



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2008-0096609
(43) 공개일자 2008년10월30일

(51) Int. Cl.

G03F 7/20 (2006.01) H01L 21/027 (2006.01)

- (21) 출원번호 10-2008-7025416(분할)
(22) 출원일자 2008년10월17일
심사청구일자 없음
(62) 원출원 특허 10-2007-7023958
원출원일자 2007년10월18일
심사청구일자 2007년10월18일
번역문제출일자 2008년10월17일
(86) 국제출원번호 PCT/NL2006/000202
국제출원일자 2006년04월19일
(87) 국제공개번호 WO 2006/112699
국제공개일자 2006년10월26일
(30) 우선권주장
11/108,673 2005년04월19일 미국(US)

(71) 출원인

에이에스엠엘 네델란즈 비.브이.

네덜란드, 엔엘-5504 디알 벨드호펜, 데 룬 6501

에이에스엠엘 홀딩 엔.브이.

네덜란드 엔엘-5504 데이에르 벨드호벤 데 룬 6501

(72) 발명자

크멜리체크, 알렉산더

미국 뉴욕 11230 브룩클린 애비뉴 엔 414 아파트먼트 5디

세웰, 해리

미국 코네티컷 06877 릿지필드 하빌랜드 로드 138
(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인화우

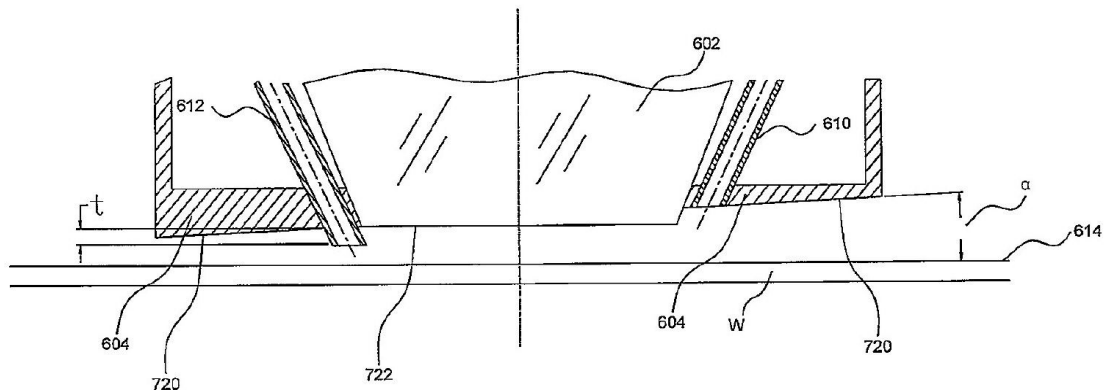
전체 청구항 수 : 총 18 항

(54) 침지 리소그래피 시스템 및 침지 리소그래피 방법

(57) 요약

액체 침지 리소그래피 시스템은 투영 광학기(PL) 및 샤워헤드(604)를 포함한다. 투영 광학기는 패터닝된 빔으로 기관(W)을 노광하도록 구성된다. 샤워헤드는 노광 작동시 기관의 표면과 상이한 간격들로 있도록 구성되는 제 1 노즐(610) 및 제 2 노즐(612)을 포함한다.

대표도



(72) 발명자

말코야, 루이스 존

미국 코네티컷 06482 샌디 후크 허니 라인 30

루프스트라, 에릭 로엘로프

네덜란드 엔엘-5591 베아 헤제 호디발두스란 15

텐 카테, 니콜라스

네덜란드 엔엘-4286 에체 아를케르크 프로빈시알레
베크 누르트 66

특허청구의 범위

청구항 1

침지 리소그래피 시스템에 있어서,

기관 상으로 패터닝된 방사선 빔을 지향시키도록 구성된 투영 시스템; 및

제 1 노즐 및 제 2 노즐을 포함하는 액체 공급 시스템 - 상기 액체 공급 시스템은 일 노즐이 유체를 공급하고 다른 노즐이 유체를 제거하도록 상기 투영 시스템과 상기 기관 사이에 액체 흐름을 공급하도록 구성됨 - 을 포함하고,

상기 노즐들은 상기 투영 시스템에 대한 광학 평면 내에서의 상기 기관의 이동 방향에 의존하여 공급 및 제거 기능들 중 하나로 변화하도록 구성되며,

상기 흐름은 상기 노즐들 사이에서 경사지는 침지 리소그래피 시스템.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 노즐들의 기능들을 제거 노즐과 공급 노즐 중 하나로 변화시키도록 제어기가 구성되는 침지 리소그래피 시스템.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 노즐들의 기능들은 동적으로 조정되는 침지 리소그래피 시스템.

청구항 4

제 2 항에 있어서,

상기 제어기는 상기 기관의 이동 방향이 변화함에 따라 상기 투영 시스템에 대해 상기 제 1 및 제 2 노즐의 위치들을 제어하도록 구성되는 침지 리소그래피 시스템.

청구항 5

제 2 항에 있어서,

상기 경사진 흐름은 상기 액체 공급 시스템의 저부 표면에 의해 부분적으로 정의되고, 상기 저부 표면은 상기 기관에 대해 약 0.06 도로 각도지고, 및/또는 약 1 내지 2 도의 상기 제거 노즐에 대한 상기 공급 노즐의 경사만큼 각도진 침지 리소그래피 시스템.

청구항 6

제 2 항에 있어서,

상기 투영 시스템에 대한 상기 기관의 이동 방향에 대해, 상기 제거 노즐은 전면 노즐(leading nozzle)이고, 상기 공급 노즐은 후면 노즐(trailing nozzle)인 침지 리소그래피 시스템.

청구항 7

제 2 항에 있어서,

상기 흐름 경사를 변동시키기 위해 상기 기관에 대해 상기 노즐들 중 하나를 들어올리거나 내리도록 제어기가 구성되는 침지 리소그래피 시스템.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 제어기는 상기 기관에 대해 상기 액체 공급 시스템의 상기 저부 표면의 경사를 조정하도록 구성되는 침지 리소그래피 시스템.

청구항 9

제 7 항에 있어서,

상기 제어기는 상기 액체 공급 시스템의 잔여부에 대해 상기 노즐을 이동시키도록 구성되는 침지 리소그래피 시스템.

청구항 10

제 7 항에 있어서,

상기 공급 노즐은 회수 노즐보다 상기 기관 표면에 더 가깝게 이격되는 침지 리소그래피 시스템.

청구항 11

제 1 항에 있어서,

상기 액체 공급 시스템과 상기 기관 간의 갭 치수는 약 100 미크론이고, 및/또는 상기 투영 시스템과 상기 기관 표면 간의 갭 치수는 2 내지 0.5 mm 사이인 침지 리소그래피 시스템.

청구항 12

제 1 항에 있어서,

상기 투영 시스템에 대한 상기 기관 이동 방향은 스캔 방향이고, 상기 경사진 흐름은 상기 스캔 방향으로 진행되는 침지 리소그래피 시스템.

청구항 13

제 1 항에 있어서,

액체 공급 시스템과 상기 기관 사이의 메니스커스(meniscus)에 의해 저수부(reservoir)가 부분적으로 정의되는 침지 리소그래피 시스템.

청구항 14

제 1 항에 있어서,

상기 노즐들 사이에 가스 압력 구배를 공급하고, 상기 경사진 흐름을 제공하도록 강제(forced) 가스 유동 디바이스가 구성되는 침지 리소그래피 시스템.

청구항 15

제 14 항에 있어서,

상기 노즐들은 서로 실질적으로 같은 높이에 있고, 상기 기관은 실질적으로 수평인 침지 리소그래피 시스템.

청구항 16

투영 시스템으로부터 기관 상으로 패터닝된 방사선 빔을 투영하는 단계;

액체 공급 시스템으로부터, 제 1 노즐과 제 2 노즐 사이에, 그리고 상기 투영 시스템과 상기 기관 사이의 공간으로 경사진 액체 흐름을 공급하는 단계 - 1 이상의 노즐은 유체를 공급하고 1 이상의 노즐은 유체를 제거함 - ; 및

상기 투영 시스템에 대한 광학 평면 내에서의 상기 기관 이동 방향에 의존하여 상기 노즐들의 기능을 공급 및 제거 기능들 중 하나로 변화시키는 단계를 포함하는 침지 리소그래피 방법.

청구항 17

침지 리소그래피 시스템에 있어서,

기관 상으로 패터닝된 방사선 빔을 지향시키도록 구성된 투영 시스템; 및

공급 노즐과 제거 노즐을 포함하는 액체 공급 시스템 - 상기 액체 공급 시스템은 상기 투영 시스템의 표면을 가로질러 상기 투영 시스템과 상기 기관 사이의 공간에 액체의 흐름을 공급하도록 구성됨 - 을 포함하고,

상기 액체는 상기 기관 표면 상에서 박막으로서 흐르고, 추출 흡입 압력 없이 상기 흐름 방향이 결정되도록 상기 노즐들 사이에 경사지는 침지 리소그래피 시스템.

청구항 18

투영 시스템으로부터 기관 상으로 패터닝된 방사선 빔을 투영하는 단계; 및

공급 노즐 및 추출 노즐을 포함하는 액체 공급 시스템으로부터, 상기 투영 시스템과 상기 기관 사이의 공간으로 액체 흐름을 공급하는 단계 - 상기 액체 흐름은 상기 노즐들 사이에서 그리고 상기 기관 표면 상에서 경사진 박막으로서 상기 투영 시스템의 표면을 가로질러 흐름하고, 상기 흐름 방향은 추출 흡입 압력 없이 결정됨 - 를 포함하는 침지 리소그래피 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

<1> 본 발명은 리소그래피 장치 및 디바이스를 제조하는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

<2> 리소그래피 장치는 기관 상에, 통상적으로는 기관의 타겟부 상에 원하는 패턴을 적용시키는 기계이다. 리소그래피 장치는, 예를 들어 집적 회로(IC)의 제조시에 사용될 수 있다. 그 경우, 대안적으로 마스크, 레티클, 개별적으로 제어가능한 요소들의 어레이 등으로 칭하는 패턴닝 디바이스가 IC의 개별층 상에 형성될 회로 패턴을 생성하는데 사용될 수 있다. 이 패턴은 기관(예컨대, 실리콘 웨이퍼 또는 평판 디스플레이 기관(flat panel display substrate)) 상의 (예를 들어, 1 개 또는 수개의 다이의 부분을 포함하는) 타겟부 상으로 전사(transfer)될 수 있다. 패턴의 전사는 통상적으로 기관 상에 제공된 방사선-감응재(레지스트)층 상으로의 이미징(imaging)을 통해 수행된다.

<3> 일반적으로, 단일 기관은 연속하여 패턴닝되는 인접한 타겟부들의 네트워크를 포함할 것이다. 공지된 리소그래피 장치는, 한번에 타겟부 상으로 전체 패턴을 노광함으로써 각각의 타겟부가 조사(irradiate)되는 스테퍼들, 및 방사선 빔을 통해 주어진 방향("스캐닝" - 방향)으로 패턴을 스캐닝하는 한편, 이 방향과 평행한 방향(같은 방향으로 평행한 방향) 또는 역-평행한 방향(반대 방향으로 평행한 방향)으로 기관을 동기적으로 스캐닝함으로써 각각의 타겟부가 조사되는 스캐너들을 포함한다. 또한, 기관 상에 패턴을 임프린트(imprint)함으로써, 패턴닝 디바이스에서 기관으로 패턴을 전사하는 것이 가능하다.

<4> 고집적 회로들은 작은 회로 요소들을 필요로 한다. 방사선 패턴이 회로 요소들을 형성(shape)하기 때문에, 최소 피쳐 크기는 리소그래피 노광 단계에서 달성된 분해능(resolution) 또는 기관 상에 방사선 패턴을 투영하는데 사용된 투영 디바이스의 분해능에 의존한다. 물리 기준(Raleigh criterion)에 따르면, 이 분해능은 투영된 광의 파장(λ) 및 조정 인자(k_1)에 비례하고, 투영 광학기의 한계(marginal) 또는 캡처(capture) 각도(θ)의 사인 함수에 반비례한다:

<5>
$$\text{분해능} = k_1 * \lambda / \sin(\theta)$$

<6> 분해능은 다양한 방식으로 감소, 즉 개선될 수 있다. 첫째로, 투영된 광의 파장(λ)이 감소될 수 있다. 더 짧은 파장은 상이한 타입의 포토레지스트(photoresist), 및 상이한 광 소스 및 광 필터(light filter)들, 및 투영 광학기용 특수 렌즈를 이용함과 같은 투영 디바이스의 많은 변화들을 필요로 할 수 있다. 둘째, 분해능은 조정 인자(k_1)를 감소시킴으로써 감소될 수 있다. 또한, k_1 을 감소시키는 것은 상이한 포토레지스트 및 고정밀 툴들의 사용을 필요로 할 수 있다. 셋째, 투영 광학기의 크기를 증가시킴으로써 한계 각도(θ)가 증가될 수 있다. 한계 각도(θ)를 증가시키는 것의 효과는 앞선 사인 함수에 의해 제한될 수 있다. 투영된 광의 파장(λ)을 감소시키

는 한가지 방식은 침지 리소그래피의 사용을 통해서 이루어진다.

- <7> 투영 시스템의 최종 요소와 기관 사이의 공간을 채우기 위해서, 비교적 높은 굴절률을 갖는 액체, 예컨대 물로 리소그래피 투영 장치 내의 기관을 침지시키는 것이 제안되었다. 이것의 요점은, 노광 방사선이 액체 내에서 더 짧은 파장을 가질 것이기 때문에 더 작은 피쳐들의 이미징을 가능하게 한다는 것이다. 또한, 액체의 효과는 시스템의 개구수(numerical aperture: NA)로 하여금 1 보다 크게 하는 것으로 간주될 수 있으며, 초점 심도(depth of focus)를 증가시키는 것으로 간주될 수도 있다. 그 안에 고체 입자(예를 들어, 석영)가 부유(suspend)하고 있는 물을 포함한 다른 침지 액체들이 제안되었다.
- <8> 하지만, 기관 또는 기관 및 기관 테이블을 액체 배스(bath of liquid) 내에 담근다는 것은, 스캐닝 노광시 대량의 액체(large body of liquid)가 가속화된다는 것을 의미한다. 이는 강력한 추가 또는 더 많은 모터들을 필요로 하며, 액체 내의 난류(turbulence)는 바람직하지 않고 예측 불가능한 영향들을 초래할 수 있다.
- <9> 제시된 해결책들 중 하나는, 액체 공급 시스템이 액체 한정 시스템(liquid confinement system)을 이용하여 기관의 국부화된 영역 및 투영 시스템의 최종 요소와 기관 사이에만 액체를 제공하는 것이다(일반적으로, 기관은 투영 시스템의 최종 요소보다 큰 표면적을 갖는다).
- <10> 액체 공급 시스템과 기관 사이의 갭은 이 요소들로 하여금 서로에 대해 이동하게 한다. 이 갭 때문에, 침지 액체가 갭의 에지에서 형성된 메니스커스(meniscus)를 통해 흐르지 않게 하거나 이를 파괴(break)하지 않기 위해, 침지 액체와 액체 공급 시스템의 적어도 "샤워헤드(showerhead)" 또는 후드(hood) 부분(샤워헤드 및 후드는 전부 상호교환가능하게 사용됨) 간에 높은 표면 장력(surface tension)을 가질 필요가 있다. 예를 들어, 샤워헤드는 유입구 및 유출구 및/또는 채널들을 포함하는 액체 공급 시스템의 일부분일 수 있다. 침지 리소그래피 시스템들에서 일어날 수 있는 문제점은 침지 액체와 기관 및 액체 공급 시스템의 표면 간의 작은 접촉각(contact angle)들의 형성이다. 접촉각은 유체와 표면 간의 표면 에너지들에 의해 정의된다. 작은 접촉각들은 큰 모세관 현상(capillary force)들을 의미하며, 이는 유체 브레이크-스루(break-through)를 야기할 수 있다.
- <11> 침지 리소그래피에서의 한가지 우려는 침지 액체의 순도(purity) 및 오염(contamination)이 없음을 보장하는 것에 관한 것이다. 일 예시에서는, 투영 광학과 기관 사이의 볼륨(volume) 내로 액체를 주입하기 위한 주입 시스템(injection system) 및 노광 영역으로부터 다시 재순환으로 액체를 추출하기 위한 추출기 및 흡입 시스템(suction system)을 이용하여 침지 액체가 재순환된다. 하지만, 예를 들어 공기로부터 입자들을 수용함을 통해, 또는 노광되고 있는 포토레지스트로부터 재료를 수용함으로 인해 액체가 오염될 수 있다. 통상적으로, 오염들을 제거하기 위해 필터링 시스템이 그 자리에 존재한다.
- <12> 예를 들어, 재순환에 있어서의 또 다른 우려는, 액체와 기관 표면 간에 존재하는 표면 장력으로 인해 노광 영역 내로 주입되는 액체 전체가 실제로 재순환될 수 있는 것은 아니라는 것이다. 추출기/재순환 시스템의 흡입 압력을 이용하여 대부분의 액체가 추출될 수 있지만, 기관의 표면 상에 그 오염들과 함께 액체의 드롭렛(droplet)들이 약간 남는다. 흡입 압력을 증가시키는 것은 재순환 속력을 증가시킬 것이지만, 증가된 흡입 압력이 액체의 표면 장력에 의해 야기된 문제점들을 설명하지는 않을 수 있기 때문에, 그것은 일반적으로 소정 지점을 넘어서는 돕지 않는다.
- <13> 침지 리소그래피에서의 또 다른 우려는, 소정 스캔 속력 이상에서 기관이 스캔 방향으로의 메니스커스로부터 막(film)(또는 드롭렛들)을 당길 것이며, 즉 메니스커스의 파괴를 야기한다는 것이다. 메니스커스의 높이를 감소시킴(예를 들어, 갭을 감소시킴)으로써 더 빠른 스캐닝을 허용하여, 파괴를 일으키는 속력이 증가될 수 있으며, 이는 여러 효과들을 가질 수 있다. 첫째, 제 1 수분 손실(water loss)의 모멘트(moment)(예를 들어, 메니스커스 파괴점)가 더 높은 스캔 속력으로 시프트된다. 둘째, 손실되는 물의 양이 감소되고, 이때 수분막의 높이는 대략 메니스커스의 높이*스캔 속도^{2/3}이다. 메니스커스로부터 물이 손실될 때마다, 손실된 물을 유지하기 위해 "에어 나이프(air knife)"가 사용될 수 있다. 갭을 감소시키는 것은 전형적으로 만족스럽지만, 다른 문제점들이 생길 수 있다.
- <14> 에어 나이프를 통과하는 물의 양은 기관 표면 상에서의 공기의 압력 구배(pressure gradient)에 의존한다. 감소된 갭의 크기는 보다 높은 압력 구배를 초래하며, 이는 보다 적은 수분 손실을 초래할 수 있다. 그러므로, 긍정적인 측면에서, 후드와 기관 사이의 보다 작은 갭들은 보다 적은 수분 손실을 초래한다. 하지만, 보다 작은 갭의 여러 부정적인 영향들도 존재한다. 첫째, 기관 표면 위의 공기 속도가 증가할 수 있으며, 이는 표면으로부터 물의 증발을 높일 수 있고, 바람직하지 않은 기관의 냉각을 증가시킬 수 있다. 둘째, 에어 나이프가 에어 나이프의 외부에 "외부" 수분("outside" water)을 유지할 수 있지만, 이 수분은 (향상된 메니스커스에서) 다시 스캔

하는 경우에 메니스커스로 "다시 흐르는(flow back)"(예를 들어, 재수집(recollect)되는) 것이 바람직하다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- <15> 따라서, 필요한 것은 침지 리소그래피 시스템 및 추출 시스템에 의해 실질적으로 모든 침지 액체가 수집되고, 및/또는 갭에서 액체 손실을 감소시키고 액체의 재수집을 증가시키기 위해 최적 크기의 갭이 형성될 것을 보장하는 방법이다.

과제 해결수단

- <16> 본 발명의 일 실시예에서, 투영 광학기 및 샤워헤드를 포함한 침지 리소그래피 시스템이 제공된다. 투영 광학기는 패터닝된 빔을 기관 상으로 지향한다. 샤워헤드는 투영 광학기와 기관 사이에서 액체 흐름을 전달한다. 샤워헤드는 기관과 상이한 간격들로 위치되는 제 1 노즐(nozzle) 및 제 2 노즐을 포함한다.
- <17> 본 발명의 또 다른 실시예에서, 투영 광학기 및 제 1 및 제 2 노즐들을 포함한 침지 리소그래피 시스템이 제공된다. 투영 광학기는 기관을 노광하도록 구성된다. 제 1 및 제 2 노즐들은 기관과 상이한 간격들로 위치된다.
- <18> 본 발명의 또 다른 실시예에서, 액체 침지 리소그래피 시스템은 기관을 노광하는 투영 광학기 및 투영 광학기와 기관 사이에서 경사진 액체 흐름(tilted liquid flow)을 전달하는 주입 노즐 및 회수 노즐(retrieval nozzle)을 포함한다. 일 예시에서, 액체 흐름은 기관에 대해 약 0.06 도 또는 약 1 내지 2 도로 경사질 수 있다.
- <19> 본 발명의 또 다른 실시예에서, 노광 시스템은 광 전파의 순서에 따라 방사선 소스, 집광 렌즈(condenser lens), 마스크(또는 콘트라스트 디바이스(contrast device)) 및 투영 광학기를 포함한다. 액체 전달 시스템은 투영 광학기 아래의 노광 영역에 액체를 제공한다. 또한, 노광 시스템은 액체의 경사진 액체 흐름을 제공하는 수단들을 포함한다.
- <20> 본 발명의 또 다른 실시예에서, 노광 시스템은 광 전파의 순서에 따라 방사선 소스, 집광 렌즈, 마스크 및 투영 광학기를 포함한다. 액체 전달 시스템은 기관의 노광 영역에 액체를 제공한다. 기관은 수평면에 대해 경사진다.
- <21> 본 발명의 또 다른 실시예, 특징 및 장점뿐만 아니라, 본 발명의 다양한 실시예들의 구조 및 작동이 첨부된 도면들을 참조하여 아래에서 더 상세히 설명된다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- <22> 이하 첨부된 도면들을 참조하여 본 발명의 1 이상의 실시예를 설명할 것이다. 도면들에서 동일한 참조 번호들은 동일하거나 기능적으로 유사한 요소들을 나타낼 수 있다. 또한, 참조 번호의 맨 앞자리 수는 참조 번호가 처음 나타난 도면을 식별할 수 있다.
- <23> 특정한 구성들 및 배치들이 설명되었지만, 이는 예시적인 목적으로만 행해진다는 것을 이해하여야 한다. 당업자는 본 발명의 의도와 범위를 벗어나지 않고 다른 구성들 및 배치들이 사용될 수 있다는 것을 인지할 것이다. 또한, 당업자라면 본 발명이 다양한 다른 적용예들에도 채택될 수 있다는 것을 이해할 것이다.
- <24> 발명자들은 다소 예기치 않은 현상을 발견하였다: 침지 리소그래피 시스템에서의 액체 흐름이 경사진 경우, 기울기 및 액체 흐름 상의 중력의 대응하는 영향은 액체 상에 작용하는 잔여 표면 장력을 극복하기에 충분하다. 따라서, 이러한 경사진 구성을 이용하여, 노광 영역의 소정 부분들에서의 침지 액체의 풀링(pooling)이 실질적으로 감소되거나 제거되어 오염의 가능성을 감소시킬 수 있다. 경사는 정적이거나 동적일 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 스캐닝 방향으로의 갭의 메니스커스를 통한 수분 손실의 감소 및 스캐닝 방향이 역인 경우의 메니스커스에서의 물의 증가된 재수집을 허용하기 위해, 경사는 후드의 두 측면에 대해 후드와 기관 사이의 최적 갭 치수들을 허용할 수 있다.
- <25> 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 리소그래피 장치를 개략적으로 도시한다. 상기 장치는 조명 시스템, 지지 구조체, 기관 테이블 및 투영 시스템을 포함한다. 조명 시스템(일루미네이터)(IL)은 방사선 빔(PB)(예를 들어, UV 방사선 또는 DUV 방사선)을 컨디셔닝(condition)한다. 지지 구조체(예를 들어, 마스크 테이블)(MT)는 패터닝 디바이스(예를 들어, 마스크)(MA)를 지지하고, 소정 파라미터들에 따라 패터닝 디바이스를 정확히 위치시키도록 구성된 제 1 위치설정기(PM)에 연결된다. 기관 테이블(예를 들어, 웨이퍼 테이블)(WT)은 기관(예를 들어, 레지스트-코팅된 웨이퍼 또는 평판 기관(flat panel substrate))(W)을 유지하고, 소정 파라미터들에 따라 기관을 정

확히 위치시키도록 구성된 제 2 위치설정기(PW)에 연결된다. 투영 시스템(예를 들어, 굴절 투영 렌즈 시스템)(PL)은 기관(W)의 (예를 들어, 1 이상의 다이를 포함하는) 타겟부(C) 상으로 패터닝 디바이스(MA)에 의해 방사선 빔(PB)에 부여된 패턴을 투영한다.

- <26> 조명 시스템은 방사선을 지향, 성형, 또는 제어하기 위하여, 굴절, 반사, 자기, 전자기, 정전기 또는 다른 타입의 광학 구성요소들, 또는 여하한의 그 조합과 같은 다양한 타입들의 광학 구성요소들을 포함할 수 있다.
- <27> 지지 구조체는 패터닝 디바이스의 방위, 리소그래피 장치의 디자인, 및 예를 들어 패터닝 디바이스가 진공 환경에서 유지되는지의 여부와 같은 다른 조건들에 의존하는 방식으로 패터닝 디바이스를 유지한다. 지지 구조체는 패터닝 디바이스를 유지하기 위해 기계적, 진공, 정전기, 또는 다른 클램핑 기술들을 이용할 수 있다. 지지 구조체는, 예를 들어 필요에 따라 고정되거나 이동가능할 수 있는 프레임 또는 테이블일 수 있다. 지지 구조체는, 패터닝 디바이스가 예를 들어 투영 시스템에 대해 원하는 위치에 있을 것을 보장할 수 있다. 본 명세서의 "레티클" 또는 "마스크"라는 용어의 어떠한 사용도 "패터닝 디바이스"라는 좀 더 일반적인 용어와 동의어로 간주될 수 있다.
- <28> 본 명세서에서 사용되는 "패터닝 디바이스"라는 용어는, 기관의 타겟부에 패턴을 생성하기 위해서, 방사선 빔의 단면에 패턴을 부여하는데 사용될 수 있는 여하한의 디바이스를 언급하는 것으로 폭넓게 해석되어야 한다. 방사선 빔에 부여된 패턴은, 예를 들어 상기 패턴이 위상-시프팅 피처(phase-shifting feature)들 또는 소위 어시스트 피처(assist feature)들을 포함하는 경우, 기관의 타겟부 내의 원하는 패턴과 정확히 일치하지 않을 수도 있다는 것을 유의하여야 한다. 일반적으로, 방사선 빔에 부여된 패턴은 집적 회로와 같이 타겟부에 생성될 디바이스 내의 특정 기능 층에 해당할 것이다.
- <29> 패터닝 디바이스는 투과형 또는 반사형일 수 있다. 패터닝 디바이스의 예로는 마스크, 프로그램가능한 거울 어레이 및 프로그램가능한 LCD 패널들을 포함한다. 마스크는 리소그래피 분야에서 잘 알려져 있으며, 바이너리(binary)형, 교번 위상-시프팅형 및 감쇠 위상-시프팅형과 같은 마스크 타입뿐만 아니라, 다양한 하이브리드(hybrid) 마스크 타입들을 포함한다. 프로그램가능한 거울 어레이의 일 예시는 작은 거울들의 매트릭스 구성을 채택하며, 그 각각은 입사하는 방사선 빔을 상이한 방향으로 반사시키도록 개별적으로 경사질 수 있다. 기울어진 거울들은 거울 매트릭스에 의해 반사되는 방사선 빔에 패턴을 부여한다.
- <30> 본 명세서에서 사용되는 "투영 시스템"이라는 용어는, 사용되는 노광 방사선에 대하여, 또는 침지 액체의 사용 또는 진공의 사용과 같은 다른 인자들에 대하여 적절하다면, 굴절, 반사, 카타디옵트릭(catadioptric), 자기, 전자기 및 정전기 광학 시스템, 또는 여하한의 그 조합을 포함하는 여하한 타입의 투영 시스템을 내포하는 것으로서 폭넓게 해석되어야 한다. 본 명세서의 "투영 렌즈"라는 용어의 어떠한 사용도 "투영 시스템"이라는 좀 더 일반적인 용어와 동의어로 간주될 수 있다.
- <31> 본 명세서에 도시된 바와 같이, 상기 장치는 (예를 들어, 투과 마스크를 채택하는) 투과형으로 구성된다. 대안적으로, 상기 장치는 (예를 들어, 앞서 언급된 바와 같은 타입의 프로그램가능한 거울 어레이를 채택하거나, 반사 마스크를 채택하는) 반사형으로 구성될 수 있다.
- <32> 리소그래피 장치는 2 개(듀얼 스테이지) 이상의 기관 테이블(및/또는 2 이상의 지지 구조체)을 갖는 형태로 구성될 수 있다. 이러한 "다수 스테이지" 기계에서는 추가 테이블 또는 지지 구조체가 병행하여 사용될 수 있으며, 또는 1 이상의 테이블 또는 지지 구조체가 노광에 사용되고 있는 동안 1 이상의 다른 테이블 또는 지지 구조체에서는 준비작업 단계가 수행될 수 있다.
- <33> 도 1을 참조하면, 일루미네이터(IL)는 방사선 소스(SO)로부터 방사선 빔을 수용한다. 예를 들어, 상기 소스가 엑시머 레이저(excimer laser)인 경우, 상기 소스 및 리소그래피 장치는 별도의 개체일 수 있다. 이러한 경우, 상기 소스는 리소그래피 장치의 일부분을 형성하는 것으로 간주되지 않으며, 상기 방사선 빔은 예를 들어 적절한 지향 거울 및/또는 빔 익스팬더(beam expander)를 포함하는 빔 전달 시스템(BD)의 도움으로, 소스(SO)로부터 일루미네이터(IL)로 통과된다. 다른 경우, 예를 들어 상기 소스가 수은 램프인 경우, 상기 소스는 리소그래피 장치의 통합부일 수 있다. 상기 소스(SO) 및 일루미네이터(IL)는, 필요에 따라 빔 전달 시스템(BD)과 함께 방사선 시스템이라고도 칭해질 수 있다.
- <34> 상기 일루미네이터(IL)는 방사선 빔의 각도 세기 분포를 조정하는 조정기(AD)를 포함할 수 있다. 일반적으로, 일루미네이터의 필드 평면 내의 세기 분포의 적어도 외반경 및/또는 내반경 크기(통상적으로, 각각 외측- σ 및 내측- σ 라 함)가 조정될 수 있다. 또한, 일루미네이터(IL)는 인티그레이터(IN) 및 콘텐서(CO)와 같이, 다양한 다른 구성요소들을 포함할 수도 있다. 일루미네이터는 방사선 빔의 단면에 원하는 균일성(uniformity) 및 세기

분포를 갖기 위해, 방사선 빔을 컨디셔닝하는데 사용될 수 있다.

- <35> 상기 방사선 빔(PB)은 지지 구조체(예를 들어, 마스크 테이블)(MT) 상에 유지되어 있는 패턴링 디바이스(MA) 상에 입사되며, 패턴링 디바이스에 의해 패턴링된다. 상기 패턴링 디바이스(MA)를 가로질렀으면, 상기 방사선 빔(PB)은 투영 시스템(PL)을 통과하여 기관(W)의 타겟부(C) 상에 상기 빔을 포커스한다. 아래에서 더 설명되는 침지 후드(IH)는 투영 시스템(PL)의 최종 요소와 기관(W) 사이의 공간에 침지 액체를 공급한다.
- <36> 제 2 위치설정기(PW) 및 위치 센서(IF)(예를 들어, 간섭계 디바이스, 리니어 인코더 또는 용량성 센서)의 도움으로, 기관 테이블(WT)은 예를 들어 방사선 빔(PB)의 경로 내에 상이한 타겟부(C)들을 위치시키도록 정확하게 이동될 수 있다. 이와 유사하게, 제 1 위치설정기(PM) 및 (도 1에 명확히 도시되지 않은) 또 다른 위치 센서는, 예를 들어 마스크 라이브러리(mask library)로부터의 기계적인 회수 후에, 또는 스캔하는 동안, 방사선 빔(PB)의 경로에 대해 패턴링 디바이스(MA)를 정확히 위치시키는데 사용될 수 있다. 일반적으로, 지지 구조체(MT)의 이동은 장-행정 모듈(long-stroke module: 개략 위치설정) 및 단-행정 모듈(short-stroke module: 미세 위치설정)의 도움으로 실현될 수 있으며, 이는 제 1 위치설정기(PM)의 일부분을 형성한다. 이와 유사하게, 기관 테이블(WT)의 이동은 장-행정 모듈 및 단-행정 모듈을 이용하여 실현될 수 있으며, 이는 제 2 위치설정기(PW)의 일부분을 형성한다.
- <37> (스캐너와는 대조적으로) 스테퍼의 경우, 지지 구조체(MT)는 단-행정 액추에이터에만 연결되거나 고정될 수 있다. 패턴링 디바이스(MA) 및 기관(W)은 패턴링 디바이스 정렬 마크들(M1 및 M2) 및 기관 정렬 마크들(P1 및 P2)을 이용하여 정렬될 수 있다.
- <38> 비록, 예시된 기관 정렬 마크들이 지정된(dedicated) 타겟부들을 차지하고 있지만, 그들은 타겟부들 사이의 공간들 내에 위치될 수도 있다(이들은 스크라이브-레인 정렬 마크(scribe-lane alignment mark)들로 알려져 있다). 이와 유사하게, 패턴링 디바이스(MA) 상에 1 이상의 다이가 제공되는 상황들에서, 패턴링 디바이스 정렬 마크들은 다이들 사이에 위치될 수 있다.
- <39> 도시된 장치는 다음 모드들 중 1 이상에서 사용될 수 있다:
- <40> 1. 스텝 모드에서, 지지 구조체(MT) 및 기관 테이블(WT)은 기본적으로 정지 상태로 유지되는 한편, 방사선 빔에 부여되는 전체 패턴은 한번에 타겟부(C) 상에 투영된다(즉, 단일 정적 노광(single static exposure)). 그 후, 기관 테이블(WT)은 상이한 타겟부(C)가 노광될 수 있도록 X 및/또는 Y 방향으로 시프트된다. 스텝 모드에서, 노광 필드의 최대 크기는 단일 정적 노광시에 이미징되는 타겟부(C)의 크기를 제한한다.
- <41> 2. 스캔 모드에서, 지지 구조체(MT) 및 기관 테이블(WT)은 방사선 빔에 부여된 패턴이 타겟부(C) 상에 투영되는 동안에 동기적으로 스캐닝된다(즉, 단일 동적 노광(single dynamic exposure)). 지지 구조체(MT)에 대한 기관 테이블(WT)의 속도 및 방향은 투영 시스템(PL)의 확대(축소) 및 이미지 반전 특성에 의하여 결정될 수 있다. 스캔 모드에서, 노광 필드의 최대 크기는 단일 동적 노광시 타겟부의 (스캐닝 되지 않는 방향으로의) 폭을 제한하는 반면, 스캐닝 동작의 길이는 타겟부의 (스캐닝 방향으로의) 높이를 결정한다.
- <42> 3. 또 다른 모드에서, 지지 구조체(MT)는 프로그램가능한 패턴링 디바이스를 유지하여 기본적으로 정지된 상태로 유지되며, 방사선 빔에 부여된 패턴이 타겟부(C) 상에 투영되는 동안 기관 테이블(WT)이 이동되거나 스캐닝된다. 이 모드에서는, 일반적으로 펄스화된 방사선 소스(pulsed radiation source)가 채택되며, 프로그램가능한 패턴링 디바이스는 기관 테이블(WT)이 각각 이동한 후, 또는 스캔 중에 계속되는 방사선 펄스 사이사이에 필요에 따라 업데이트된다. 이 작동 모드는 앞서 언급된 바와 같은 타입의 프로그램가능한 거울 어레이와 같은 프로그램가능한 패턴링 디바이스를 이용하는 마스크없는 리소그래피(maskless lithography)에 용이하게 적용될 수 있다.
- <43> 또한, 상술된 사용 모드들의 조합 및/또는 변형, 또는 완전히 다른 사용 모드들이 채택될 수도 있다.
- <44> 도 2 및 도 3은 리소그래피 투영 장치에서 사용하는 액체 공급 시스템을 도시한다. 도 2 및 도 3에 예시된 바와 같이, 투영 시스템(PL) 아래의 어두운 영역으로서 나타난 액체는 1 이상의 유입구(IN)에 의해 투영 시스템(PL)의 최종 요소에 대한 기관(W)의 이동 방향(화살표로 나타냄)을 따라 기관(W) 상으로 공급된다. 상기 액체는 투영 시스템(PL) 아래로 통과한 이후에 1 이상의 유출구(OUT)에 의해 제거된다. 즉, 기관(W)이 -X 방향으로 요소 밑에서 스캐닝됨에 따라, 액체는 요소의 +X 측(이 사시도에서 오른쪽)에서 공급되고 요소의 -X 측(이 사시도에서 왼쪽)에서 흡수(taken up)된다.
- <45> 도 2는 액체가 유입구(IN)를 통해 공급되고, 저압 소스에 연결될 수 있는 유출구(OUT)에 의해 요소의 다른 측에

서 흡수되는 장치를 개략적으로 나타낸다. 도 2의 예시에서, 액체는 투영 시스템(PL)의 최종 요소에 대해 기관(W)의 이동 방향(화살표로 나타냄)을 따라 공급되지만, 반드시 이와 같을 필요는 없다.

<46> 최종 요소 주변에는 다양한 방위 및 개수의 유입구 및 유출구가 위치될 수 있다. 예를 들어, 구성예가 도 3에 도시되어 있다. 이 예시에서는, 어느 한 쪽에 유출구가 있는 유입구의 4 개의 세트가 투영 시스템(PL)의 최종 요소 주변에 규칙적인 패턴으로 제공된다.

<47> 도 4는 리소그래피 장치에서 사용하는 또 다른 액체 공급 시스템을 도시한다. 이 예시에서는, 국부화된 액체 공급 시스템이 도시되어 있다. 액체는 투영 시스템(PL)의 양쪽에서 2 개의 홈형 유입구(groove inlet: IN)에 의해 공급되고, 유입구들(IN)의 방사상 바깥쪽으로(radially outwardly) 배치된 복수의 개별 유출구들(OUT)에 의해 제거된다. 유입구(IN) 및 유출구(OUT)는 그 중심에 홀(hole)을 갖고, 그것을 통해 투영 빔이 투영되는 플레이트(plate) 내에 배치될 수 있다. 투영 시스템(PL)의 한쪽에서 하나의 홈형 유입구(IN)에 의해 액체가 공급되고, 투영 시스템(PL)의 다른 쪽에서 복수의 개별 유출구(OUT)에 의해 제거되어, 투영 시스템(PL)과 기관(W) 사이에서 박막의 액체 흐름(flow of a thin film of liquid)을 야기한다. 사용할 유입구(IN) 및 유출구(OUT)의 어떠한 조합을 선택하는가는, 기관(W)의 이동 방향에 의존할 수 있다(유입구(IN) 및 유출구(OUT)의 다른 조합은 활동하지 않음).

<48> 도 5는 리소그래피 투영 장치에서 사용하는 또 다른 액체 공급 시스템을 도시한다. 이 예시에서, 국부화된 액체 공급 시스템 해결책을 갖는 리소그래피 디바이스는, 투영 시스템(PL)의 최종 요소와 기관 테이블(WT) 사이의 공간의 경계의 전체 또는 일부분을 따라 연장되는 액체 한정 구조체(liquid confinement structure: 12)를 액체 공급 시스템에 제공하는 것이다. 액체 한정 구조체(12)는 Z 방향(광학 축선의 방향)으로 약간의 상대 이동이 있을 수 있지만, XY 평면에서는 투영 시스템(PL)에 대해 실질적으로 정지 상태이다. 일 실시예에서, 액체 한정 구조체(12)와 기관(W)의 표면 사이에는 시일(seal: 16)이 형성된다.

<49> 일 예시에서, 저수부(reservoir: 10)는 기관(W) 표면과 투영 시스템(PL)의 최종 요소 사이의 공간을 채우기 위해 액체(11)가 한정되도록 투영 시스템(PL)의 이미지 필드 주위에 기관(W)에 대한 무접촉 시일(contactless seal)을 형성한다. 저수부(10)는 투영 시스템(PL)의 최종 요소 아래에, 그리고 그것을 둘러싸서 위치한 액체 한정 구조체(12)에 의해 형성된다. 액체(11)는 투영 시스템(PL) 밑의 공간 및 액체 한정 구조체(12) 내의 공간으로 유입된다. 액체 한정 구조체(12)는 투영 시스템(PL)의 최종 요소 위로 약간 연장될 수 있으며, 액체 레벨이 상기 최종 요소 위로 솟아올라 액체(11)의 버퍼(buffer)가 제공된다. 액체 한정 구조체(12)는 상단부(upper end)에서 내부 주변부(inner periphery)를 갖는다. 일 예시에서, 상기 상단부는 투영 시스템(PL) 또는 그 최종 요소의 형상에 꼭 일치하고(conform), 예를 들어 원형일 수 있다. 저부에서, 내부 주변부는 이미지 필드의 형상, 예를 들어 직사각형에 꼭 일치하지만, 반드시 그러한 경우인 것은 아니다.

<50> 일 예시에서, 액체 한정 구조체(12)의 저부와 기관(W)의 표면 사이의 가스 시일(16)에 의해 저수부(10) 내에 액체(11)가 한정된다. 가스 시일(16)은 가스에 의해 형성된다. 다양한 예시들에서, 상기 가스는 공기, 합성 공기(synthetic air), N₂ 또는 또 다른 비활성 기체(inert gas)일 수 있으며, 이는 압력을 받아 유입구(15)를 통해 액체 한정 구조체(12)와 기관(W) 사이의 갭에 제공되고, 유출구(14)를 통해 추출된다. 가스 유입구(15) 상의 과압력(overpressure), 유출구(14) 상의 진공 레벨 및 갭의 지오메트리(geometry)는, 안쪽에 액체를 한정시키는 고속 가스 흐름(high-velocity gas flow)이 존재하도록 구성된다. 이러한 시스템은 2005 년 10 월 4 일에 발행된 U.S. 특허 제 6,952,253호에 개시되어 있으며, 그 전문은 본 명세서에서 인용참조된다.

<51> 그 전문이 본 명세서에서 인용참조되는 유럽 특허 출원 제 03257072.3호에, 트윈(twin) 또는 듀얼 스테이지 침지 리소그래피 장치의 개념이 개시되어 있다. 이러한 장치에는 기관을 지지하는 2 개의 테이블이 제공된다. 침지 액체가 없는 제 1 위치에서의 테이블을 이용하여 레벨링 측정(leveling measurement)들이 수행되며, 침지 액체가 존재하는 제 2 위치에서의 테이블을 이용하여 노광이 수행된다. 대안적으로, 상기 장치는 하나의 테이블만을 갖는다.

<52> 경사진 구성들의 예시

<53> 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 리소그래피 시스템의 일부분(600)을 더 상세히 나타낸다. 부분 600은 투영 광학기(PL)의 최후 요소 또는 하부 부분(602), (전부 상호교환가능하게 사용되는) 후드 또는 샤워헤드(604), 기관 스테이지(WT)에 의해 지지된 기관(W), 선택적인 제어기(606) 및 선택적인 스토리지 디바이스(storage device: 608)를 포함한다. 도 6은 경사진 구성을 갖는 침지 리소그래피 시스템의 부분에 있어서 이 실시예의 단면도(상단) 및 평면도(하단)를 예시한다.

- <54> 샤워헤드(604)는 제 1 노즐(610) 및 제 2 노즐(612)을 포함한다. 아래 설명되는 바와 같이 경사진 구성이 사용되는 경우, 시간적으로 어느 순간에서의 노즐들(610 또는 612)의 작동 및/또는 위치설정은, 화살표 S에 의해 나타낸 스캔 방향(S)으로 노즐들 중 어느 것(610 또는 612)이 "앞장서고(leading)" 어느 것이 "뒤따라가는지(trailing)"에 기초할 수 있다. 나타낸 스캐닝 방향(S)을 갖는 나타낸 예시에서, "후면" 노즐(trailing nozzle)은 노즐 610이고 "전면" 노즐(leading nozzle)은 노즐 612이다. 투영 광학기(PL)의 최후 요소(602)는 기관(W)의 표면(614) 위에 위치된다. 투영 광학기(PL)의 최후 요소(602)는, 예를 들어 프리즘(prism), 또는 렌즈, 글래스 윈도우(glass window) 등일 수 있다. 이 예시에서, 노광 영역 내에 상이한 높이의 주입 노즐(610) 및 회수 노즐(612), 예를 들어 노즐 610 및 노즐 612 각각으로부터 기관(W)의 표면(614)까지의 거리들이 존재하며, 이는 도 7에서 더 상세히 예시된다. 상이한 높이들을 유도하는 높이 차이는 경사진 구성을 야기할 수 있다.
- <55> 일 예시에서, 샤워헤드(604)의 경사는 스캐닝 방향(S)으로의 수분 손실의 감소 및 스캐닝 방향이 역인 경우의 물의 증가된 재수집을 허용하기 위해, 샤워헤드(604)의 두 측면에 대해 샤워헤드(604)와 기관(W) 사이에 최적 갭을 허용할 수 있다. 예를 들어, 샤워헤드(604)와 기관(W) 사이의 갭은 약 100 마이크로일 수 있으며, 각각의 노즐이 반대 방향으로 50 마이크로씩 경사져 총 100 마이크로인 기울기가 존재할 수 있다. 기울기는 90 mm 이상일 수 있으며, 이는 약 1/1000 비율(진행에 대한 상승(rise over run))을 생성한다. 이 비율은 약 1 mrad 또는 0.06 °의 기울기를 허용하며, 이는 샤워헤드(640)의 두 측면에 대해 갭 크기를 최적화하기에 충분하다.
- <56> 또 다른 예시에서, 재순환 작동시 기관(W)이 나타낸 바와 같은 스캐닝 방향(S)으로 이동하는 경우, 액체 흐름은 제 1 노즐(610)(예를 들어, 주입 노즐)을 통해 노광 영역으로 들어가고, 제 2 노즐(612)(예를 들어, 회수 또는 흡입 노즐)을 통해 나가며, 이는 노즐 610보다 기관(W)의 표면에 가깝게 이격되어 있다. 일 예시에서, 투영 광학기(PL)의 최후 요소(602)와 기관(W)의 표면(614) 사이의 갭의 치수는 약 1 밀리미터이거나, 약 0.5 밀리미터 내지 약 2 밀리미터의 범위일 수 있다. 또한, 스캐닝 방향이 역인 경우에는, 노즐들(610 및 612)의 기능 및/또는 위치도 역일 수 있다.
- <57> 추가적으로 또는 대안적으로, 기울기를 생성하기 위해 노즐들 중 하나(610 또는 612)는 그 원래 위치에 남겨지고, 대응하여 다른 노즐(610 또는 612)을 들어올리거나 내릴 수 있다. 경사는 정적으로 또는 동적으로 수행될 수 있다. 정적으로 수행되는 경우, 제 1 또는 제 2 노즐들(610 및 612) 중 동일한 하나가 항상 기관(W)의 표면(614)에 더 가깝다. 동적으로 수행되는 경우, 제 1 또는 제 2 노즐들(610 또는 612) 중 어느 하나가 기관(W)의 표면(614)에 더 가까운가는 침지 리소그래피 시스템의 사전설정된 기준에 기초하여 변한다.
- <58> 예시적인 동적 작동에서, 각각의 노즐 또는 두 노즐들(610 및 612)을 들어올리고 내리는 것은 제어기(606)에 의해 발생된 제어 신호들을 통해 수행될 수 있다. 제어기(606)는 투영 광학기(PL) 및 기관 스테이지(WT)로부터 신호들을 수신할 수 있으며, 이 신호들은 스캐닝의 특성, 예를 들어 스캐닝 속도 또는 스캐닝 방향에 대응한다. 스캐닝의 특성에 기초하여, 제어기(606)는 샤워헤드(604)가 기관 스테이지(WT)에 대해 경사지도록 샤워헤드(604) 및 기관 스테이지(WT) 중 하나 또는 둘 모두를 제어하는 제어 신호들을 발생시킬 수 있다. 이는 침지 액체의 경사진 흐름을 허용할 수 있다.
- <59> 추가적으로 또는 대안적으로, 샤워헤드(604)와 기관(W) 사이의 경사각 및/또는 기울기 방향은 스캐닝의 검출된 특성에 관련될 수 있다. 예를 들어, 결정된 스캐닝 속력은 사전설정된 경사각과 상관관계(correlate)가 있을 수 있으며, 이는 선택적인 스토리지 디바이스(608)에 저장될 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 경사각은 캘리브레이션 작동(calibration operation)시 결정되거나 리소그래피 시스템(600)의 고유 특성에 기초하여 계산된 정보에 기초할 수 있으며, 이는 스토리지 디바이스(608) 내의 검색 테이블(look-up table)에 저장될 수 있다.
- <60> 도 7은 도 6에 나타낸 경사진 노즐 구성을 클로즈업한 도면을 예시한다. 일 예시에서, 샤워헤드(604)의 저면(720)은 α 각도로 경사질 수 있으며, 이는 갭 간격을 최적화하는 약 0.06 ° 및/또는 재순환 효율을 증가시키는 약 1 내지 2 ° 일 수 있다. 재순환 구성에서는, 이 실시예에서 제 2 노즐(612)인 추출 노즐이 투영 광학기(PL)의 최후 요소(602)의 저면(722) 아래에 t 간격으로 위치된다(도면의 왼쪽 참조).
- <61> 도 8은 도 7과 유사한 액체 침지 리소그래피 시스템(600)의 노광 영역의 또 다른 예시이다. 하지만, 도 8은 디바이스의 실제 작동시의 경우와 같이 노광 영역 내에 침지 액체(830)를 나타낸다. 또한, 도 8은 회수 압력(withdrawal pressure: p_w), 및 아래에서 더 설명되는 2 개의 메니스커스 구역들을 포함하는 2 개의 구역들(A 및 B)을 포함한 리소그래피 시스템의 파라미터들을 나타낸다.
- <62> 도 9는 도 8로부터의 메니스커스 구역 A를 예시하며, 이는 갭 높이를 칭하는 높이 "h" 및 외부(outward)로의 메니스커스의 형상을 포함한다. 메니스커스에 인접한 침지 액체(830) 내의 압력(pm)은 표면 장력의 영향으로 인해

감소될 수 있다. 이 위치에서의 정확한 압력은 메니스커스의 상세한 형상에 의존하고, 접촉각들에 관한 영향들을 포함할 것이다. 하지만, 이 압력 강하(pressure depression)의 크기 차수(order of magnitude) 추정은 다음에 의해 주어진다:

$$p_m = p_{amb} - p_w - \frac{4\sigma}{h}$$

<63>

<64> 이때, P_{amb} 는 주변 압력(ambient pressure)이고, P_w 는 회수 압력이며, σ 는 표면 장력이고, h 는 갭 높이이다(도 9 참조). 일반적으로, J.Fay의 Introduction to Fluid Mechanics(MIT Press, Cambridge, MA(1994))를 참조하며, 이는 본 명세서에서 그 전문이 인용참조된다.

<65> 도 10은 샤워헤드(604)와 기관(W) 사이에서 갭 높이 "H"를 갖는 도 8로부터의 구역 B를 예시한다.

<66> 메니스커스는 다음에 의해 주어질 액체 내의 압력을 갖는 내부(inward)로의 형상이라는 것을 유의한다:

$$p_M = p_{amb} - p_w - \frac{4\sigma}{H}$$

<67>

<68> $H > h$ 이기 때문에, $p_M > p_m$ 이고, 액체는 더 큰 갭을 갖는 측면으로부터 흐르기 시작할 것이다.

<69> 도 11은 도 6 내지 도 10에 예시된 실시예의 또 다른 예시이며, 이 경우에는 3 차원 등각투영도이다. 도 11에서는, 투영 시스템(PL)(단지 그 일부분만이 도시됨) 아래에 위치된 기관(W)이 도시된다. 샤워헤드(604)는 도면에서 투영 광학기(PL) 아래에 흐르는 액체(830)와 함께 볼 수 있다.

<70> 일반적으로 도 6을 다시 참조하면, 추가적으로 또는 대안적으로, 기관(W)을 기울임으로써 경사진 효과를 달성할 수 있다. 예를 들어, 이는 기관 스테이지(WT)를 제어하는 제어기(606)를 이용하여 수행될 수 있다. 통상적으로, 기관(W)은 훌륭한 이미지 질을 보장하기 위해 (나타낸 사시도에 대해) 실질적으로 수평으로 유지된다. 하지만, 기관(W)이 예를 들어 앞서 설명된 경사각들에 대해 사전설정된 양만큼 경사지도록, 기관 스테이지(WT) 또는 또 다른 동등한 디바이스를 이용하여 기관(W)을 기울일 수 있다. 앞서 설명된 바와 같이, 주입 노즐로부터 추출 노즐로의 방향으로 액체 흐름을 야기하기 위해, 및/또는 샤워헤드(604)와 기관(W) 사이에 최적 갭 높이를 허용하기 위해 경사가 이루어질 수 있다.

<71> 추가적으로 또는 대안적으로, 리소그래피 시스템의 경사가 이루어질 수 있다. 전체 리소그래피 시스템을 기울이는 것은 바람직하지 않거나 기계적으로 문제가 있을 수 있기 때문에, 이러한 접근법은 앞서 설명된 실시예들보다 구현하기에 더 복잡할 수 있다. 하지만, 이러한 전체 리소그래피 시스템의 경사는 추출을 위한 흡입 압력이 없는 경우에도 동일한 목적, 즉 액체 흐름 방향의 생성을 달성할 수 있다.

<72> 추가적으로 또는 대안적으로, 경사진 효과가 강제된 공기 또는 가스 흐름을 이용하여 시뮬레이트될 수 있다. 예를 들어, 주입 및 추출 노즐들(610 및/또는 612)이 서로 같은 레벨이고, 기관(W)도 실질적으로 수평으로 방위되지만, 제 1 노즐(610)로부터 제 2 노즐(612)로의 방향 또는 그 역방향으로의 공기 또는 가스 압력 구배가 유사한 효과, 즉 그렇지 않은 경우에 액체 흐름을 방해하는 표면 장력들을 극복하는 효과를 달성할 수도 있다.

<73> 추가적으로 또는 대안적으로, 기울기는 방사선 소스의 펄스들 사이에서의 노광 중에, 또는 리소그래피 사이클의 다른 간헐적(intermittent)인 부분들 동안 제어될 수 있다.

<74> 본 명세서에서는, IC 제조에 있어서 리소그래피 장치의 특정 사용예에 대하여 언급되지만, 본 명세서에 서술된 리소그래피 장치는 집적 광학 시스템, 자기 도메인 메모리용 안내 및 검출 패턴, 평판 디스플레이(flat-panel display), 액정 디스플레이(LCD), 박막 자기 헤드 등의 제조와 같이 다른 적용예들을 가질 수도 있음을 이해하여야 한다. 당업자라면, 이러한 대안적인 적용예와 관련하여, 본 명세서의 "웨이퍼" 또는 "다이"라는 용어의 어떠한 사용도 각각 "기관" 또는 "타겟부"라는 좀 더 일반적인 용어와 동의어로 간주될 수도 있음을 이해할 것이다. 본 명세서에서 언급되는 기관은 노광 전후에, 예를 들어 트랙(전형적으로, 기관에 레지스트 층을 도포하고 노광된 레지스트를 현상하는 톨), 메트롤로지 톨 및/또는 검사 톨에서 처리될 수 있다. 적용가능하다면, 이러한 기관 처리 톨과 다른 기관 처리 톨에 본 명세서의 기재 내용이 적용될 수 있다. 또한, 예를 들어 다층 IC를 생성하기 위하여 기관이 한번 이상 처리될 수 있으므로, 본 명세서에 사용되는 기관이라는 용어는 이미 여러번 처

리된 층들을 포함한 기판을 칭할 수도 있다.

- <75> 본 명세서에서 사용된 "방사선" 및 "빔"이라는 용어는 (예를 들어, 365, 248, 193, 157, 126 nm 또는 그 정도의 파장을 갖거나 다른 파장들을 갖는) 자외(UV)방사선을 포함한 모든 형태의 전자기 방사선을 포괄한다.
- <76> 본 명세서가 허용하는 "렌즈"라는 용어는, 굴절 및 반사 광학 구성요소들을 포함하는 다양한 형태의 광학 구성요소들 중 어느 하나 또는 그 조합으로 언급될 수 있다.
- <77> 이상, 본 발명의 특정 실시예가 설명되었지만 본 발명은 설명된 것과 다르게 실시될 수 있다는 것을 이해할 것이다. 예를 들어, 적용가능하다면 본 발명은 앞서 개시된 바와 같은 방법을 구현하는 기계-판독가능한 명령어의 1 이상의 시퀀스를 포함하는 컴퓨터 프로그램, 또는 이러한 컴퓨터 프로그램이 저장되어 있는 데이터 저장 매체 (예를 들어, 반도체 메모리, 자기 또는 광학 디스크)의 형태를 취할 수 있다.
- <78> 본 발명의 1 이상의 실시예들은 여하한의 침지 리소그래피 장치, 특히 침지 액체가 기판의 배스의 형태로 제공되든지 기판의 국부화된 표면적 상에만 제공되든지 앞서 언급된 형태들에 적용될 수 있으며, 그에 제한되지는 않는다. 본 명세서에서 의도된 액체 공급 시스템은 폭넓게 해석되어야 한다. 소정 실시예들에서, 그것은 기판 및/또는 기판 테이블과 투영 시스템 사이의 공간에 액체를 제공하는 메카니즘 또는 구조체들의 조합일 수 있다. 그것은 1 이상의 구조체, 1 이상의 액체 유입구, 1 이상의 가스 유입구, 1 이상의 가스 유출구, 및/또는 공간에 액체를 제공하는 1 이상의 액체 유출구의 조합을 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 공간의 표면은 기판 및/또는 기판 테이블의 일부분일 수 있으며, 또는 공간의 표면은 기판 및/또는 기판 테이블의 표면을 완전히 덮을 수 있고, 또는 상기 공간은 기판 및/또는 기판 테이블을 감쌀 수 있다. 액체 공급 시스템은 위치, 양(quantity), 질, 형상, 유속(flow rate) 또는 액체의 여하한의 다른 특징들을 제어하기 위해 1 이상의 요소들을 선택적으로 더 포함할 수 있다.
- <79> 상기 장치에서 사용되는 침지 액체는 원하는 특성들 및 사용되는 노광 방사선의 파장에 따라 상이한 성분들을 가질 수 있다. 193 nm의 노광 파장에 대해서는, 초순수(ultra pure water) 또는 수성 성분(water-based composition)들이 사용될 수 있으며, 이러한 이유로 침지 액체는 때때로 친수성(hydrophilic), 소수성(hydrophobic), 습도(humidity) 등과 같은 물 및 물-관련 용어들로 언급된다.
- <80> 본 명세서에서는, 특정 디바이스(예를 들어, 집적 회로 또는 평판 디스플레이)의 제조시 리소그래피 장치의 특정 사용예를 언급하였지만, 본 명세서에 설명된 리소그래피 장치는 다른 적용예들을 가질 수 있다는 것을 이해하여야 한다. 적용예들은 집적 회로, 집적 광학 시스템, 자기 도메인 메모리용 안내 및 검출 패턴, 평판 디스플레이, 액정 디스플레이(LCD), 박막 자기 헤드, 마이크로-전기기계 디바이스(MEMS) 등의 제조를 포함하며, 그에 제한되지는 않는다. 또한, 예를 들어 평판 디스플레이에서 본 장치는 다양한 층 예를 들어 박막 트랜지스터 층 및/또는 컬러 필터 층의 생성에 도움이 되도록 사용될 수 있다.
- <81> 이상, 본 발명의 특정 실시예들이 앞서 서술되었지만, 본 발명은 서술된 것과 다르게 실시될 수 있음을 이해할 것이다. 예를 들어, 본 발명은 앞서 개시된 바와 같은 방법을 구현하는 기계-판독가능한 명령어들의 1 이상의 시퀀스들을 포함하는 컴퓨터 프로그램, 또는 이러한 컴퓨터 프로그램이 저장되어 있는 데이터 저장 매체(예를 들어, 반도체 메모리, 자기 또는 광학 디스크)의 형태를 취할 수 있다.
- <82> 이상, 광학 리소그래피와 관련하여 본 발명의 실시예들의 특정 사용예를 언급하였지만, 본 발명은 다른 적용예들, 예를 들어 임프린트 리소그래피(imprint lithography)에 사용될 수 있으며, 본 명세서가 허용한다면 광학 리소그래피로 제한되지 않는다는 것을 이해할 것이다. 임프린트 리소그래피에서 패터닝 디바이스 내의 토포그래피(topography)는 기판 상에 생성된 패턴을 정의한다. 패터닝 디바이스의 토포그래피는 기판에 공급된 레지스트 층 안으로 가압(press)될 수 있으며, 레지스트는 전자기 방사선, 열(heat), 압력 또는 그 조합을 인가함으로써 경화(cure)된다. 상기 패터닝 디바이스는 레지스트가 경화된 이후에 그 안에 패턴을 남긴 레지스트로부터 이동된다.
- <83> 결론
- <84> 이상, 본 발명의 다양한 실시예들이 설명되었지만, 예시의 방식으로만 제시되었으며 제한하려는 것이 아님을 이해하여야 한다. 당업자라면, 본 발명의 범위와 기술사상을 벗어나지 않고 본 명세서의 형태 및 세부사항의 다양한 변화들이 행해질 수 있다는 것을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 범위와 폭은 상술된 예시적인 실시예들 중 어느 것에 의해서도 제한되지 않아야 하며, 다음의 청구항 및 그 균등물에 따라서만 정의되어야 한다.
- <85> 본 명세서의 요약 및 초록 부분(Summary and Abstract sections)이 아닌, 발명의 상세한 설명 부분(Detailed

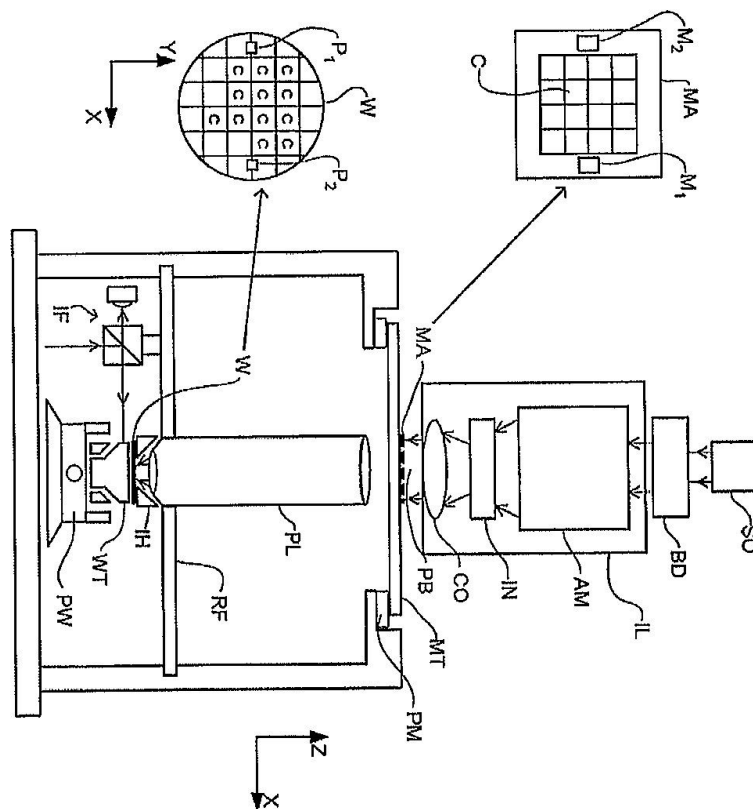
Description section)이 청구항을 해석하는데 사용되도록 의도된다는 것을 이해하여야 한다. 요약 및 초록 부분은 1 이상을 설명할 수 있지만, 발명자(들)에 의해 의도(contemplate)된 본 발명의 모든 예시적인 실시예를 설명하지는 않으므로, 어떠한 방식으로든 본 발명 및 첨부된 청구항을 제한하지는 않는다.

도면의 간단한 설명

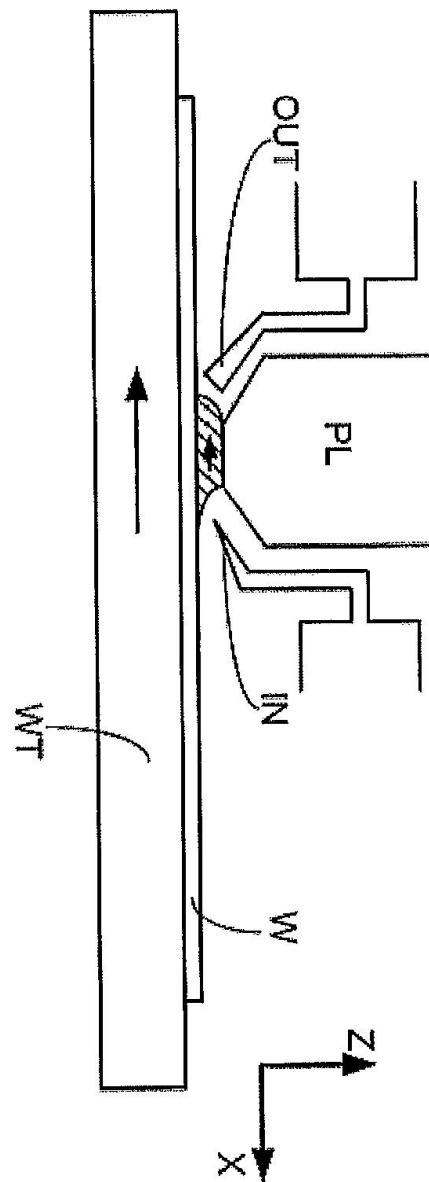
- <86> 본 명세서에 통합되며 명세서의 일부분을 형성하는 첨부된 도면들은, 본 발명의 1 이상의 실시예를 예시하며, 또한 설명과 함께 본 발명의 원리들을 설명하고 당업자가 본 발명을 수행하고 사용할 수 있게 하는 역할을 한다;
- <87> 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 리소그래피 장치를 도시하는 도면;
- <88> 도 2 및 도 3은 리소그래피 투영 장치에서 사용하는 액체 공급 시스템을 도시하는 도면;
- <89> 도 4는 리소그래피 투영 장치에서 사용하는 또 다른 액체 공급 시스템을 도시하는 도면;
- <90> 도 5는 리소그래피 투영 장치에서 사용하는 또 다른 액체 공급 시스템을 도시하는 도면;
- <91> 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 경사진 샤워헤드를 예시하는 도면;
- <92> 도 7은 도 6의 경사진 샤워헤드 구성을 클로즈업한 도면(close-up view);
- <93> 도 8은 노광 영역 내에 액체를 갖는 액체 침지 리소그래피 시스템의 노광 영역의 또 다른 예시;
- <94> 도 9는 도 8의 메니스커스 구역 A를 예시하는 도면;
- <95> 도 10은 도 8의 메니스커스 구역 B를 예시하는 도면; 및
- <96> 도 11은 도 6 내지 도 10에 예시된 실시예의 3 차원 등각투영도(isometric view)이다.

도면

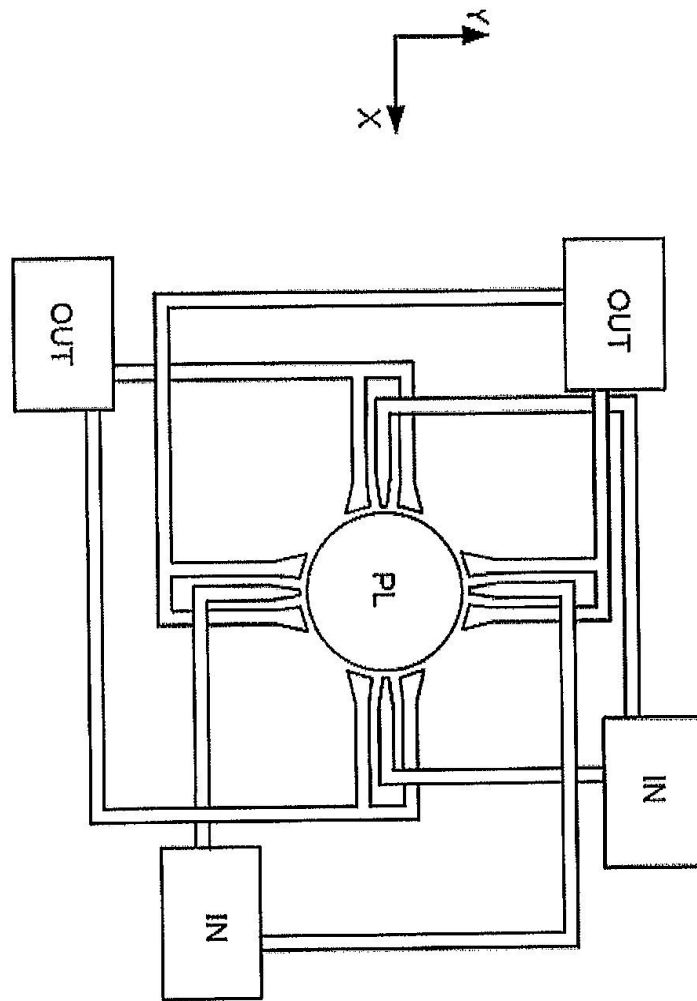
도면1



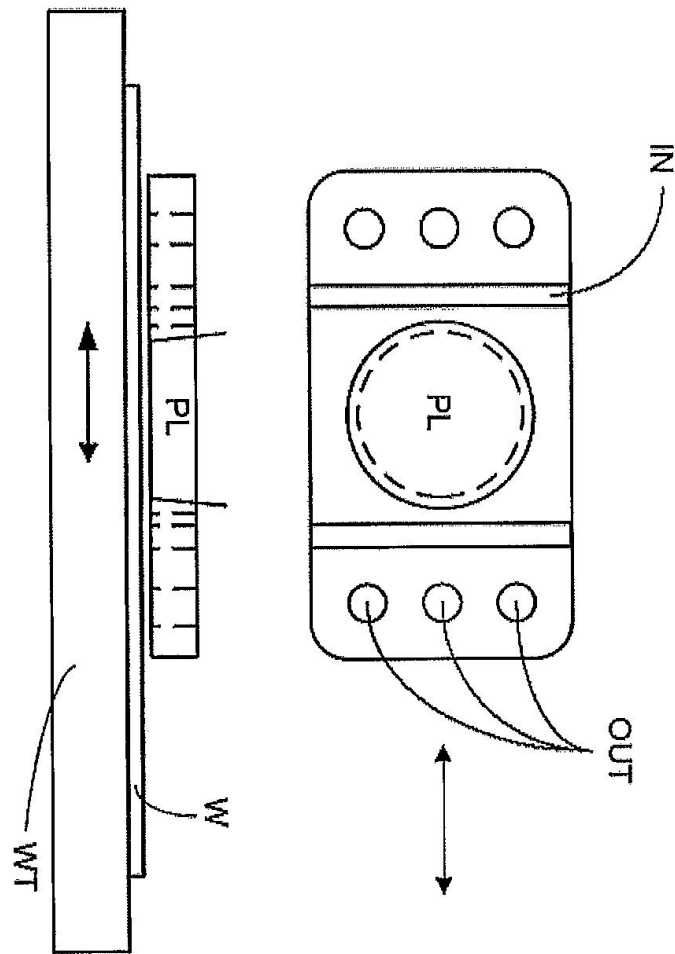
도면2



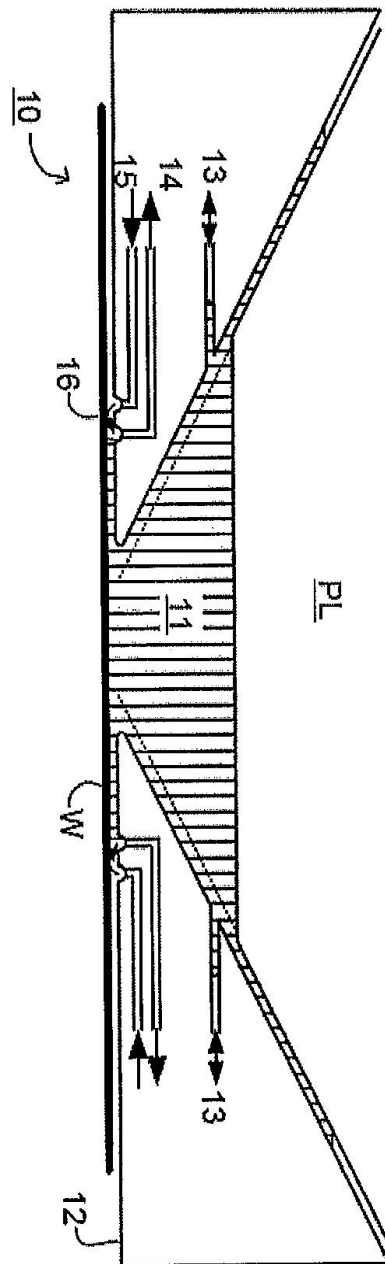
도면3



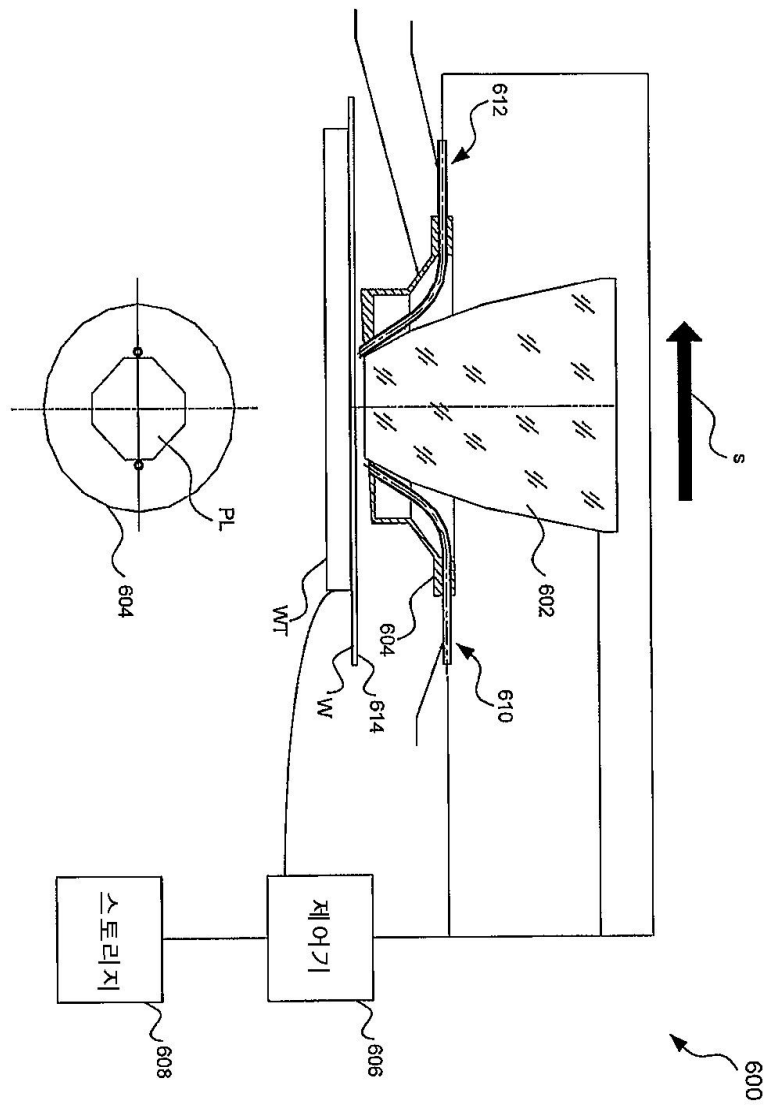
도면4



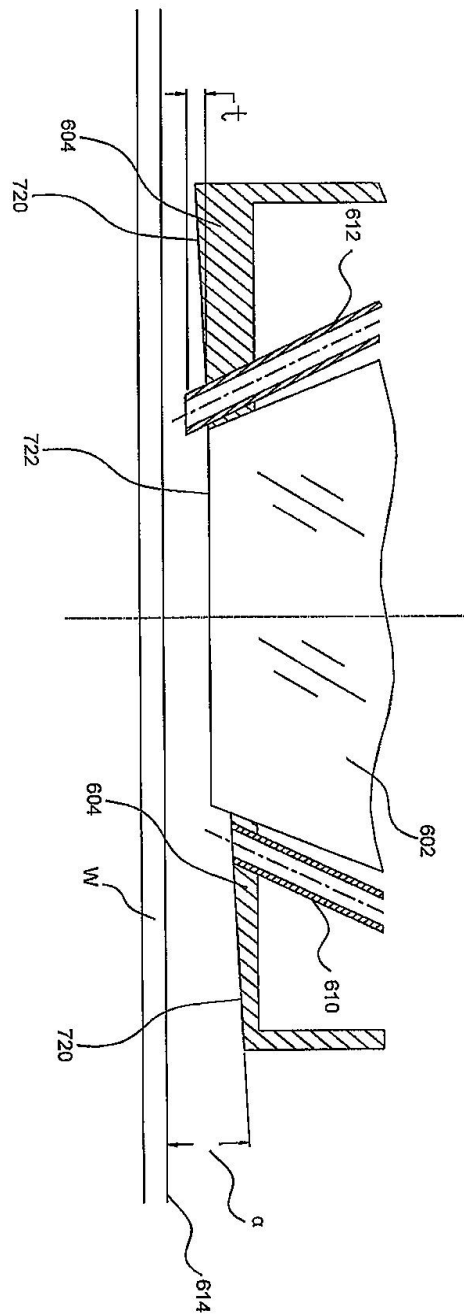
도면5



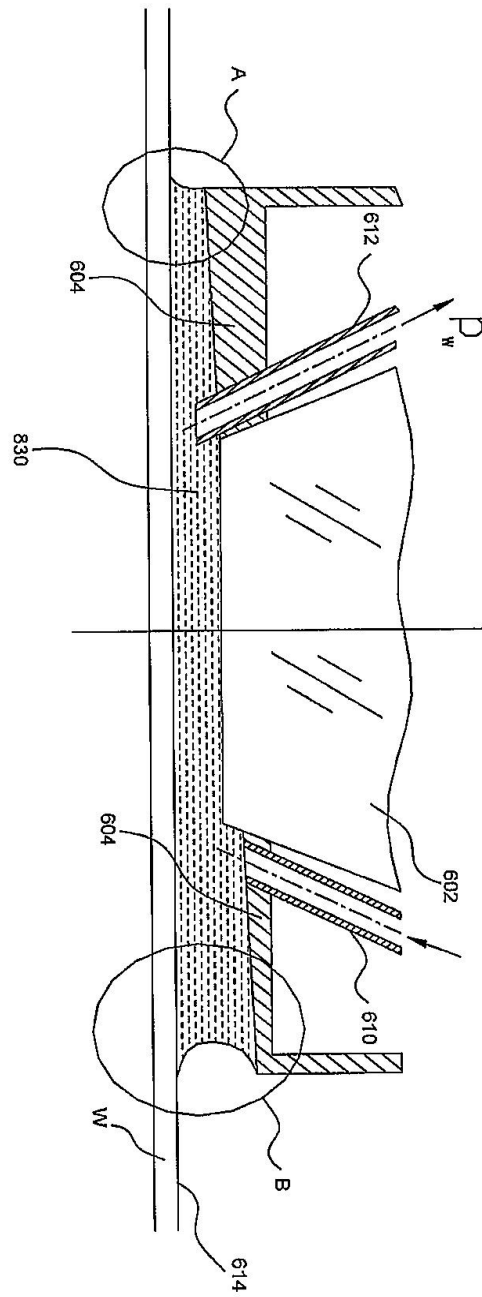
도면6



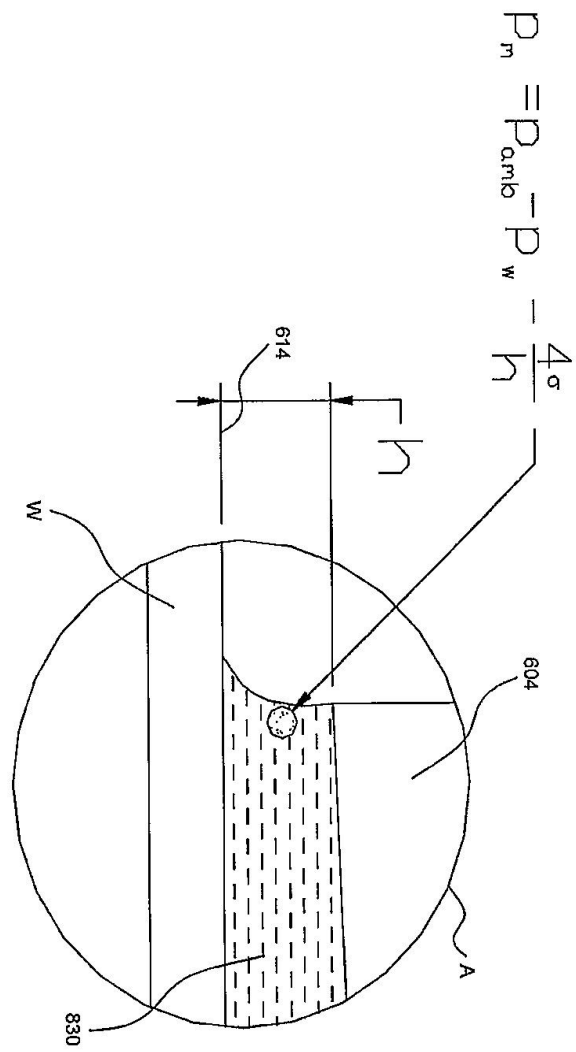
도면7



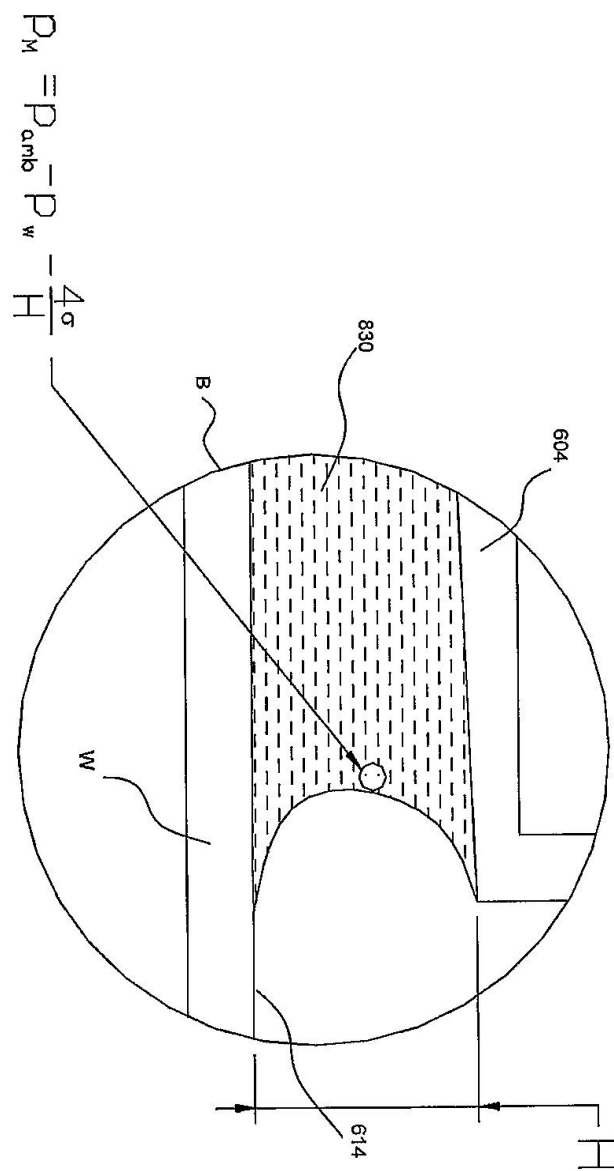
도면8



도면9



도면10



도면11

