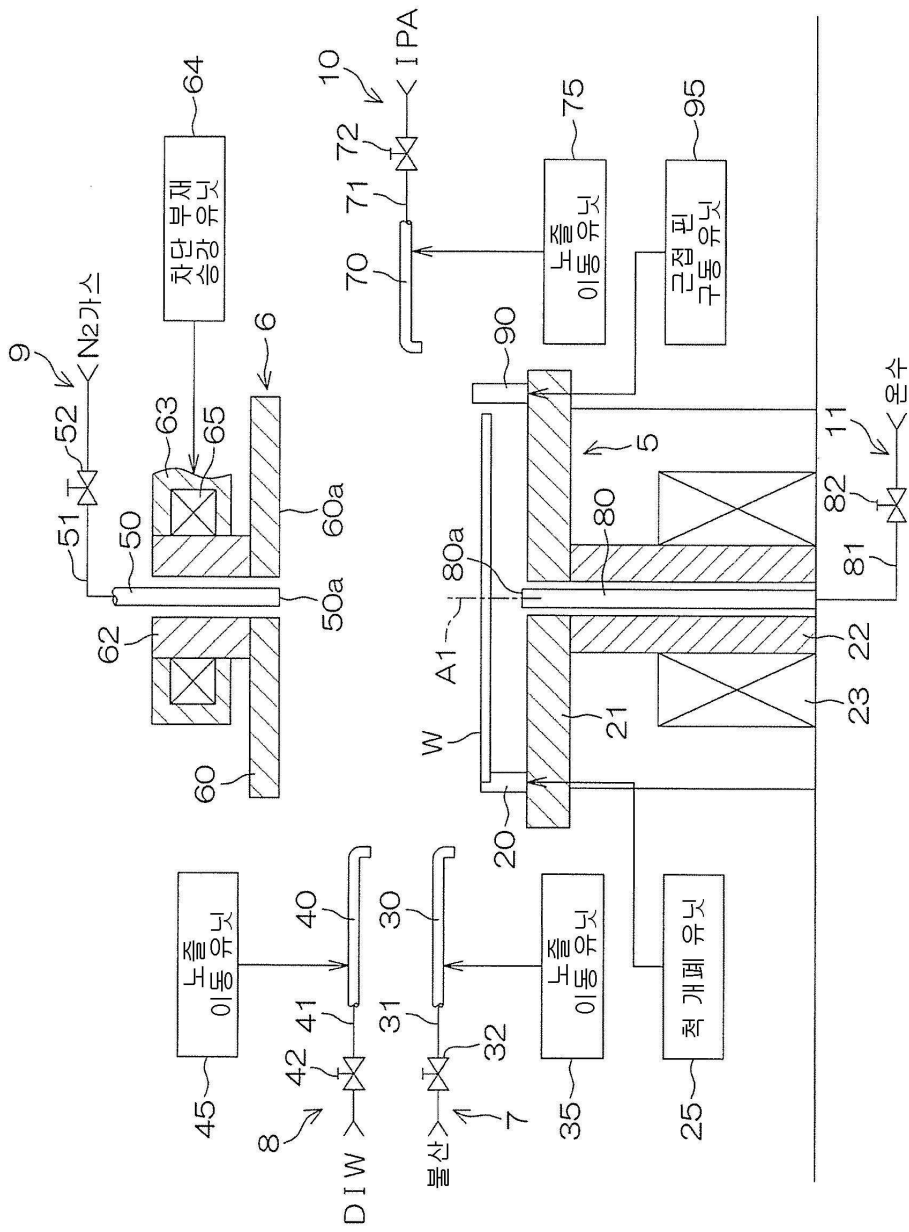
도면9b



도면10a



도면12



도면14

