



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2024년12월06일

(11) 등록번호 10-2740095

(24) 등록일자 2024년12월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 21/67 (2006.01) **H01L 21/02** (2006.01)
H01L 21/677 (2006.01)
 (52) CPC특허분류
H01L 21/67034 (2013.01)
H01L 21/02057 (2013.01)
 (21) 출원번호 10-2022-0108178
 (22) 출원일자 2022년08월29일
 심사청구일자 2022년08월29일
 (65) 공개번호 10-2023-0045537
 (43) 공개일자 2023년04월04일
 (30) 우선권주장
 JP-P-2021-158152 2021년09월28일 일본(JP)
 (56) 선행기술조사문헌
 JP2017098576 A*
 KR1020150037543 A*
 KR1020190099518 A*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
시바우라 메카트로닉스 가부시끼가이샤
 일본국 가나가와켄 요코하마시 사카에쿠 가사마 2초메 5반 1고
 (72) 발명자
마츠시타 준
 일본 가나가와켄 요코하마시 사카에쿠 가사마 2초메 5반 1고 시바우라 메카트로닉스 가부시끼가이샤 나이
다루노 요코
 일본 가나가와켄 요코하마시 사카에쿠 가사마 2초메 5반 1고 시바우라 메카트로닉스 가부시끼가이샤 나이
 (74) 대리인
김태홍, 김진희

전체 청구항 수 : 총 4 항

심사관 : 조국래

(54) 발명의 명칭 기판 건조 장치, 기판 처리 장치 및 기판 건조 방법

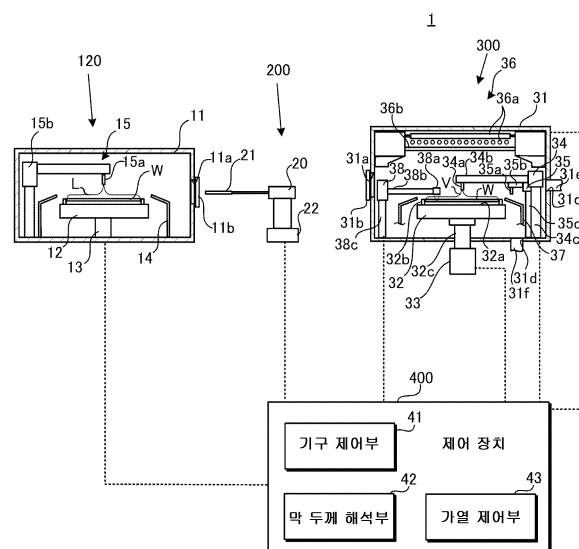
(57) 요약

본 발명은, 간소한 구성으로 패턴 폐색의 발생을 저감할 수 있는 기판 건조 장치, 기판 처리 장치 및 기판 건조 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

실시형태의 기판 건조 장치는, 가열부(36)와, 제1 휘발성 용제 공급부(34)와, 발수화제를 포함하고, 기화할 때의

(뒷면에 계속)

대표도 - 도2



표면 장력이, 제1 휘발성 용제(V)보다 작은 제2 휘발성 용제(H)를 공급하는 제2 휘발성 용제 공급부(35)와, 액막이 형성된 기관(W)이 반입되는 건조실(31)과, 기관(W)을 회전시키는 구동 기구, 그리고 제1 휘발성 용제 공급부(34)로부터 제1 휘발성 용제(V)를 공급시켜 액막을 제1 휘발성 용제(V)로 치환시키며, 제2 휘발성 용제 공급부(35)로부터 제2 휘발성 용제(H)를 공급시켜 기관(W)에 형성된 제1 휘발성 용제(V)를 제2 휘발성 용제(H)로 치환시킴과 더불어 발수화막을 형성시키고, 가열부(36)에 기관(W)을 가열시켜 제2 휘발성 용제(H)의 액막과 기관(W) 사이에 기층(氣層)을 발생시키며, 제2 휘발성 용제(H)의 액막을 회전에 의한 원심력에 의해 배출시키는 제어 장치(400)를 갖는다.

(52) CPC특허분류

H01L 21/67023 (2013.01)

H01L 21/67051 (2013.01)

H01L 21/6708 (2013.01)

H01L 21/67115 (2013.01)

H01L 21/67253 (2013.01)

H01L 21/67742 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

피처리면 상에 처리액에 의한 액막이 형성된 상태의 기관이 반입되는 건조실과,
 상기 건조실 내에 마련되고, 상기 건조실 내에 반입된 상기 기관을 수취하여 지지하는 지지부와,
 상기 지지부에 지지된 상기 기관을 가열하는 가열부와,
 상기 지지부에 지지된 상기 기관의 피처리면 상에 제1 휘발성 용제를 공급하는 제1 휘발성 용제 공급부와,
 상기 지지부에 지지된 상기 기관의 피처리면 상에, 발수화막을 형성하는 발수화제를 포함하고, 비점에 있어서의 표면 장력이 상기 제1 휘발성 용제의 비점에 있어서의 표면 장력보다 작은 제2 휘발성 용제를 공급하는 제2 휘발성 용제 공급부와,
 상기 지지부에 지지된 상기 기관을 회전시키는 구동 기구, 그리고
 상기 구동 기구에 의해 상기 지지부에 지지된 상기 기관을 회전시키면서,
 상기 제1 휘발성 용제 공급부로부터 상기 제1 휘발성 용제를 공급시킴으로써, 상기 기관의 피처리면 상에 형성된 상기 처리액에 의한 액막을 상기 제1 휘발성 용제의 액막으로 치환시키고,
 상기 제2 휘발성 용제 공급부로부터 상기 제2 휘발성 용제를 공급시킴으로써, 상기 기관의 피처리면 상에 형성된 상기 제1 휘발성 용제의 액막을 상기 제2 휘발성 용제의 액막으로 치환시킴과 더불어, 상기 기관의 피처리면에 상기 발수화막을 형성시키며,
 상기 가열부가 상기 기관을 가열하게 함으로써, 상기 발수화제를 포함하는 상기 제2 휘발성 용제의 액막과 상기 기관 사이에 기층(氣層)을 발생시키고, 상기 제2 휘발성 용제의 액막을 상기 기관의 회전에 의한 원심력에 의해 배출시킴과 더불어, 상기 기관의 피처리면에 형성된 상기 발수화막을 제거하는 제어 장치
 를 갖는 것을 특징으로 하는 기관 건조 장치.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 지지부에 지지된 상기 기관의 피처리면 상의 상기 제2 휘발성 용제의 액막의 막 두께를 측정하는 측정부를 가지며,
 상기 제어 장치는, 상기 측정부에 의한 측정 결과의 막 두께가 미리 정해진 임계값 범위 내에 있다고 판정한 경우, 상기 가열부에 의한 가열을 시작하게 하는 것을 특징으로 하는 기관 건조 장치.

청구항 3

기관을 회전시키면서 제1 처리액을 공급함으로써 처리하는 처리 장치와,
 상기 처리 장치에 의해 처리가 끝난 상기 기관을 회전시키면서 제2 처리액을 공급함으로써 세정하는 세정 장치와,
 제1항 또는 제2항에 기재된 기관 건조 장치, 그리고
 상기 세정 장치에 있어서 세정된 상기 기관을, 상기 세정 장치에서 공급된 상기 제2 처리액에 의한 액막이 형성된 상태로 반출하고, 상기 기관 건조 장치에 반입하는 반송 장치
 를 갖는 것을 특징으로 하는 기관 처리 장치.

청구항 4

피처리면 상에 처리액에 의한 액막이 형성된 상태로 건조실에 반입된 기관을, 상기 건조실 내에 마련된 지지부에 의해 지지하고,

상기 지지부에 의해 지지된 상기 기관을 구동 기구에 의해 회전시키면서, 제1 휘발성 용제 공급부로부터의 제1 휘발성 용제의 공급에 의해 상기 처리액에 의한 액막을 상기 제1 휘발성 용제의 액막으로 치환하고,

제2 휘발성 용제 공급부로부터, 발수화막을 형성하는 발수화제를 포함하며, 비점에 있어서의 표면 장력이 상기 제1 휘발성 용제의 비점에 있어서의 표면 장력보다 작은 제2 휘발성 용제의 공급에 의해, 상기 제1 휘발성 용제의 액막을 상기 제2 휘발성 용제의 액막으로 치환함과 더불어, 상기 기관의 피처리면에 발수화막을 형성시키고,

가열부에 의한 상기 기관의 가열에 의해, 상기 발수화제를 포함하는 상기 제2 휘발성 용제의 액막과 상기 기관 사이에 기층을 발생시킴으로써, 상기 제2 휘발성 용제의 액막을 상기 기관의 회전에 의한 원심력에 의해 배출시킴과 더불어, 상기 기관의 피처리면에 형성된 상기 발수화막을 제거하는 것을 특징으로 하는 기관 건조 방법.

청구항 5

삭제

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은, 기관 건조 장치, 기관 처리 장치 및 기관 건조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 반도체나 액정 패널 등을 제조하는 제조 공정에서는, 웨이퍼나 액정 기관 등의 기관의 피처리면에 처리액을 공급하여 피처리면을 처리하고, 처리 후, 피처리면을 세정, 건조시키는 기관 처리 장치가 이용된다.

[0003] 이 기관 처리 장치의 건조 공정에 있어서는, 패턴끼리의 간격이나 구조, 처리액의 표면 장력 등에 기인하여, 예컨대 메모리 셀이나 게이트 주변 등의 패턴이 도괴(倒壊)되어 폐색되는 경우가 있다. 특히, 최근의 반도체의 고집적화나 고용량화에 따른 미세화에 수반하여, 배선 폭이나 개구 폭에 대한 깊이의 비율인 애스펙트비가 높아지고 있기 때문에, 패턴 도괴는 발생하기 쉬워지고 있다.

[0004] 이러한 패턴 도괴를 억제하기 위해, DIW(초순수)에 의한 린스 처리 후에, IPA(2-프로판올:이소프로필알코올)를 이용하는 기관 건조 방법이 제안되어 있다. 이 기관 건조 방법은, 기관 표면 상의 DIW(초순수)를, DIW보다 표면 장력이 작은 IPA로 치환함으로써, 건조 처리시에 있어서의 표면 장력에 의한 패턴 도괴를 저감하는 것이다.

선행기술문헌

특허문헌

[0005] (특허문헌 0001) [특허문헌 1] 일본 특허 공개 제2008-034779호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 그러나, 반도체의 미세화는 점점 진행되고 있어, IPA와 같이 휘발성이 높은 유기 용매(휘발성 용제)를 사용하는 건조를 행한 경우에도, 웨이퍼의 미세 패턴은 액체의 표면 장력 등에 의해 쓰러지는 경우가 있다.

[0007] 예컨대, 액체가 건조되어 가는 과정에서 기관 표면의 건조 속도에 불균일이 생겨, 일부 패턴 사이에 액체가 남으면, 그 부분의 액체의 표면 장력에 의해 패턴이 도괴된다. 상세하게는, 액체가 남은 부분의 패턴끼리가, 액체의 표면 장력에 의한 탄성 변형에 의해 쓰러지고, 그 액 중에 약간 녹은 잔사가 응집된다. 그리고, 액체가 완전히 기화되면, 쓰러진 패턴끼리가 고착되어 폐색된다.

[0008] 이에 대처하기 위해, IPA 이외에, 기관(W)의 표면을 발수화 가능한 수식제인 발수화제를 공급함으로써, IPA의 액막에 침투한 발수화제에 의해, 기관의 표면의 수산기를, 작용기로 치환함으로써, 발수화막을 형성하는 것이 행해지고 있다. 이것에 의해, 패턴 사이에도 발수화막이 형성되고, 친액성이 저하되어 액체의 접촉각이 높아진다. 즉, 기관의 표면 상에 있는 액체의 표면 장력이 한층 더 낮아지기 때문에, 패턴끼리가 서로 끌어당기는 힘

을 약하게 할 수 있어, 패턴 도괴를 억제할 수 있다.

[0009] 발수화제를 이용하는 경우, 발수화제의 공급에 따른 발수화막을 형성한 후, IPA 등에 의해 린스 처리를 행하여 여분의 발수화제를 제거하고 나서, 건조 처리를 행한다. 그러나, 건조 처리를 행한 후에도, 기관 표면에 형성된 발수화막은 잔존한다. 이 때문에, 기관 표면의 발수화막을 제거하는 발수화막 제거 처리를 행할 필요가 있다. 발수화막의 제거는, 예컨대, 애싱에 이용하는 플라즈마 처리 또는 UV 조사 처리에 의해 행한다.

[0010] 이 때문에, 기관 처리 장치에, 건조 장치와는 독립된 플라즈마 처리 장치 또는 UV 조사 장치 등의 제거 장치를 추가할 필요가 있음과 더불어, 건조 장치로부터 제거 장치로의 반송 공정이 필요로 된다. 그렇게 하면, 기관 처리 장치가 복잡화, 대형화함과 더불어, 공정수가 많아져, 기관 처리의 생산성이 저하된다. 또한, 패턴이 깊어져서 에스펙트비가 증가하면, UV 조사로는 패턴 바닥부까지 발수화막을 제거할 수 없게 될 가능성이 있다.

[0011] 본 발명의 실시형태는, 간소한 구성으로 패턴 폐색의 발생을 저감할 수 있는 기관 건조 장치, 기관 처리 장치 및 기관 건조 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0012] 본 발명의 실시형태의 기관 건조 장치는, 기관을 가열하는 가열부와, 상기 기관의 피처리면 상에 제1 휘발성 용제를 공급하는 제1 휘발성 용제 공급부와, 상기 기관의 피처리면 상에, 발수화막을 형성하는 발수화제를 포함하고, 기화할 때의 표면 장력이 상기 제1 휘발성 용제보다 작은 제2 휘발성 용제를 공급하는 제2 휘발성 용제 공급부와, 상기 가열부, 상기 제1 휘발성 용제 공급부 및 상기 제2 휘발성 용제 공급부가 수용되며, 피처리면 상에 처리액에 의한 액막이 형성된 상태의 상기 기관이 반입되는 건조실과, 상기 건조실에 반입된 상기 기관을 수취하는 지지부와, 상기 지지부에 지지된 상기 기관을 회전시키는 구동 기구와, 상기 제1 휘발성 용제 공급부로부터 상기 제1 휘발성 용제를 공급시킴으로써, 상기 기관의 피처리면 상에 형성된 상기 처리액에 의한 액막을 상기 제1 휘발성 용제로 치환시키고, 상기 제2 휘발성 용제 공급부로부터 상기 제2 휘발성 용제를 공급시킴으로써, 상기 기관의 피처리면 상에 형성된 상기 제1 휘발성 용제를 상기 제2 휘발성 용제로 치환시킴과 더불어, 상기 기관의 피처리면에 상기 발수화막을 형성시키며, 상기 가열부가 상기 기관을 가열하게 함으로써, 상기 발수화제를 포함하는 상기 제2 휘발성 용제의 액막과 상기 기관 사이에 기층(氣層)을 발생시킴으로써, 상기 제2 휘발성 용제의 액막을 상기 기관의 회전에 의한 원심력에 의해 배출시키는 제어 장치를 갖는다.

[0013] 본 발명의 실시형태의 기관 처리 장치는, 상기 기관을 회전시키면서 제1 처리액을 공급함으로써 처리하는 처리 장치와, 상기 처리 장치에 의해 처리가 끝난 상기 기관을 회전시키면서 제2 처리액을 공급함으로써 세정하는 세정 장치와, 상기 기관 건조 장치, 그리고 상기 세정 장치에 있어서 세정된 상기 기관을, 상기 세정 장치에서 공급된 상기 제2 처리액에 의한 액막이 형성된 상태로 반출하고, 상기 기관 건조 장치에 반입하는 반송 장치를 갖는다.

[0014] 본 발명의 실시형태의 기관 건조 방법은, 처리액에 의한 액막이 형성되고, 지지부에 지지된 기관을 구동 기구에 의해 회전시키면서, 제1 휘발성 용제 공급부로부터의 제1 휘발성 용제의 공급에 의해 상기 처리액에 의한 액막을 상기 제1 휘발성 용제로 치환하고, 제2 휘발성 용제 공급부로부터, 발수화막을 형성하는 발수화제를 포함하며, 기화할 때의 표면 장력이 상기 제1 휘발성 용제보다 작은 제2 휘발성 용제의 공급에 의해, 상기 제1 휘발성 용제의 액막을 상기 제2 휘발성 용제로 치환함과 더불어, 상기 기관에 발수화막을 형성시키고, 가열부에 의한 상기 기관의 가열에 의해, 상기 발수화제를 포함하는 상기 제2 휘발성 용제의 액막과 상기 기관 사이에 기층을 발생시킴으로써, 상기 제2 휘발성 용제의 액막을 상기 기관의 회전에 의한 원심력에 의해 배출시킨다.

발명의 효과

[0015] 본 발명의 실시형태는, 간소한 구성으로 패턴 폐색의 발생을 저감할 수 있는 기관 건조 장치, 기관 처리 장치 및 기관 건조 방법을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0016] 도 1은 실시형태의 기관 처리 장치를 나타낸 간략 구성도.

도 2는 도 1의 기관 처리 장치의 세정 장치 및 건조 장치를 나타낸 구성도.

도 3은 건조 장치의 기관 반입시(A), 제1 휘발성 용제 공급시(B)를 나타낸 내부 구성도.

도 4는 건조 장치의 제2 발수성 용제 공급시(A), 제1 휘발성 용제 공급시 및 막 두께 측정시(B)를 나타낸 내부

구성도.

도 5는 건조 장치의 기관 건조시를 나타낸 내부 구성도.

도 6은 실시형태의 기관 건조 처리의 절차를 나타낸 흐름도.

도 7은 라이덴프로스트 현상(Leidenfrost phenomenon)을 이용한 건조 처리의 흐름을 모식적으로 나타낸 설명도.

도 8은 패턴 내에 잔류하는 액막을 나타낸 설명도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 이하, 본 발명의 실시형태를, 도면을 참조하여 설명한다.

[0018] [개요]

[0019] 도 1에 도시된 바와 같이, 본 실시형태의 기관 처리 장치(1)는, 각종 처리를 행하는 장치를 수용한 복수의 챔버(1a)를 구비하고, 전(前)공정에서 카세트(FOUP)(1b)에 복수 장 수용되어 반송된 기관(W)에 대하여, 각 챔버(1a) 내에서 1장씩 처리를 행하는 매엽 처리 장치이다. 미처리 기관(W)은, 카세트(1b)로부터 반송 로봇(1c)에 의해 1장씩 꺼내지고, 버퍼 유닛(1d)에 일시적으로 배치된 후, 이하에 설명하는 각종 장치에 의해, 각 챔버(1a)로의 반송 및 처리가 행해진다.

[0020] 기관 처리 장치(1)는, 처리 장치(110), 세정 장치(120), 반송 장치(200), 건조 장치(300), 제어 장치(400)를 포함한다. 처리 장치(110)는, 예컨대, 회전하는 기관(W)에, 제1 처리액[예컨대, 인산 수용액, 불산 및 질산의 혼합액, 아세트산, 황산 및 과산화수소수의 혼합액(SPM: Sulfuric hydrogen Peroxide Mixture) 등]을 공급함으로써, 불필요한 막을 제거하고 회로 패턴을 남기는 에칭 장치이다. 세정 장치(120)는, 에칭 장치로 에칭 처리된 기관(W)을, 세정액(제2 처리액)에 의해 세정한다. 반송 장치(200)는, 버퍼 유닛(1d)과 각 챔버(1a) 사이, 각 챔버(1a) 사이에서 기관(W)을 반송한다. 예컨대, 반송 장치(200)는, 처리 장치(110)에 있어서 처리가 끝난 기관(W)을 세정 장치(120)로 반송하고, 세정 장치(120)에 있어서 세정된 기관(W)을 건조 장치(300)로 반송한다. 건조 장치(기관 건조 장치)(300)는, 세정액에 의해 세정된 기관(W)을 회전시키면서 가열함으로써, 건조 처리를 행한다. 제어 장치(400)는, 상기한 각 장치를 제어한다.

[0021] 또한, 본 실시형태에 의해 처리되는 기관(W)은, 예컨대, 반도체 웨이퍼이다. 이하, 기관(W)의 패턴 등이 형성된 면을 피처리면으로 한다. 세정 처리를 위한 처리액인 세정액으로는, 알칼리 세정액(APM), 초순수(DIW), 제1 휘발성 용제(IPA)를 사용한다. APM은, 암모니아수와 과산화수소를 혼합한 약액이며, 잔류 유기물을 제거하기 위해 사용한다. DIW는, APM 처리 후, 기관(W)의 피처리면 상에 잔류하는 APM을 씻어내기 위해 사용한다. IPA는, 표면 장력이 DIW보다 작고, 휘발성이 높기 때문에, DIW를 치환하여 표면 장력에 의한 패턴 도괴를 저감하기 위해 사용한다.

[0022] 또한, 본 실시형태에 있어서는, 제2 휘발성 용제를 이용한다. 제2 휘발성 용제는, 제1 휘발성 용제보다 기화할 때의 표면 장력이 작은 용제이다. 또한, 제2 휘발성 용제의 기화 온도는, 제1 휘발성 용제보다 높다. 이러한 제2 휘발성 용제로는, PGMEA(프로필렌글리콜모노메틸에테르아세테이트)를 사용할 수 있다. 또한, 제2 휘발성 용제는, 발수화제를 포함하는 것을 이용한다. 발수화제는, 기관(W)의 피처리면의 수산기(-OH)를, 작용기(예컨대, -CH₃, C₂H₅)로 치환하여 발수화막[Si-O-R(R: 작용기)]을 형성 가능한 수식제이다. 예컨대, 발수화제로는, 실란 커플링제인 HMDS(헥사메틸디실라잔)를 이용할 수 있다. 이하의 설명에서의 제2 휘발성 용제의 공급은, 발수화제를 포함하는 제2 휘발성 용제를 공급하는 양태로 행해진다.

[0023] PGMEA에 HMDS를 포함시킨 것을 이용하는 이유는, HMDS는 수분과 반응하기 쉽기 때문이다. 즉, HMDS는 공기 중의 수분과 반응하면, 기관(W) 상에서의 발수 효과를 잃는다. 이 때문에, HMDS를 PGMEA에 혼합함으로써, 공기 중의 수분과 반응하는 것을 막아, 기관(W)에 공급할 수 있다. 또한, PGMEA가 기화할 때의 표면 장력은, IPA가 기화할 때의 표면 장력보다 작다. 예컨대, IPA의 비점 온도가 82.5℃일 때(기화할 때)의 표면 장력의 값은, 15.7 mN/m이다. 한편, PGMEA의 비점이 145.8℃일 때(기화할 때)의 표면 장력의 값은, 11.72~15.47 mN/m이다.

[0024] [세정 장치]

[0025] 세정 장치(120)는, 도 2에 도시된 바와 같이, 내부에서 세정 처리를 행하는 용기인 세정실(11), 기관(W)을 지지하는 지지부(12), 지지부(12)를 회전시키는 회전 기구(13), 비산되는 세정액(L)을 기관(W) 주위로부터 받는 컵(14), 세정액(L)을 공급하는 공급부(15)를 갖는다. 공급부(15)는, 세정액(L)을 적하하는 노즐(15a), 노즐(15a)

을 이동시키는 이동 기구(15b)가 마련되어 있다.

[0026] 지지부(12)에 지지되고, 회전 기구(13)에 의해 회전하는 기관(W)의 피처리면에, 노즐(15a)로부터 세정액(L)을 공급함으로써, 세정 처리가 행해진다. 세정 처리는, 처리 장치(110)에서 예칭 처리된 기관(W)의 피처리면에 APM을 공급하여 APM 세정을 행하고, APM 세정 후에, DIW에 의한 순수 린스 처리를 행함으로써, 기관(W)의 피처리면에 잔류하고 있던 APM을 순수에 의해 씻어낸다. 이것에 의해, 기관(W)의 피처리면은 DIW의 세정액(L)에 의해 적용된다. 세정실(11)에는, 기관(W)을 반출/반입하는 개구(11a)가 마련되고, 개구(11a)는 도어(11b)에 의해 개폐 가능하게 구성되어 있다.

[0027] [반송 장치]

[0028] 반송 장치(200)는, 핸들링 장치(20)를 갖는다. 핸들링 장치(20)는, 기관(W)을 파지하는 로봇 핸드(21)와, 이동 기구(22)를 갖는다. 로봇 핸드(21)는, 기관(W)을 파지한다. 이동 기구(22)는, 로봇 핸드(21)를 이동시킨다. 반송 장치(200)는, 버퍼 유닛(1d)과 각종 장치 사이, 각종 장치 사이에서, 기관(W)을 반송한다. 예컨대, 예칭 처리를 끝낸 기관(W)을 처리 장치(110)로부터 반출하여, 기관(W)의 피처리면 상에 세정액(DIW)(L)의 액막이 형성된 상태에서, 세정 장치(120)로 반입한다. 또한, 이동 기구(22)는, 로봇 핸드(21)를 이동시킴으로써, 세정을 끝낸 기관(W)을 세정 장치(120)로부터 반출하여, 기관(W)의 피처리면 상에 세정액(DIW)(L)의 액막이 형성된 상태에서, 건조 장치(300)로 반입한다. 또한, 기관(W)의 피처리면 상에 세정액(DIW)(L)의 액막이 형성된 상태로 반송하는 것은, 기관(W)의 반송 중에, 기관(W)의 피처리면에 파티클이 부착되는 것을 방지하기 위함이다.

[0029] [건조 장치]

[0030] 도 2에 도시된 바와 같이, 건조 장치(300)는, 건조실(31), 지지부(32), 구동 기구(33), 제1 휘발성 용제 공급부(34), 제2 휘발성 용제 공급부(35), 가열부(36), 컵(37), 측정부(38)를 갖는다. 건조실(31)은, 내부에 있어서 기관(W)을 건조 처리하기 위한 챔버(1a)이다. 건조실(31)은, 예컨대 직방체나 입방체 등의 상자 형상이다. 건조실(31)의 내벽은, 방진성을 높이기 위해, 실리콘에 의해 코팅되어 있다. 건조실(31)에는, 기관(W)을 반출/반입시키기 위한 개구(31a)가 마련되어 있다. 개구(31a)는, 도어(31b)에 의해 개폐 가능하게 마련되어 있다. 이러한 건조실(31)에는, 후술하는 제1 휘발성 용제 공급부(34), 제2 휘발성 용제 공급부(35), 가열부(36)가 수용되어 있다.

[0031] 또한, 건조실(31)에는, 도입구(31c), 배기구(31d)가 마련되어 있다. 도입구(31c)에는, 배관, 흡기 밸브 및 청정한 가스(N_2 등)를 공급하는 급기 장치를 포함하는 급기부(31e)가 접속되어 있다. 배기구(31d)에는, 배관, 배기 밸브 및 가스를 배기하는 배기 장치를 포함하는 배기부(31f)가 접속되어 있다. 도입구(31c)로부터 청정한 가스를 건조실(31) 내에 공급함으로써, 건조실(31) 내를 정상의 분위기로 할 수 있다. 또한, 도입구(31c)로부터 가스를 건조실(31) 내에 공급하고, 배기구(31d)로부터 건조실(31) 내의 가스를 배출하는 구성을 만듦으로써, 건조실(31) 내의 기체의 흐름을 만들도록 하고 있다. 이것에 의해, 기관(W)을 가열할 때에 발생하는 처리액의 증기가 건조실(31) 내에 가득 차지 않고, 건조실(31)로부터 배출할 수 있는 구성으로 되어 있다.

[0032] 지지부(32)는, 기관(W)을 지지한다. 지지부(32)는, 회전 테이블(32a), 복수의 유지 부재(32b), 회전축(32c)을 갖는다. 회전 테이블(32a)은, 기관(W)보다 큰 직경의 원통 형상이며, 상면이 평탄한 원반으로 되어 있다. 복수의 유지 부재(32b)는, 기관(W)의 외주를 따르는 위치에 등간격으로 배치되고, 회전 테이블(32a)의 상면과의 사이에 간격을 두고 기관(W)을 수평 상태로 유지한다. 복수의 유지 부재(32b)는, 도시하지 않은 개폐 기구에 의해, 기관(W)의 가장자리부에 접하는 폐쇄 위치와, 기관(W)의 가장자리부로부터 멀어지는 개방 위치 사이에서 이동 가능하게 마련되어 있다. 회전축(32c)은, 회전 테이블(32a)을 아래쪽에서 지지하고, 회전의 중심이 되는 연직 방향의 축이다.

[0033] 구동 기구(33)는, 지지부(32)에 지지된 기관(W)을 회전시키는 기구이다. 구동 기구(33)는, 모터 등의 구동원을 가지며, 회전축(32c)을 통해 지지부(32)를 회전시킨다.

[0034] 제1 휘발성 용제 공급부(34)는, 건조실(31)로 반입되어, 지지부(32)에 지지된 기관(W) 상에, 제1 휘발성 용제(V)를 공급한다. 제1 휘발성 용제 공급부(34)는, 노즐(34a), 요동 아암(34b), 요동 기구(34c)를 갖는다. 노즐(34a)은, 기관(W)의 피처리면의 중심 부근을 향해 제1 휘발성 용제(V)를 공급한다. 노즐(34a)에는, 건조실(31) 밖의 저류부로부터 배관(모두 도시하지 않음) 등을 통해 제1 휘발성 용제(V)인 IPA가 공급된다.

[0035] 세정 장치(120)에 있어서의 세정 처리에 있어서, APM에 의한 알칼리 세정 후의 DIW에 의한 순수 린스 처리로, 최종적으로 기관(W)의 피처리면 위는 DIW의 세정액(L)에 의해 적용되어 있다. 이와 같이 적용된 상태에서, 세정

장치(120)로부터 건조 장치(300)로 반입된 기관(W)에 대하여, IPA가 공급됨으로써, DIW가 IPA로 치환된다.

- [0036] 요동 아암(34b)은, 선단에 노즐(34a)이 마련되고, 노즐(34a)을, 지지부(32) 상의 기관(W)의 피처리면의 중심 부근에 대향하는 공급 위치와, 그 공급 위치로부터 퇴피(退避)하여 기관(W)의 반입이나 반출을 가능하게 하는 퇴피 위치로 이동시킨다. 요동 기구(34c)는, 요동 아암(34b)을 요동시키는 기구이다.
- [0037] 제2 휘발성 용제 공급부(35)는, 기관(W) 상의 DIW를 치환한 IPA에, 제2 휘발성 용제(H)인 PGMEA(HMDS를 포함하는 용제)를 공급한다[도 4의 (A) 참조]. 제2 휘발성 용제 공급부(35)는, 노즐(35a), 요동 아암(35b), 요동 기구(35c)를 갖는다. 노즐(35a)은, 기관(W)의 피처리면의 중심 부근을 향해 제2 휘발성 용제(H)를 공급한다. 노즐(35a)에는, 건조실(31) 밖의 저류부로부터 배관(모두 도시하지 않음) 등을 통해 PGMEA가 공급된다.
- [0038] 발수화제를 포함하는 제2 휘발성 용제(H)를 공급함으로써, 기관(W)의 피처리면에 발수화막이 형성되기 때문에, 기관(W)의 피처리면을 친수성의 실라놀기에서 발수성의 메틸기로 바꾸어 기관(W)의 피처리면 상의 계면 에너지를 낮춤으로써, 제1 휘발성 용제(V)를 떠오르게 하여, 기관(W)의 피처리면 상의 액체의 제거를 촉진할 수 있다. 또한, 여기서 말하는 발수성이란, 액체를 뿜기는 성질, 즉 발액성을 말하며, 물을 뿜기는 성질로는 한정되지 않는다.
- [0039] 요동 아암(35b)은, 선단에 노즐(35a)이 마련되고, 노즐(35a)을, 지지부(32) 상의 기관(W)의 피처리면의 중심 부근에 대향하는 공급 위치와, 그 공급 위치로부터 퇴피하여 기관(W)의 반입이나 반출을 가능하게 하는 퇴피 위치로 이동시킨다. 요동 기구(35c)는, 요동 아암(35b)을 요동시키는 기구이다.
- [0040] 가열부(36)는, 기관(W)을 가열하는 장치이다. 가열부(36)는, 건조실(31) 내의 상부에 마련되어 있다. 가열부(36)는, 할로겐 램프, 적외선 램프 등의 램프(36a)를 갖는다. 또한, 램프(36a)는, 자외광, 가시광, 적외광을 조사 가능한 램프이다. 본 실시형태의 램프(36a)는 직선광형이며, 서로 수평 상태로 평행하게 배치된 복수 개의 램프(36a)가, 2단으로 겹쳐 배치되고, 1번째 단과 2번째 단의 램프(36a)의 방향은 직교하고 있기 때문에, 전체적으로 격자형으로 되어 있다. 이것에 의해, 가열이 균일해지도록 구성되어 있다.
- [0041] 또한, 가열부(36)는, 기관(W)의 피처리면 상의 액체 자체, 즉 제1 휘발성 용제(V) 및 제2 휘발성 용제(H)보다 기관(W) 자체가 가열되기 쉬운 파장의 전자파(적외선)를 이용함으로써, 기관(W)의 열에 의한 기증의 발생을 촉진할 수 있다. 가열 온도로는, 예컨대, 300℃ 이상으로 하는 것이 바람직하다.
- [0042] 또한, 건조실(31)에는, 창부(36b)가 마련되어 있다. 창부(36b)는, 가열부(36)로부터의 전자파를 투과하는 부재이다. 창부(36b)로는, 예컨대, 석영 등의 판형체를 이용할 수 있다. 창부(36b)는, 건조실(31) 내의 가열부(36)의 바로 아래에 마련되고, 가열부(36)와 지지부(32) 사이를 구획함으로써, 램프(36a)의 점등의 반복에 의해, 램프(36a)의 커넥터부의 부재의 신축이 일어남으로써 발생하는 파티클이, 상부로부터 기관(W)으로 부착되어 금속 오염이 발생하는 것을 방지하고 있다.
- [0043] 컵(37)은, 지지부(32)를 주위로부터 둘러싸도록 원통 형상으로 형성되어 있다(도 2 참조). 컵(37)의 둘레벽의 상부는, 직경 방향의 내측을 향해 경사져서 지지부(32) 상의 기관(W)이 노출되도록 개구되어 있다. 컵(37)은, 회전하는 기관(W)으로부터 비산된 세정액(L)을 받아, 아래쪽으로 흘려보낸다. 컵(37)의 바닥면에는, 흘러내리는 세정액(L)을 배출하기 위한 배출구(도시하지 않음)가 형성되어 있다. 또한, 컵(37)은, 구동 기구(33)에 접속되고, 지지부(32)와 함께 승강 가능하게 마련되어 있다.
- [0044] 측정부(38)는, 건조실(31)로 반입되어, 지지부(32)에 지지된 기관(W) 상의 액체의 막 두께를 측정한다. 측정부(38)는, 검출부(38a), 요동 아암(38b), 요동 기구(38c)를 갖는다. 검출부(38a)로서는, 예컨대, 레이저 변위계나 카메라 등을 이용한다. 요동 아암(38b)은, 선단에 검출부(38a)가 마련되고, 검출부(38a)를, 지지부(32) 상의 기관(W)의 피처리면의 중심과 외주연 사이의 중앙 부근에 대향시키는 측정 위치와, 그 측정 위치로부터 퇴피하여 기관(W)의 반입이나 반출을 가능하게 하는 대기 위치로 이동시킨다. 요동 기구(38c)는, 요동 아암(38b)을 요동시키는 기구이다.
- [0045] 측정부(38)에 의한 막 두께 측정법으로는, 예컨대, 광간섭 원리를 이용할 수 있다. 또한, 다른 예로서, 지지부(32) 내에 중량계를 이용하는 것이 가능하다. 이 중량계를 이용하는 경우에는, 기관(W) 상의 액막의 중량(액막의 중량=액막을 포함하는 기관의 무게-기관(300)의 무게)을 이론적 혹은 실험적으로 액막의 두께로 환산한다.
- [0046] [제어 장치]
- [0047] 제어 장치(400)는, 기관 처리 장치(1)의 각부를 제어하는 컴퓨터이다. 제어 장치(400)는, 프로그램을 실행하는 프로세서와, 프로그램이나 동작 조건 등의 각종 정보를 기억하는 메모리, 각 요소를 구동하는 구동 회로를 갖는

다. 또한, 제어 장치(400)는, 정보를 입력하는 입력 장치, 정보를 표시하는 표시 장치를 갖고 있다.

[0048] 제어 장치(400)는, 처리 장치(110), 세정 장치(120), 반송 장치(200), 건조 장치(300)를 제어한다. 예컨대, 제어 장치(400)는, 지지부(32)에 지지된 기관(W)을 회전시키면서, 제1 휘발성 용제 공급부(34)로부터의 제1 휘발성 용제(V)의 공급에 의해 액막을 제1 휘발성 용제(V)로 치환시키고, 제2 휘발성 용제 공급부(35)로부터의 제2 휘발성 용제(H)의 공급에 의해 기관(W)의 피처리면 상에 공급된 제1 휘발성 용제(V)를, 제2 휘발성 용제(H)로 치환시킨 후, 가열부(36)에 의한 기관(W)의 가열에 의해, 제2 휘발성 용제(H)인 PGMEA를 기화시킨 후에, 발수화막을 기관(W)의 피처리면으로부터 이탈시킨다. 이것에 의해, 제2 휘발성 용제(H)의 액막을 기관(W)의 회전에 의한 원심력에 의해 배출시킨다. 예컨대, PGMEA의 비점은, 140~150℃이며, 발수화제인 HMDS의 비점은 약 300℃이기 때문에, 가열에 의한 순식간의 온도 상승의 과정에서, PGMEA가 먼저 기화한 후, 발수화막의 화학 결합이 열에 의해 끊어져 제거된다. 또한, 제어 장치(400)는, 측정부(38)에 의한 측정 결과의 막 두께가 미리 정해진 임계값의 범위 내에 있다고 판정한 경우에, 가열부(36)에 의한 가열을 시작하게 한다.

[0049] 이러한 제어 장치(400)는, 기구 제어부(41)와, 막 두께 해석부(42)와, 가열 제어부(43)를 갖는다. 기구 제어부(41)는, 각부의 기구를 제어한다. 예컨대, 기구 제어부(41)는, 구동 기구(33)를 제어함으로써, 지지부(32)의 회전 속도, 회전 개시 및 회전 정지의 타이밍을 제어한다. 또한, 노즐(34a)의 요동 및 제1 휘발성 용제(V)의 토출, 노즐(35a)의 요동 및 제2 휘발성 용제(H)의 토출, 검출부(38a)의 요동 및 측정 등의 동작을 제어한다.

[0050] 막 두께 해석부(42)는, 측정부(38)에 의한 측정 결과, 즉 측정부(38)에 의해 측정된 제1 휘발성 용제(V) 및 제2 휘발성 용제(H)의 액막의 두께를 해석한다. 막 두께 해석부(42)는, 측정부(38)에 의해 측정된 액막의 두께(액막 두께값)가, 미리 정해진 임계값의 범위 내에 있는지 여부를 판정한다. 그리고, 막 두께 해석부(42)는, 측정된 액막의 두께가 미리 정해진 임계값의 범위 내에 있다고 판정한 경우, 액막의 두께가 적절하다고 하여, 가열 제어부(43)는, 가열부(36)에 가열을 명령하는 신호를 송신한다.

[0051] 또한, HMDS(발수화제)를 포함하는 PGMEA(제2 휘발성 용제)를 공급한 경우의 적절한 막 두께는, 예컨대 100 μm 이하이다. 이 막 두께는, 가열부(36)의 가열에 의한 기관(W)으로부터의 증발을 지연시켜, 라이넨프로스트 현상에 의한 건조 처리를 행하는데 있어서, 양호하게 건조될 수 있는 액막 두께이다. 단, 이들 수치는 예시이며, 실제로는, 미리 실험 등으로 적절한 액막 두께를 구할 수 있다. 또한, 기관(W)의 회전 속도는, 예컨대, 200~300 rpm 정도이며, 액막 조정되어도, 이러한 회전 속도의 범위에서는, 액막 두께가 미리 정해진 두께로 유지될 수 있다.

[0052] [동작]

[0053] 이상과 같은 본 실시형태의 기관 처리 장치(1)의 동작을, 상기한 도 1 및 도 2 이외에, 도 3~도 5의 설명도, 도 6의 흐름도, 도 7 및 도 8의 설명도를 참조하여 설명한다. 또한, 이하와 같은 절차에 의해 기관(W)을 처리함으로써 기관을 제조하는 기관 제조 방법, 기관(W)을 건조시키는 기관 건조 방법도 본 실시형태의 일 양태이다.

[0054] 우선, 도 2에 도시된 바와 같이, 처리 장치(110)에 있어서의 예칭 처리 후의 기관(W)은, 반송 장치(200)에 의해 세정 장치(120)로 반입된다. 세정 장치(120)에 있어서는, 기관(W)을 유지한 지지부(12)가 회전하면서, 공급부(15)가 기관(W)의 피처리면의 회전 중심으로 APM을 공급하여 알칼리에 의한 린스 처리를 행한 후, DIW를 공급함에 따른 순수 린스 처리를 행한다. 반송 장치(200)는, 세정 후, DIW인 세정액(L)에 의해 적용된 기관(W)을, 세정 장치(120)로부터 반출하여, 건조 장치(300)로 반입한다.

[0055] 도 3의 (A)에 도시된 바와 같이, 피처리면에 세정액(L)의 액막(DIW)이 형성된 상태에서, 건조 장치(300)의 건조실(31)의 개구(31a)로부터 반입된 기관(W)을, 지지부(32)의 유지 부재(32b)가 유지한다(단계 S01). 도 3의 (B)에 도시된 바와 같이, 구동 기구(33)가 지지부(32)와 함께 기관(W)을 회전시키면서(단계 S02), 제1 휘발성 용제 공급부(34)가, 기관(W)의 피처리면의 회전 중심으로 제1 휘발성 용제(V)인 IPA를 공급한다(단계 S03). 이것에 의해, 기관(W)의 회전에 의한 원심력에 의해, IPA가 기관(W)의 피처리면의 전역으로 확산되어, 기관(W)의 피처리면 상에 적용된 DIW가 IPA로 치환되는 알코올 린스 처리가 행해진다. 또한, 여기서는, DIW보다 표면 장력이 낮은 IPA로 치환되기 때문에, 기관(W)의 피처리면 상에 형성되는 패턴 사이에 작용하는 표면 장력이 저감된다.

[0056] 그리고, 도 4의 (A)에 도시된 바와 같이, 구동 기구(33)가 지지부(32)와 함께 기관(W)을 회전시키면서, 제2 휘발성 용제 공급부(35)가, 기관(W)의 피처리면의 회전 중심으로, 제2 휘발성 용제(H)인 PGMEA를 공급한다(단계 S04). 이것에 의해, 기관(W)의 회전에 의한 원심력에 의해, PGMEA가 기관(W)의 피처리면의 전역으로 확산됨과 더불어, HMDS가, 기관(W)의 피처리면에 결합하여 발수화막이 형성된다. 즉, 기관(W)의 피처리면 상에 존재하는 제1 휘발성 용제가, 제2 휘발성 용제의 PGMEA로 치환되고, 피처리면의 수산기가 작용기로 치환되어 발수화막이

형성되게 된다. 제2 휘발성 용제는, 제1 휘발성 용제보다 기관(W)의 패턴 사이에 작용하는 표면 장력이 작다. 이 때문에, 패턴 사이에 작용하는 표면 장력이 저감된다. 이것과 함께, 측정부(38)의 검출부(38a)가, 기관(W) 상의 막 두께를 측정한다(단계 S06).

[0057] 측정부(38)에 의해 측정되는 막 두께가, 미리 정해진 임계값의 범위 내에서 적절해진 경우에는(단계 S07의 YES), 도 5에 도시된 바와 같이, 기관(W)을 회전시키면서, 가열부(36)의 램프(36a)가 미리 정해진 시간(수초에서 십수초 이내의 범위 내에서) 점등함으로써, 기관(W)을 라이텐프로스트 현상이 생기는 온도(PGMEA의 비점 이상)까지 급속히 가열한다(단계 S08). 이것에 의해, 제2 휘발성 용제(H)의 액막이, 순식간에 제거되는 건조 처리가 행해진다.

[0058] 여기서 말하는 건조 처리는, 단순한 휘발에 의한 것이 아니라, 급속 가열의 과정에서 생기는 라이텐프로스트 현상 및 발수화막의 이탈과, 기관(W)의 회전에 의한 원심력을 이용하는 것이다. 즉, 가열에 의해, 기관(W)의 피처리면과 기화할 수 없는 PGMEA의 액막과의 계면에 발생하는 기층에 의한 라이텐프로스트 현상에 의해, 액막이 떠올라 액체 방울이 된다(액체 방울화). 그 후, 기관(W) 상의 발수화막의 결합 상태가 해제되어 제거된다. 화학 결합의 해제의 메커니즘은 이하와 같다. 우선, 고온으로 가열함으로써, 작용기(-CHx)가 열분해에 의해 Si와의 결합이 끊어지고, 기관(W) 상의 주위에 있는 산소가, 기관(W) 상의 Si 및 작용기와 이어진다. 이것에 의해, 기관(W) 상의 Si는 산화되어 열산화막이 성장한다. 즉, 기관(W)의 피처리면에는 산화막이 형성되지만, 이 산화막이 잔존하는 것은 특별히 문제는 없다. 또한, 산화된 작용기는, H₂O나 CO₂ 등으로 변화되지만, 고온 하에 있기 때문에, H₂O는 증발하고, CO₂는 가스로서 배출된다. 또한, 가열시에는, 배기부(31f)에 있어서의 배기 밸브를 폐쇄함으로써, 기층의 발생 전의 액막의 기화를 막고, 과가열 상태를 발생시켜도 좋다.

[0059] 이 현상을 모식적으로 나타내면, 도 7의 (A)에 도시된 바와 같이, 기관(W)의 피처리면의 패턴(P) 상에, 발수화막(R)을 통해 존재하고 있는 HMDS를 포함하는 PGMEA의 액막(F)은, 도 7의 (B)에 도시된 바와 같이, 램프(36a)의 점등에 의해 기관(W)만이 순식간에 가열됨으로써 기관(W)의 발수화막과 PGMEA의 계면이 다른 부분의 PGMEA보다 빠르게 기화를 시작하기 때문에, 액막(F)이 기화한 가스의 층, 즉 기층(G)이 생성된다.

[0060] 이 때문에, 도 7의 (C)에 도시된 바와 같이, 패턴(P) 상의 액막(F)은 기층(G)에 의해 순식간에 패턴(P)으로부터 떠오르고, 도 7의 (D)에 도시된 바와 같이, 즉시 액체 방울화하며(라이텐프로스트 현상), 발수화막(R)은 기관(W)의 피처리면의 Si와 -CHx의 결합이 끊어져 제거된다. 이와 같이, 액막(F)이 액체 방울화하고 나서, 발수화막(R)이 기관(W)으로부터 제거되지만, 램프(36a)에 의해, 순간적으로(수초로) 발수화막(R)이 기화하는 300℃를 달성할 수 있기 때문에, 액체 방울화와 발수화막(R)의 제거는, 거의 동시에 일어나는 것으로서 생각할 수 있다. 도면 중, 흑색 화살표로 나타낸 바와 같이, 액막(F)에는 회전에 의한 원심력이 가해지고 있고, 생성된 각 액체 방울은 원심력에 의해 기관(W) 상에서 비산되기 때문에, 도 7의 (E)에 도시된 바와 같이, 기관(W)의 피처리면은 건조된다. 또한, 상기한 바와 같이, Si와 결합이 끊어진 작용기가 산소와 이어짐으로써, H₂O나 CO₂가 되어, 발수화제인 실란 커플링제가 증발되기 때문에, 건조실(31) 내의 분위기는, 산소를 포함하고 있는 것이 바람직하다.

[0061] 도 8에 도시된 바와 같이, 기관(W) 상의 패턴(P) 사이에 액막(F)이 남은 상태이면, 액막(F)이 남은 부분의 패턴(P)이 액막(F)의 표면 장력에 의해, 패턴(P)을 끌어당기게 되어, 패턴(P)을 도괴시킨다. 본 실시형태에서는, 도 7의 (A)에 도시된 바와 같이, 기관(W)의 전체에 있어서, 패턴(P)의 표면 상에 발수화막(R)이 존재함으로써, 패턴(P) 사이에 액막(F)이 형성되기 어렵게 되어, 패턴(P) 사이에 액막(F)이 존재하기 어려운 상태가 된다. 이와 같이, 패턴(P)끼리를 보강하는 액막(F)이 없기 때문에, 패턴(P)의 도괴를 막을 수 있다. 동시에 발수화막(R)을 기관(W)으로부터 이탈시켜, 기관(W)의 피처리면에는 불필요한 발수화막(R)을 제거할 수 있다. 이 때문에, 패턴(P)의 도괴를 저감하여, 기관(W)을 건조시킬 수 있다.

[0062] 그 후, 가열부(36)에 의한 가열을 정지하여, 기관(W)을 회전시키면서 방치함으로써 냉각하고(단계 S09), 구동기구(33)가 지지부(32)와 함께 기관(W)의 회전을 정지한 후(단계 S10), 반송 장치(200)가 기관(W)을 개구(31a)로부터 반출한다(단계 S11).

[0063] [효과]

[0064] (1) 이상과 같은 본 실시형태의 건조 장치(기관 건조 장치)(300)는, 기관(W)을 가열하는 가열부(36)와, 기관(W)의 피처리면 상에 제1 휘발성 용제(V)를 공급하는 제1 휘발성 용제 공급부(34)와, 기관(W)의 피처리면 상에, 발수화막을 형성하는 발수화제를 포함하고, 기화할 때의 표면 장력이, 제1 휘발성 용제(V)보다 작은 제2 휘발성 용제(H)를 공급하는 제2 휘발성 용제 공급부(35)와, 가열부(36), 제1 휘발성 용제 공급부(34) 및 제2 휘발성 용제 공급부(35)가 수용되며, 피처리면 상에 처리액에 의한 액막이 형성된 상태의 기관(W)이 반입되는 건조실(3

1)과, 건조실(31)에 반입된 기관(W)을 수취하는 지지부(32)와, 지지부(32)에 지지된 기관(W)을 회전시키는 구동 기구(33)와, 제1 휘발성 용제 공급부(34)로부터 제1 휘발성 용제(V)를 공급시킴으로써, 기관(W)의 피처리면 상에 형성된 처리액에 의한 액막을 제1 휘발성 용제(V)로 치환시키고, 제2 휘발성 용제 공급부(35)로부터 제2 휘발성 용제(H)를 공급시킴으로써, 기관(W)의 피처리면 상에 형성된 제1 휘발성 용제(V)를 제2 휘발성 용제(H)로 치환시킴과 더불어, 피처리면에 발수화막을 형성시키며, 가열부(36)가 기관(W)을 가열하게 함으로써, 발수화제를 포함하는 제2 휘발성 용제(H)의 액막과 기관(W) 사이에 기층을 발생시킴으로써, 제2 휘발성 용제(H)의 액막을 기관(W)의 회전에 의한 원심력에 의해 배출시키는 제어 장치(400)를 갖는다.

[0065] 본 실시형태의 기관 처리 장치(1)는, 기관(W)을 회전시키면서 제1 처리액을 공급함으로써 처리하는 처리 장치(110)와, 처리 장치(110)에 의해 처리가 끝난 기관(W)을 회전시키면서 제2 처리액을 공급함으로써 세정하는 세정 장치(120)와, 건조 장치(300)와, 세정 장치(120)에 있어서 세정된 기관(W)을, 세정 장치(120)에서 공급된 제2 처리액에 의한 액막이 형성된 상태로 반출하고, 건조 장치(300)로 반입하는 반송 장치(200)를 갖는다.

[0066] 본 실시형태의 기관 건조 방법은, 처리액에 의한 액막이 형성되고, 지지부(32)에 지지된 기관(W)을 구동 기구(33)에 의해 회전시키면서, 제1 휘발성 용제 공급부(34)로부터의 제1 휘발성 용제(V)의 공급에 의해 액막을 제1 휘발성 용제(V)로 치환하고, 제2 휘발성 용제 공급부(35)로부터, 발수화막을 형성하는 발수화제를 포함하며, 기화할 때의 표면 장력이 제1 휘발성 용제(V)보다 작은 제2 휘발성 용제의 공급에 의해, 제1 휘발성 용제(V)의 액막을 제2 휘발성 용제(H)로 치환함과 더불어, 기관(W)에 발수화막을 형성시키고, 가열부(36)에 의한 기관(W)의 가열에 의해, 발수화제를 포함하는 제2 휘발성 용제(H)의 액막과 기관(W) 사이에 기층을 발생시킴으로써, 제2 휘발성 용제(H)의 액막을 기관(W)의 회전에 의한 원심력에 의해 배출시킨다.

[0067] 이와 같이, 기관(W)을 회전시키면서 가열하여 과가열 상태로 할 때에, 발수화막에 의해 패턴 사이에 액막이 형성되기 어렵게 한 후에, 라이덴프로스트 현상에 의해 액막을 떠오르게 함으로써, 원심력을 이용하여 전체의 액막을 순식간에 제거할 수 있게 된다.

[0068] 이 때문에, 동일 장치 내, 동일 처리실 내에서 기관(W)의 건조가 가능해지고, 건조 장치(300)와는 독립된 플라즈마 처리 장치 또는 UV 조사 장치 등, 발수화막을 제거하는 제거 장치가 불필요해짐과 더불어, 건조 장치(300)로부터 제거 장치로의 반송 공정이 불필요해진다. 따라서, 기관 처리 장치(1)를 간소화, 소형화할 수 있음과 더불어, 공정수가 감소하여, 생산성이 향상된다. 또한, UV 조사에서는 곤란하던 패턴 바닥부의 액막의 제거도 가능해진다.

[0069] 또한, 제2 휘발성 용제(H)의 액막 전체를, 발수화막과 함께 순식간에 제거할 수 있기 때문에, 기관(W)의 피처리면 상에 있어서, 부분적인 액막의 잔류가 발생하기 어렵게 된다. 이 때문에, 인접한 패턴 사이에서, 액막의 잔류 유무, 잔류량이 서로 다름에 따라 장력에 차가 생겨, 패턴 도괴가 발생할 가능성을 저감시킬 수 있다. 또한, 기관(W)의 중심과 외주와의 원심력의 차, 외주측으로의 액막의 집중 등에 의한 액막의 잔류의 편차도 저감할 수 있다.

[0070] (2) 가열부(36)가 기관(W)을 가열함으로써, 기관(W)의 피처리면에 공급된 제2 휘발성 용제(H)의 액막과 기관(W) 사이에 기층을 발생시키고 있을 때, 기관(W)의 피처리면에 형성된 발수화막은, 기관(W)의 피처리면 상으로부터 제거된다. 이 때문에, 가열에 의해 발수화막의 결합을 해제시키고, 기관(W)이 회전하는 원심력을 이용하여 액막 및 발수화막을 순식간에 제거할 수 있게 된다.

[0071] 또한, 가열에 의한 발수화막의 이탈 때문에, 과열액을 노즐로부터 공급하려고 해도, 아임계액을 취급하는 시스템이 필요해지므로, 안전 기구가 증가하여, 비용이 상승하지만, 본 실시형태에서는, 기관(W)을 회전시키면서, 가열부(36)에 의해 기관(W)을 가열함으로써, 추가 장치를 필요 없게 하여 액막을 순식간에 제거할 수 있게 된다.

[0072] (3) 지지부(32)에 지지된 기관(W)의 제1 휘발성 용제의 막 두께를 측정하는 측정부(38)를 가지며, 제어 장치(400)는, 측정부(38)에 의한 측정 결과의 막 두께가 미리 정해진 임계값의 범위 내에 있다고 판정한 경우에, 가열부(36)에 의한 가열을 시작하게 한다. 이것에 의해, 기관(W) 상의 액막을 적절한 막 두께로 조정하고 나서, 기관(W)을 건조시킬 수 있다. 막 두께가 너무 얇으면, 가열시에 기관(W)의 피처리면 상의 액막이 불균일하게 건조되어 버리기 때문에, 일부 패턴에 있어서의 패턴 도괴가 발생하게 된다. 또한, 막 두께가 너무 두꺼우면, 액체 방울 수가 증가하기 때문에, 회전하는 기관(W)의 원심력에 의해 피처리면 밖으로 액체 방울이 배출될 때까지, 기관(W)의 피처리면과 접촉하는 접촉 지점이 증가하게 된다. 기관(W)의 피처리면은, 액체 방울과의 접촉시의 기화열에 의해 냉각되기 때문에, 액체 방울 수가 너무 많아지면, 급속 가열 중이더라도 기관(W)의 피처

리면의 일부에 라이텐프로스트 현상이 생기는 온도 이하가 되는 지점, 즉, 급속 건조가 아닌 통상 건조에 의해 건조되는 부분이 생기게 된다. 본 실시형태에서는, 적절한 막 두께로 조정하고 나서 기관(W)을 가열하기 때문에, 이러한 통상 건조에 의한 건조 상태가 발생하는 것을 방지할 수 있다.

[0073] (변형례)

[0074] (1) 제1 휘발성 용제는, IPA로는 한정되지 않는다. 예컨대, HFE(하이드로플루오로에테르) 등을 이용할 수 있다. 발수화제로서의 실란 커플링제는, HMDS로는 한정되지 않는다. 예컨대, TMSDEA(트리메틸실릴디에틸아민) 등을 이용할 수 있다. 제2 휘발성 용제도, 상기한 PGMEA로는 한정되지 않는다. 예컨대, IPA를 이용하여도 좋다.

[0075] (2) 처리 장치(110)의 처리는, 최종적으로 세정과 건조가 필요해지는 처리라면, 처리의 내용 및 처리액은, 상기에서 예시한 것으로는 한정되지 않는다. 처리 대상이 되는 기관(W) 및 처리액에 대해서도, 상기에서 예시한 것으로는 한정되지 않는다.

[0076] [다른 실시형태]

[0077] 이상, 본 발명의 실시형태 및 각부의 변형례를 설명하였으나, 이 실시형태나 각부의 변형례는, 일례로서 제시한 것이며, 발명의 범위를 한정하는 것은 의도하고 있지 않다. 진술한 이들 신규 실시형태는, 그 밖의 다양한 형태로 실시되는 것이 가능하며, 발명의 요지를 이탈하지 않는 범위에서, 여러 가지 생략, 치환, 변경을 행할 수 있다. 이들 실시형태나 그 변형은, 발명의 범위나 요지에 포함됨과 더불어, 특허청구범위에 기재된 발명에 포함된다.

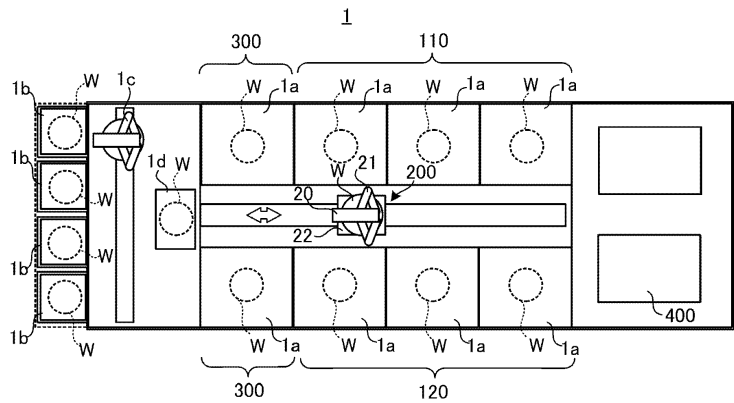
부호의 설명

[0078]	1 : 기관 처리 장치	11 : 세정실
	11a : 개구	11b : 도어
	12 : 지지부	13 : 회전 기구
	14 : 컵	15 : 공급부
	15a : 노즐	15b : 이동 기구
	20 : 핸들링 장치	21 : 로봇 핸드
	22 : 이동 기구	31 : 건조실
	31a : 개구	31b : 도어
	33 : 창부	32 : 지지부
	32a : 회전 테이블	32b : 유지 부재
	32c : 회전축	33 : 구동 기구
	33a : 회전부	33b : 승강부
	34 : 제1 휘발성 용제 공급부	34a, 35a : 노즐
	34b, 35b : 요동 아암	34c, 35c : 요동 기구
	35 : 제2 휘발성 용제 공급부	36 : 가열부
	36a : 램프	37 : 컵
	38 : 측정부	38a : 검출부
	38b : 요동 아암	38c : 요동 기구
	41 : 기구 제어부	42 : 막 두께 해석부
	43 : 가열 제어부	100 : 세정 장치
	200 : 반송 장치	300 : 건조 장치

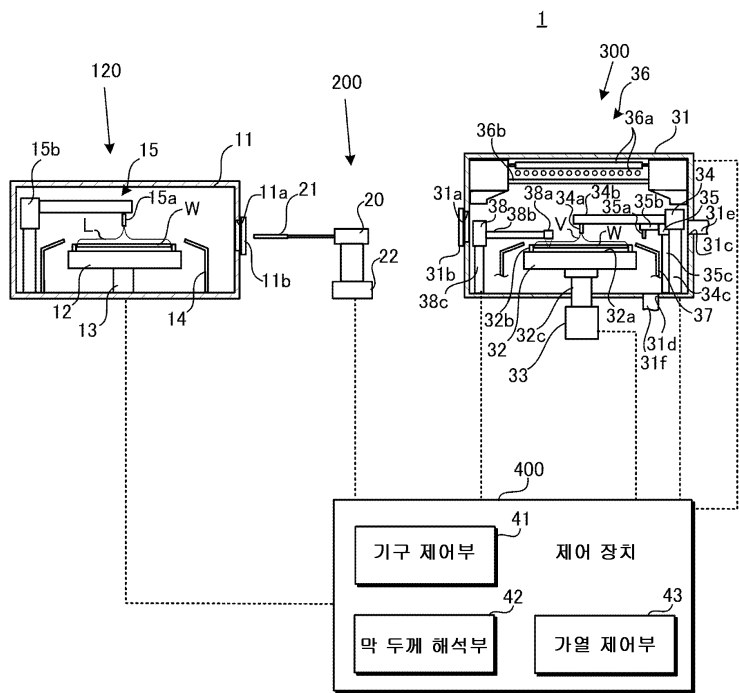
400 : 제어 장치

도면

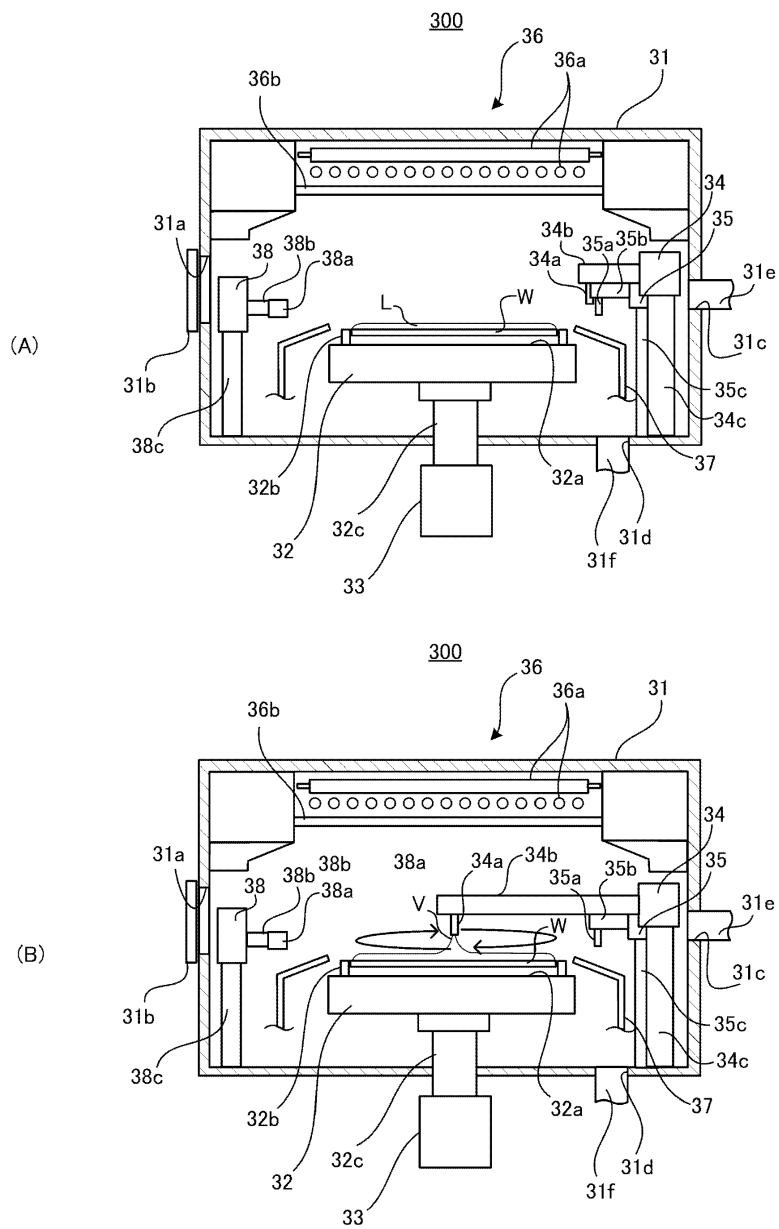
도면1



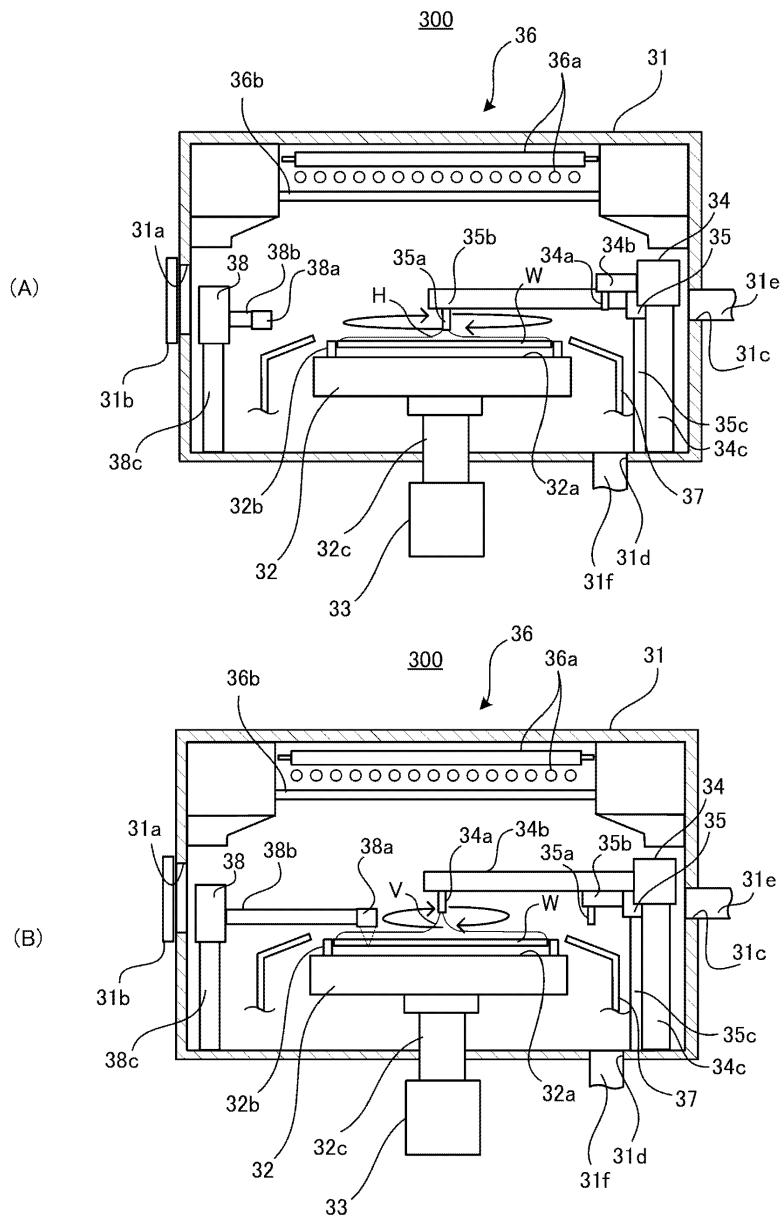
도면2



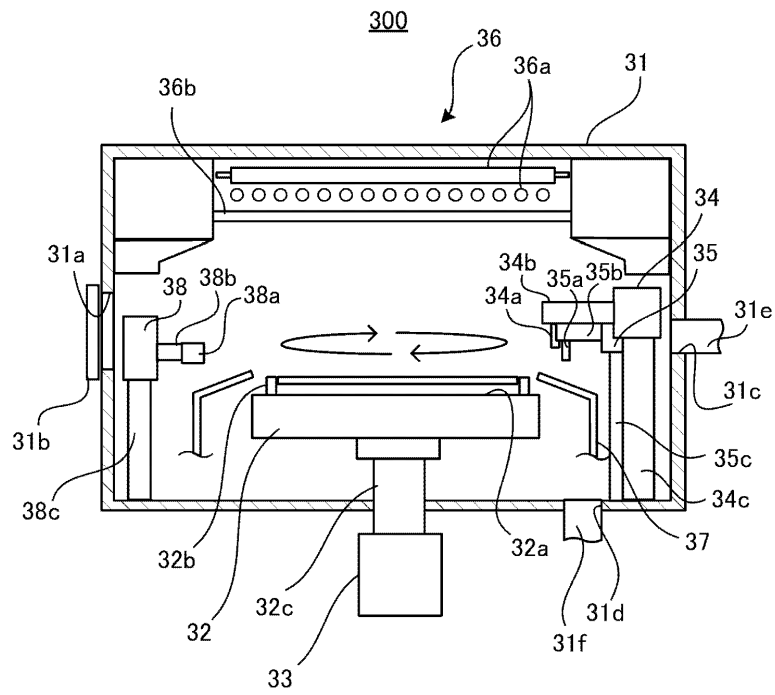
도면3



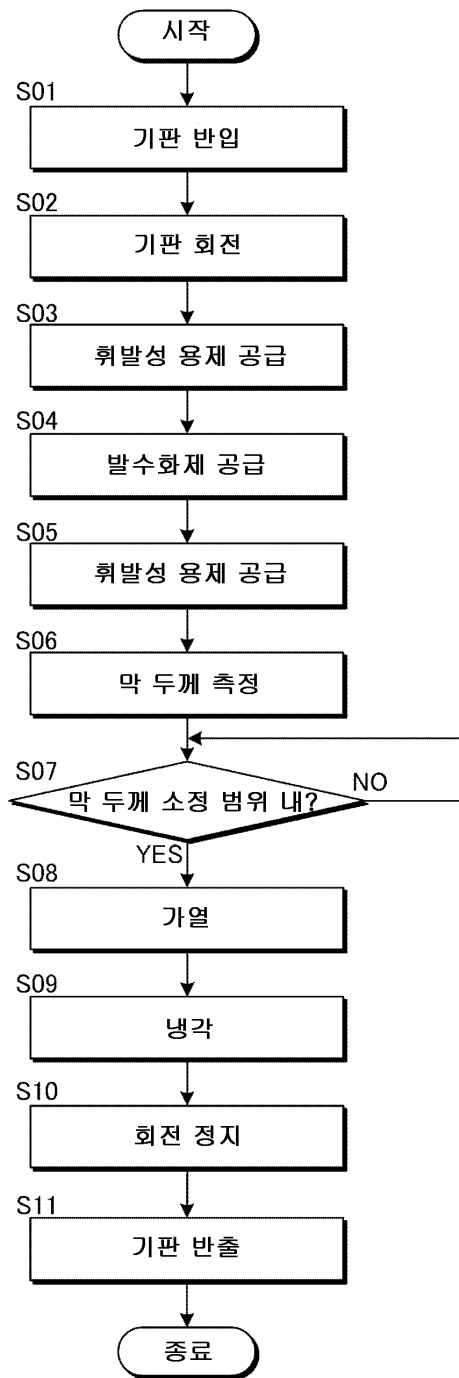
도면4



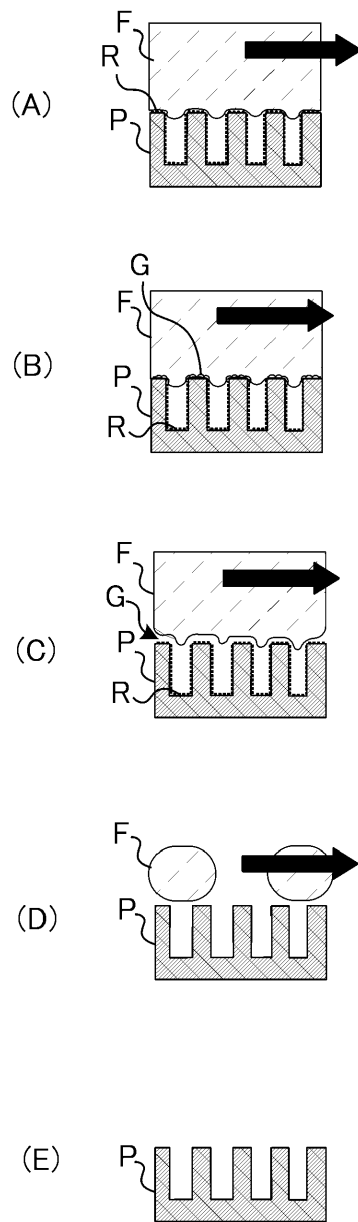
도면5



도면6



도면7



도면8

