



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년02월01일

(11) 등록번호 10-1590686

(24) 등록일자 2016년01월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

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

(21) 출원번호 10-2013-7016869(분할)

(22) 출원일자(국제) 2004년07월16일

심사청구일자 2013년07월22일

(85) 번역문제출일자 2013년06월27일

(65) 공개번호 10-2013-0090918

(43) 공개일자 2013년08월14일

(62) 원출원 특허 10-2011-7024246

원출원일자(국제) 2004년07월16일

심사청구일자 2011년11월11일

(86) 국제출원번호 PCT/US2004/022915

(87) 국제공개번호 WO 2005/024517

국제공개일자 2005년03월17일

(30) 우선권주장

60/500,312 2003년09월03일 미국(US)

60/541,329 2004년02월02일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

WO1999049504 A1

(73) 특허권자

가부시카기이사 니콘

일본국 도쿄도 미나토쿠 고난 2초메 15반 3고

(72) 발명자

폰 알렉스 카 팀

미국 94583 캘리포니아주 산 라몬 엘리샤 레인 158

코 레너드 와이 평

미국 94115 캘리포니아주 샌프란시스코 필모어 스트리트 아파트먼트 에이 1425

(74) 대리인

특허법인코리어나

전체 청구항 수 : 총 26 항

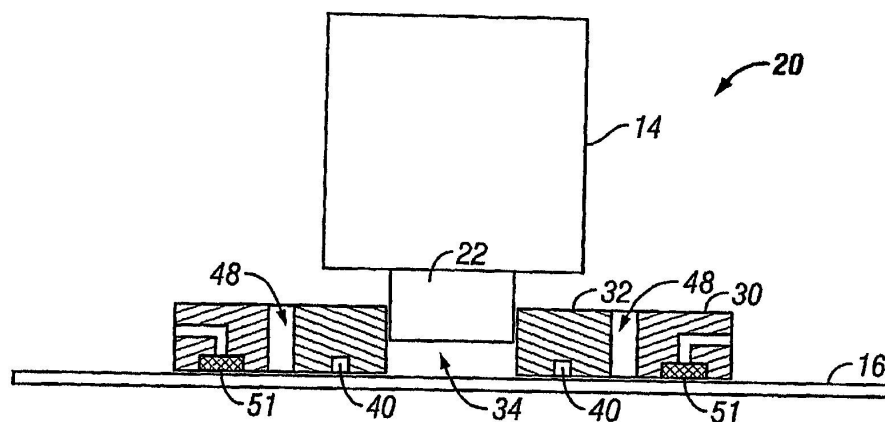
심사관 : 박성호

(54) 발명의 명칭 액침 리소그래피용 유체를 공급하기 위한 장치 및 방법

### (57) 요약

본 발명의 실시형태는 액침 리소그래피에 대한 안정적인 조건을 제공하기 위해 유체 플로우와 압력을 제어하는 시스템과 방법에 관한 것이다. 유체는 액침 리소그래피 프로세스 동안에 렌즈 (22) 와 기판 (16) 사이의 공간 (34) 에 제공된다. 유체는 공간과 유체적으로 연결된 다공성 부재 (51) 를 통하여 공간으로 공급되고, 공간으로부터 회수된다. 다공성 부재 내의 압력을 다공성 부재의 버블 포인트 이하로 유지함으로써 유체 회수 동안 유체와 공기를 혼합하여 생성된 잡음을 제거할 수 있다. 일 실시형태에서, 그 방법은 공간으로부터 유체를 다공성 부재를 통하여 회수 플로우를 경유하여 인출하는 단계, 및 공간으로부터 유체를 인출하는 동안, 다공성 부재 내의 유체 압력을 다공성 부재의 버블 포인트 이하로 유지시키는 단계를 포함한다.

대표도 - 도3



## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

광학 투영 시스템의 최종 광학 엘리먼트와 워크피스 사이의 액침 액체를 통해 워크피스 상으로 이미지를 투영하는 리소그래피 장치에 사용되고, 상기 최종 광학 엘리먼트로부터 이간되어 배치된 노즐로서,

상기 최종 광학 엘리먼트의 일측에 배치되고, 액침 액체를 공급하는 제 1 개구와,

상기 최종 광학 엘리먼트의 타측에 배치되고, 액침 액체를 회수하는 제 2 개구와,

상기 최종 광학 엘리먼트의 하측의 공간의 주위에 배치된 하면과,

상기 하면의 주위에 배치되고, 액침 액체를 회수하는 회수부를 포함하고,

상기 제 1 개구와 상기 제 2 개구는, 상기 하면보다 높은 위치에 배치되고,

상기 하면의 주위에서, 상기 워크피스 상의 액침 액체를 상기 회수부로부터 회수하는 노즐.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 개구의 공급과 상기 제 2 개구의 회수에 의해, 상기 최종 광학 엘리먼트를 가로질러 액침 액체가 흐르는 노즐.

#### 청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 하면은, 상기 워크피스에 대해 평행이 되도록 배치되는 노즐.

#### 청구항 4

제 2 항에 있어서,

상기 하면은, 상기 워크피스에 대해 평행이 되도록 배치되는 노즐.

#### 청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 노즐은, 상기 하면과 상기 하면의 주위에 배치된 상기 회수부 사이에 형성된 그루브를 갖는 노즐.

#### 청구항 6

제 2 항에 있어서,

상기 노즐은, 상기 하면과 상기 하면의 주위에 배치된 상기 회수부 사이에 형성된 그루브를 갖는 노즐.

#### 청구항 7

제 5 항에 있어서,

상기 그루브는, 대기 그루브를 포함하는 노즐.

#### 청구항 8

제 6 항에 있어서,

상기 그루브는, 대기 그루브를 포함하는 노즐.

**청구항 9**

제 1 항에 있어서,

상기 노즐은, 상기 최종 광학 엘리먼트와 상기 워크피스의 거리가, 상기 하면과 상기 워크피스의 거리보다 크게 되도록 배치되는 노즐.

**청구항 10**

제 2 항에 있어서,

상기 노즐은, 상기 최종 광학 엘리먼트와 상기 워크피스의 거리가, 상기 하면과 상기 워크피스의 거리보다 크게 되도록 배치되는 노즐.

**청구항 11**

제 1 항에 있어서,

상기 하면과 상기 워크피스의 거리는, 0.5 ~ 2.0 mm 인 노즐.

**청구항 12**

제 2 항에 있어서,

상기 하면과 상기 워크피스의 거리는, 0.5 ~ 2.0 mm 인 노즐.

**청구항 13**

제 1 항 내지 제 12 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 액침 액체는, 물을 포함하는 노즐.

**청구항 14**

제 1 항 내지 제 12 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 워크피스는, 웨이퍼를 포함하는 노즐.

**청구항 15**

광학 투영 시스템과,

제 1 항 내지 제 12 항 중 어느 한 항에 기재된 노즐을 구비하고,

상기 노즐의 상기 제 1 개구를 통해 공급된 액침 액체를 통해 웨이퍼를 노광하는 리소그래피 장치.

**청구항 16**

제 15 항에 있어서,

상기 광학 투영 시스템의 최종 광학 엘리먼트와 상기 웨이퍼의 거리는, 1.0 ~ 5.0 mm 인 리소그래피 장치.

**청구항 17**

제 15 항에 있어서,

상기 노즐의 상기 회수부에 접속되고, 상기 회수부로부터 액침 액체를 회수하기 위한 압력을 제어하는 압력 제어 시스템을 추가로 구비하고,

상기 압력 제어 시스템은, 상기 회수부에 회수 유로를 통해 접속된 회수 탱크와, 상기 회수 탱크에 접속되고, 상기 회수 탱크 내의 압력을 제어하는 진공 레귤레이터를 갖는 리소그래피 장치.

**청구항 18**

제 16 항에 있어서,

상기 노즐의 상기 회수부에 접속되고, 상기 회수부로부터 액침 액체를 회수하기 위한 압력을 제어하는 압력 제어 시스템을 추가로 구비하고,

상기 압력 제어 시스템은, 상기 회수부에 회수 유로를 통해 접속된 회수 탱크와, 상기 회수 탱크에 접속되고, 상기 회수 탱크 내의 압력을 제어하는 진공 레귤레이터를 갖는 리소그래피 장치.

#### 청구항 19

삭제

#### 청구항 20

삭제

#### 청구항 21

광학 투영 시스템의 최종 광학 엘리먼트의 주위에, 상기 최종 광학 엘리먼트로부터 이간되어 배치된 노즐의, 상기 최종 광학 엘리먼트의 일측에 배치된 제 1 개구로부터, 액침 액체를 공급하는 것과,

상기 노즐의, 상기 최종 광학 엘리먼트의 타측에 배치된 제 2 개구로부터, 액침 액체를 회수하는 것과,

상기 최종 광학 엘리먼트의 하측의 공간 내의, 상기 최종 광학 엘리먼트와 워크피스 사이의 액침 액체를 통해 상기 워크피스 상에 이미지를 투영하는 것과,

상기 노즐과 상기 워크피스 사이의 액침 액체를, 상기 공간의 주위에 배치된 회수부로부터 회수하는 것을 포함하고,

상기 노즐은, 상기 공간의 주위에 하면을 갖고,

상기 회수부는, 상기 하면의 주위에 형성되고,

상기 제 1 개구 및 상기 제 2 개구는, 상기 하면보다 높은 위치에 형성되어 있는 리소그래피 방법.

#### 청구항 22

제 21 항에 있어서,

상기 제 1 개구의 공급과 상기 제 2 개구의 회수에 의해, 상기 최종 광학 엘리먼트를 가로질러 액침 액체가 흐르는 리소그래피 방법.

#### 청구항 23

제 21 항에 있어서,

상기 워크피스는, 상기 하면과 평행이 되도록 배치되는 리소그래피 방법.

#### 청구항 24

제 21 항에 있어서,

상기 워크피스는, 상기 최종 광학 엘리먼트와 상기 워크피스의 거리가, 상기 하면과 상기 워크피스의 거리보다 크게 되도록 배치되는 리소그래피 방법.

#### 청구항 25

제 21 항에 있어서,

상기 하면과 상기 워크피스의 거리는, 0.5 ~ 2.0 mm 인 리소그래피 방법.

#### 청구항 26

제 21 항 내지 제 25 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 워크피스는, 웨이퍼를 포함하는 리소그래피 방법.

#### 청구항 27

제 26 항에 있어서,

상기 노즐의 상기 제 1 개구를 통해 공급된 액침 액체를 통해 웨이퍼가 노광되는 리소그래피 방법.

#### 청구항 28

제 27 항에 있어서,

상기 회수부로부터 액침 액체를 회수하기 위한 압력을 제어하는 압력 제어 시스템은, 상기 회수부에 회수 유로를 통해 접속된 회수 탱크와, 상기 회수 탱크에 접속되고, 상기 회수 탱크 내의 압력을 제어하는 진공 레귤레이터를 갖는 리소그래피 방법.

#### 청구항 29

삭제

#### 청구항 30

삭제

#### 청구항 31

삭제

#### 청구항 32

삭제

#### 청구항 33

삭제

#### 청구항 34

삭제

#### 청구항 35

삭제

#### 청구항 36

삭제

### 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 출원은 전체 기재 내용이 본 명세서에서 참조로써 포함되는, 2003년 9월 3일 출원된 미국 가특허출원 제 60/500,312호와 2004년 2월 2일 출원된 미국 가특허 출원 제 60/541,329호에 기초하며 그 이익을 주장한다.

[0002] 본 발명은 일반적으로 액침 리소그래피용 유체를 제공하기 위한 시스템 및 방법에 관한 것이고, 더 상세하게는 액침 리소그래피에 대한 안정적인 조건을 제공하도록 유체 플로우 (flow) 와 압력을 제어하기 위한 시스템 및 방법에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0003] 노광 장치는 반도체 처리 동안에 레티클로부터 이미지를 반도체 웨이퍼 상으로 전사하는데 일반적으로 사용되는 정밀 어셈블리의 일 유형이다. 통상적인 노광 장치는 조명원, 레티클을 유지하는 레티클 스테이지 어셈블리, 광학 어셈블리, 반도체 웨이퍼를 유지하는 웨이퍼 스테이지 어셈블리, 측정 시스템, 및 제어 시스템을 포

함한다. 레지스트 코팅 웨이퍼는 패턴닝된 마스크에서 발산하는 방사선 (radiation) 의 경로 내에 위치되고 방사선에 의해 노광된다. 레지스트가 현상되는 경우, 마스크 패턴은 웨이퍼 상으로 전사된다. 현미경 검사에서, 극자외 (EUV; Extreme Ultra Violet) 방사선이 얇은 표본 (specimen) 을 통과하여 레지스트 피복판으로 전달된다. 레지스트가 현상되는 경우, 표본 구조에 관련된 토포그래피 (topograph) 형상이 남겨진다.

[0004]

액침 리소그래피는 개구수 (NA; numerical aperture) 를 종래의 "건식" 시스템에 대한 이론적인 최대값인, 1 보다 더 크게 하여 노광함으로써 투영 리소그래피의 분해능 (resolution) 을 개선시키는 기술이다. 최종 광학 엘리먼트와 레지스트-코팅 타겟 (즉, 웨이퍼) 사이의 공간을 채움으로써, 액침 리소그래피는 그렇지 않으면 광학-에어 인터페이스에서, 내부 전반사될 광을 사용하여 노광을 가능하게 한다. 액침 액체의 (또는, 레지스트 또는 렌즈 재료의, 어느 것이든 가장 작은) 인덱스만큼 높은 개구수가 가능하다. 또한, 액체 액침은 웨이퍼의 초점심도, 즉 웨이퍼의 수직 위치에서의 허용 오차를, 동일한 개구수를 가지는 건식 시스템과 비교하여 액침 액체의 인덱스만큼 증가시킨다. 따라서, 액침 리소그래피는 248 내지 193 nm 의 시프트와 동일한 분해능 향상 (resolution enhancement) 을 제공할 잠재성을 갖는다. 그러나, 노광 파장의 시프트와는 달리, 액침의 채택은 새로운 광원, 광학 재료, 또는 코팅의 개발 (development) 을 요구하지 않으며, 동일 파장에서 종래의 리소그래피와 동일 또는 유사한 레지스트의 사용을 허용해야 할 것이다. 최종 광학 엘리먼트와, 그 광학 엘리먼트의 하우징, 및 웨이퍼 (및 어쩌면 스테이지도 역시) 만이 액침 유체와 접촉되는 액침 시스템에서, 오염 제어와 같은 분야에서 종래의 톨 용으로 개발된 기법과 설계의 대부분이 액침 리소그래피에도 직접 적용된다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0005]

액침 리소그래피의 과제 중 하나는 액침 리소그래피에 대해 안정적인 상태를 제공하도록, 최종 광학 엘리먼트와 웨이퍼 사이에, 물과 같은 유체의 전달과 회수를 위한 시스템을 설계하는 것이다.

### 과제의 해결 수단

[0006]

본 발명의 실시형태는 액침 리소그래피에 대한 안정적인 조건을 제공하도록 유체 플로우 및 압력을 제어하는 시스템과 방법에 관한 것이다. 유체는 액침 리소그래피 프로세스 동안 렌즈와 기관 사이의 공간에 제공된다. 공간과 유체적으로 소통되는 다공성 부재를 통하여 유체가 공간으로 제공되고, 공간으로부터 회수된다. 다공성 부재 내의 압력을 다공성 부재의 버블 포인트 이하로 유지시키는 것은 유체 회수 동안 유체와 공기의 혼합에 의해 생성된 노이즈를 제거할 수 있다. 버블 포인트는 다공성 부재 내의 홀 (가장 큰 홀) 의 크기와 다공성 부재와 유체가 형성하는 접촉 각(다공성 재료의 특성과 유체의 특성에 기초한 파라미터로서) 에 의존하는 다공성 부재의 특징이다. 버블 포인트가 통상적으로 매우 낮은 압력에 있기 때문에, 낮은 압력의 제어는 중요한 문제가 된다.

[0007]

본 발명의 양태는 액침 리소그래피 시스템에서 렌즈와 기관 사이의 공간으로부터 유체를 회수하는 방법에 관한 것이다. 그 방법은 공간으로부터 유체를 다공성 부재를 통하여 회수 플로우 라인을 경유하여 인출 (draw) 하는 단계와, 공간으로부터 유체를 인출하는 동안, 다공성 부재 내의 유체의 압력을 다공성 부재의 버블 포인트 이하로 유지시키는 단계를 포함한다.

[0008]

다른 실시형태에서, 압력을 유지시키는 단계는 소정의 압력으로 유지된 오버플로우 용기를 제공하는 단계, 및 다공성 부재를 통하여 회수 플로우 라인을 경유하여 공간으로부터 인출된 유체를 오버플로우 용기로 전달하는 단계를 포함한다. 압력을 유지시키는 단계는 오버플로우 용기로부터 수집 탱크로 유체를 흡입하는 단계를 더 포함한다. 유체는 오버플로우 용기 하부에 배치된 수집 탱크로 중력에 의해 하부쪽으로 흡입된다. 다른 실시형태에서, 압력을 유지시키는 단계는 유체 레벨 버퍼를 제공하는 단계, 공간으로부터 유체를 다공성 부재를 통하여 버퍼 플로우 라인을 경유하여 유체 레벨 버퍼로 인출하는 단계, 및 유체 레벨 버퍼에서 압력 또는 유체 레벨을 감지하는 단계, 유체 레벨 버퍼에서의 감지된 압력 또는 유체 레벨에 기초하여, 공간으로부터 다공성 부재를 통하여 회수 플로우 라인을 경유하여 인출한 유체 플로우를 제어하는 단계를 포함한다. 유체 플로우를 제어하는 단계는 다공성 부재의 하류의 회수 플로우 라인에 배치된 가변 밸브를 제어하는 단계를 포함한다. 또 다른 실시형태에서, 압력을 유지시키는 단계는 유체 레벨 버퍼를 제공하는 단계, 공간으로부터 유체를 다공성 부재를 통하여 버퍼 플로우 라인을 경유하여 유체 레벨 버퍼로 인출하는 단계, 유체 레벨 버퍼에서 압력 또는 유체 레벨을 감지하는 단계, 및 유체 레벨 버퍼에서 감지된 압력 또는 유체 레벨에 기초하여, 다공성

부재를 통하여 회수 플로우 라인의 출구에서의 진공 압력을 제어하는 단계를 포함한다. 진공 압력을 제어하는 단계는 회수 플로우 라인의 출구에서 수집 탱크에서의 진공 레귤레이터를 제어하는 단계를 포함한다.

[0009]

본 발명의 다른 양태에 따르면, 액침 리소그래피 시스템에서 렌즈와 기판 사이의 공간으로부터 유체를 회수하기 위한 장치는, 렌즈의 일부를 수용하고 공간만큼 분리된 기판으로부터 렌즈를 이격되게 위치시켜 렌즈와 기판 사이의 공간 내에 유체를 수용하는 렌즈 개구부를 포함하는 내부 파트를 구비한다. 외부 파트는 내부 파트 주위에 배치되며, 공간 및 유체 회수 출구와 유체적으로 연결되는 다공성 부재를 포함하여, 공간으로부터 유체를 다공성 부재를 경유하여 유체 회수 출구로 인출한다. 압력 제어 시스템은 공간으로부터 유체를 다공성 부재를 경유하여 인출하는 동안 다공성 부재의 표면에서의 압력을 다공성 부재의 버블 포인트 이하로 유지하기 위해 다공성 부재와 유체적으로 연결된다.

[0010]

다른 실시형태에서, 압력 제어 시스템은 다공성 부재와 유체적으로 연결된 오버플로우 용기, 및 오버플로우 용기에서의 압력을 조절하도록 구성된 진공 레귤레이터를 구비한다. 수집 탱크는 오버플로우 용기와 유체적으로 연결되고 그 하부에 배치된다. 다른 실시형태에서, 압력 제어 시스템은 다공성 부재와 유체적으로 연결된 유체 레벨 버퍼, 유체 레벨 버퍼에서 압력 또는 유체 레벨을 감지하도록 구성된 센서, 공간으로부터 유체를 다공성 부재를 경유하여 인출하는 동안, 다공성 부재의 표면에서의 압력을 다공성 부재의 버블 포인트 이하로 유지하도록 센서의 센서 신호에 기초하여, 유체 회수 출구를 통하여 공간으로부터 인출된 유체의 유량 (flow rate) 을 조절하도록 구성된 제어기를 구비한다. 압력 제어 시스템은 유체 회수 출구 하류에 배치된 밸브를 구비하고, 제어기는 유체 회수 출구를 통하여 공간으로부터 인출한 유체의 유량을 조정하기 위해 밸브를 제어하도록 구성된다. 또 다른 실시형태에서, 압력 제어 시스템은, 유체 회수 출구에 유체적으로 연결된 수집 탱크, 및 수집 탱크 내의 압력을 조절하도록 구성된 제어 가능한 진공 레귤레이터를 구비한다. 제어기는 수집 탱크 내의 압력을 제어하여 공간으로부터 유체 회수 출구를 통하여 수집 탱크로 인출한 유체의 유량을 조정하기 위해 제어 가능한 진공 레귤레이터를 제어하도록 구성된다.

[0011]

특정 실시형태에서, 내부 파트는 개재하는 간격만큼 외부 파트와 이격된다. 내부 파트는 렌즈와 기판 사이 간격의 일부를 형성하는 내부 캐비티 (cavity) 를 포함하고, 내부 파트는 내부 캐비티 상부에 배치되어 내부 캐비티로 유체를 유입하는 것 및 내부 캐비티로부터 유체를 인출하는 것 중 하나 이상을 수행하기 위한 구멍 (aperture) 을 포함한다. 내부 파트는 렌즈 개구부의 양측에 배치되어 내부 캐비티로 유체를 유입하기 위한 구멍을 포함한다. 내부 파트는 액침 리소그래피 시스템의 주사 방향으로 렌즈 개구부의 양측에 배치된 한 쌍의 버퍼 슬롯을 포함한다. 내부 파트는 퍼지 홀들을 포함하고, 한 쌍의 버퍼 슬롯의 각각은 퍼지 홀들 중 하나 이상과 유체적으로 연결된다. 다공성 부재는 메시 (mesh), 다공성 재료, 및 내부에 에칭된 홀들을 갖는 부재로 구성된 그룹에서 선택된다.

[0012]

본 발명의 또 다른 양태에 따르면, 장치는 최종 광학 부재를 구비하고, 워크피스 상으로 이미지를 투영하도록 구성된 광학 투영 시스템; 및 이미지가 워크피스 상으로 투영되는 경우, 광학 투영 시스템에 인접한 워크피스를 지지하도록 구성된 스테이지를 구비한다. 겹은 최종 광학 엘리먼트와 워크피스 사이에서, 액침 유체로 채워지도록 구성된다. 다공성 재료는 겹에 인접하여 위치되고, 겹에서 배출되는 유체를 회수하도록 구성된다. 제어 시스템은 다공성 재료에 대한 압력을 유지하도록 구성된다. 압력은 다공성 재료의 버블 포인트 이하에 있다.

### 발명의 효과

[0013]

본 발명에 따르면, 액침 리소그래피에 대한 안정적인 조건을 제공하도록, 유체 플로우 및 압력을 제어할 수 있는 효과가 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0014]

도 1 은 본 발명의 실시형태에 따른 액침 리소그래피 시스템을 개략적으로 나타내는 간이 정면도이다.

도 2 는 본 발명의 일 실시형태에 따른 액침 리소그래피의 유체 전달 및 회수용 노즐의 사시도이다.

도 3 은 도 2 의 노즐의 간이 단면도이다.

도 4 는 도 2 의 노즐의 내부 파트의 단면도이다.

도 5 는 다른 실시형태에 따른 노즐의 간이 단면도이다.

도 6 은 본 발명의 일 실시형태에 따른 액침 리소그래피 시스템에서 유체 회수용 압력 제어 시스템을 개략적으로



로 나타내는 간이 도면이다.

도 7 은 본 발명의 다른 실시형태에 따른 액침 리소그래피 시스템에서 유체 회수용 압력 제어 시스템을 개략적으로 나타내는 간이 도면이다.

도 8 은 본 발명의 다른 실시형태에 따른 액침 리소그래피 시스템에서 유체 회수용 압력 제어 시스템을 개략적으로 나타내는 간이 도면이다.

도 9 는 본 발명의 다른 실시형태에 따른 물 뭍 방지책 (water stagnation prevention) 을 갖는 액침 리소그래피 시스템에서의 유체 회수용 압력 제어 시스템을 개략적으로 나타내는 간이 도면이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015]

도 1 은 상부에 레티클이 지지되는 레티클 스테이지 (12), 투영 렌즈 (14), 및 웨이퍼 스테이지 (18) 상에 지지되는 웨이퍼 (16) 를 포함하는 액침 리소그래피 시스템 (10) 을 도시한다. 여기에서 샤워헤드 또는 노즐로서 종종 칭해지는 액침 장치 (20) 는 최종 광학 엘리먼트 (22) 와 웨이퍼 (16) 사이에, 물과 같은 액체 또는 기체일 수도 있는 유체를 제공하고 회수하기 위해, 투영 렌즈 (14) 의 최종 광학 엘리먼트 (22) 주위에 배치된다. 본 실시형태에서는, 액침 리소그래피 시스템 (10) 에서 레티클과 웨이퍼 (16) 가 주사 노광 중에 각각의 주사 방향으로 동기하여 이동된다.

[0016]

도 2 및 도 3 은 액침 리소그래피용 최종 광학 엘리먼트 (22) 와 웨이퍼 (16) 사이에서 유체의 전달과 회수를 위한 장치 또는 노즐 (20) 을 도시한다. 도 2 는 외부 파트 (30) 와 내부 파트 (32) 를 포함하는 노즐 (20) 의 저면 사시도를 나타낸다. 내부 파트 (32) 는 최종 광학 엘리먼트 (22) 와 웨이퍼 (16) 사이에 유체를 수용하기 위한 내부 캐비티 (34) 를 규정한다. 내부 파트 (32) 는 내부 캐비티 (34) 로의 유체 플로우와 내부 캐비티 (34) 로부터의 유체 플로우를 위한 구멍 (38) 을 포함한다. 도 2 에서 도시된 바와 같이, 최종 광학 엘리먼트 (22) 의 양 측에 배치된 구멍 (38) 이 있다. 내부 파트 (32) 는 내부 캐비티 (34) 를 둘러싸는 플랫폼 (33) 를 갖는다. 플랫폼 (33) 는 웨이퍼 (16) 에 실질적으로 평행하다. 최종 광학 엘리먼트 (22) 의 종단면 (end surface) 과 웨이퍼 (16) 사이의 거리 (D1) 는, 플랫폼 (33) 와 웨이퍼 (16) 사이의 거리 (D2) 보다 더 크다. 거리 (D1) 는 1.0-5.0mm 일 수 있고, 거리 (D2) 는 0.5-2.0mm 일 수 있다. 다른 실시형태에서, 거리 (D1) 는 거리 (D2) 와 실질적으로 동일하다. 내부 파트 (32) 는 퍼지 홀들 (42) 을 갖는 한 쌍의 버퍼 또는 버퍼 슬롯 (40) 을 더 포함한다. 버퍼 (40) 는 플랫폼 (33) 에서 또는 플랫폼 (33) 근처에 배열된다. 버퍼 (40) 는 최종 광학 엘리먼트 (22) 의 양측에 배치된다. 주사 방향 (44) 으로의 내부 파트 (32) 의 단면도가 도 4 에 나타내진다.

[0017]

외부 파트 (30) 는 대기 그루브 (atmospheric groove) 로서 칭해질 수도 있는, 개재하는 간격 또는 그루브 (48) 에 의해 내부 파트 (32) 로부터 이격된다. 외부 파트 (30) 는 최종 광학 엘리먼트 (22) 의 양측에 배치된 하나 이상의 유체 회수 개구부 (50) 를 포함한다. 다공성 부재 (51) 는 내부 파트 (32) 주위로 연장되고 한 쌍의 유체 회수 개구부 (50) 와 유체적으로 소통하는 슬롯 또는 외부 캐비티 (53) 내에 배치된다. 다공성 부재 (51) 는 메시일 수도 있고 통상적으로 약 50-200 마이크론의 크기 범위의 홀들을 갖는 다공성 재료로 형성될 수도 있다. 예를 들면, 다공성 부재 (51) 는 금속, 플라스틱 등으로 이루어진 재료의 층, 또는 우븐 피스 (woven piece), 다공성 금속, 다공성 유리, 다공성 플라스틱, 다공성 세라믹, 또는 화학적으로 에칭된 (예를 들면, 포토 에칭에 의해) 홀들을 갖는 재료의 시트일 수도 있다. 외부 파트 (30) 는 유체 버퍼 출구 (56) 및 유체 회수 출구 (58) 를 더 포함한다. 도 5 에서 도시된 노즐 (20') 의 다른 실시형태에서, 내부 파트 (32) 는 최종 광학 엘리먼트 (22) 와 접촉하거나 시일 (seal) 을 형성하는 것이 아니라, 최종 광학 엘리먼트 (22) 로부터 이격된다. 갭은 노즐 진동이 최종 광학 엘리먼트 (22) 로 전달되는 것을 방지한다. 그러나, 갭은 유체가 공기에 노출되게 할 수도 있다.

[0018]

노즐 (20) 의 일 특징은 2 개 부분 즉, 외부 파트 (30) 및 내부 파트 (32) 로 이루어진다는 것이다. 내부 파트 (32) 는 렌즈와 웨이퍼 표면 사이에 유체를 유지하고, 외부 파트 (30) 는 주로 유체 회수를 위해 제공된다. 유체를 회수하는 동안 진동이 외부 파트 (30) 로부터 다공성 부재 (51) 를 통해, 웨이퍼 (16) 에 오토포커스 빔을 안내하는데 사용될 수도 있는 내부 파트 (32) 를 포함하는, 리소그래피 시스템의 다른 컴포넌트로 전달될 수도 있다. 외부 파트 (30) 로부터의 진동의 전달을 최소화시키기 위해, 외부 파트 (30) 가 장착된 마운팅 피스와 외부 파트 (30) 사이에 댐핑 재료가 장착될 수 있다. 또한, 다공성 부재를 포함하는 외부 파트 (30) 는 오염되기 쉬울 수도 있어서 유지 관리를 위해 교체되어야 할 필요가 있다. 외부 파트 (30) 를 별개의 파트로 형성하는 것이 유지 관리를 더 수월하게 한다. 또한, 전체 노즐 (20) 을 교체하는 것과는



대조적으로, 외부 파트의 교체 후에 재조정과 재교정 (recalibration) 의 시간을 최소화할 수 있다. 또한, 노즐 (20) 이 두 개의 별개의 파트로 이루어지는 경우, 노즐 (20) 에 대한 제조 능력은 향상될 수 있다. 다른 실시형태에서 노즐 (20) 은 단일 피스로 이루어질 수도 있다.

[0019]

노즐 (20) 의 다른 특징은 내부 파트 (32) 와 외부 파트 (30) 사이의 대기 그루브 (48) 이다. 이 대기 그루브 (48) 는 유체 회수 속도가 유체 공급 속도보다 더 빠른 경우, 외부 파트 (30) 상의 다공성 부재 (51) 에 의해 내부 파트 (30) 에서의 유체가 빠져나가는 것을 방지하는 차단 에지 (breaking edge) 로서 기능한다. 차단 에지가 없는 경우에, 주사하는 동안 내내 유체가 내부 파트 (32) 내에 유지될 수 있도록 유체 회수 속도와 유체 공급 속도 사이의 균형은 유지되어야만 한다. 대기 그루브 (48) 를 갖는 것은, 주사하는 동안 외부 파트 (30) 로부터 유체 누출을 최소화하기 위해 회수 속도를 최대로 설정할 수 있게 한다. 또한 대기 그루브 (48) 는 물의 공급과 회수 요건을 최소화하면서, 주사 동안 유입되고 유출되는 유체에 대해 버퍼로서 작용한다.

[0020]

액침 리소그래피 프로세스에서, 유체가 건조한 상태에서부터 투영 렌즈 (14) 와 웨이퍼 (16) 사이에서 채워지고, 유체는 적절한 시기에 따라 회수된다. 예를 들면, 새로운 웨이퍼의 노광 개시시에, 유체는 노광을 시작하기 전에 내부 파트 (32) 의 내부 캐비티 (34) 를 완전히 채운다. 이 프로세스 동안, 이상적으로는 투영 렌즈 (14) 와 웨이퍼 (16) 사이 또는 오토 포커스 빔과 같은 다른 광학 경로에 어떤 기포도 존재할 수 없다. 내부 파트 (32) 의 내부 캐비티에서의 유체 공급은, 유체가 상부에서 하부로 채워지도록 (구멍 (38) 을 경유하여) 캐비티 내에서 최고 포인트에 있도록 설계되어, 채우는 프로세스 동안 내부 캐비티로부터 기포가 밀려나도록 한다. 바람직하게 유체는 초기에 본 실시형태의 일측 (일측의 한 세트의 구멍 (38)) 으로부터 공급되어, 그 결과 유체는 일측으로부터 타측으로 채워지고, 다시, 내부에 공기를 가두지 않도록 유체가 밀려나간다. 유체가 내부로부터 외부로 채워지지만 하면, 다른 구성도 가능하다.

[0021]

때때로, 유체는 내부 파트 (32) 의 내부 캐비티로부터 완전히 회수되어야만 한다. 도 2 에서, 내부 캐비티 내의 각각의 버퍼 (40) 에는 작은 홀들 (42) 이 있다. 이러한 홀들 (42) 은, 유체가 전체적으로 회수되어야만 할 때 빠른 유체 회수 또는 유체 제거를 위해 제공된다. 웨이퍼 스테이지 (18) 의 약간의 이동과 결합하여 높은 진공을 사용하여 이러한 홀들 (42) 로부터 유체를 흡인하는 것은 모든 유체가 적당한 시간 이내에 회수되도록 한다.

[0022]

내부 파트 (32) 는 유체를 공급하거나 회수하기 위한 두 그룹 또는 두 개의 열 (row) 의 홀들 (38) 을 갖는다. 각 열은 유체를 공급하거나 회수하기 위해 독립적으로 제어될 수 있다. 두 개 열이 유체 공급을 위해 선택되는 경우에, 모든 유체는 외부 파트 (30) 내의 다공성 부재 (51) 를 통해 회수된다. 두 개 열이 유체를 공급하기 때문에, 압력이 내부 캐비티 내에 형성되어 투영 렌즈 (14) 의 최종 광학 엘리먼트 (22) 또는 웨이퍼 (16), 또는 두 개 모두의 변형을 유발할 수 있다. 또한, 최종 광학 엘리먼트 (22) 를 가로지르는 유체 플로우가 제한될 수도 있기 때문에, 최종 광학 엘리먼트 (22) 와 웨이퍼 (16) 사이의 유체의 온도는 결국 상승하여 악영향을 초래할 수도 있다. 한편, 하나의 열이 공급을 위해 선택되고, 다른 열이 회수를 위해 선택되는 경우, 유체 플로는 온도 상승을 최소화하면서, 최종 광학 엘리먼트 (22) 를 가로질러 진행된다. 다른 상황에서, 두 개의 열로부터 유체를 공급하여 생성되는 압력을 감소시킬 수도 있다. 이 경우에, 다공성 부재 내에 유체 회수 요건을 낮추어, 더 적은 유체가 다공성 부재 (51) 를 통하여 회수되어야 할 필요가 있다. 다른 노즐 구성에서는, 다수 (multiple) 의 유체 공급기와 회수기가 성능을 최적화하도록 제공될 수도 있다.

[0023]

웨이퍼 스테이지 (18) 의 주사 동작 동안에 (도 2 에서 주사 방향 (44) 으로), 유체는 내부 파트 (32) 의 내부 캐비티로 끌려 들어가고 끌려나올 수 있다. 유체가 끌려나올 때, 외부 파트 (30) 내의 다공성 부재 (51) 를 통해서 회수된다. 웨이퍼 스테이지 (18) 가 반대 방향으로 움직일 때, 공기는 내부 파트 (32) 의 내부 캐비티로 끌려 들어갈 수도 있다. 이 시간 동안, 내부 캐비티로부터 공급된 유체뿐만 아니라 버퍼 (40) 의 유체는, 주사 방향을 따라 끌려 들어가는 유체를 다시 채우도록 도와서 내부 캐비티로 공기가 들어가는 것을 방지한다. 버퍼 (40) 와 다공성 부재 (51) 모두는 웨이퍼 스테이지 (18) 의 주사 동작 동안, 내부 파트 (32) 의 내부 캐비티로 끌려 들어가는 공기와, 외부 파트 (30) 로부터 누출되는 유체를 최소화하도록 함께 작용한다.

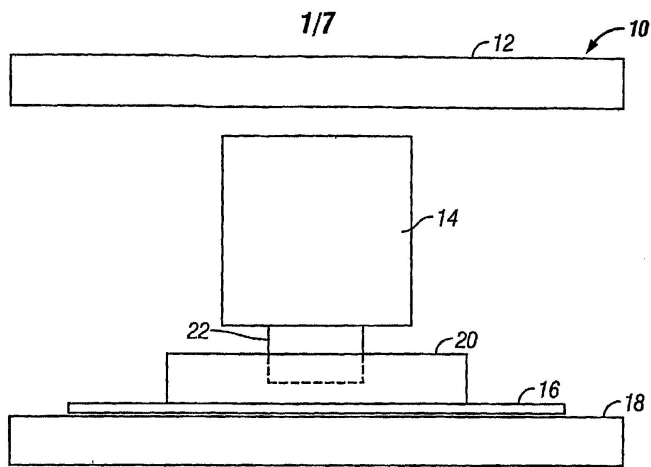
[0024]

버블 포인트 이하로 다공성 부재 (51) 내의 압력을 유지하여 다공성 부재 (51) 를 통해 유체를 회수하는 것은 유체 회수 동안 공기와 유체를 혼합하여 생성된 노이즈를 제거할 수 있다. 버블 포인트는, 다공성 부재 (51) 내의 홀(가장 큰 홀)의 크기와, 유체가 다공성 부재 (51) 와 형성하는 접촉 각 (다공성 재료의 특성과 유체의 특성에 기초한 파라미터임) 에 의존하는 다공성 부재 (51) 의 특성이다. 버블 포인트가 통상적으로 매우 낮은 압력 (예를 들면, 약 1000 파스칼) 이라는 사실 때문에, 낮은 압력의 제어는 중요한 사안이 된다. 도 6 내지 도 7 은 유체 회수 동안 버블 포인트 이하로 압력을 유지시키는 3 가지 특별한 방법을 나타낸다.

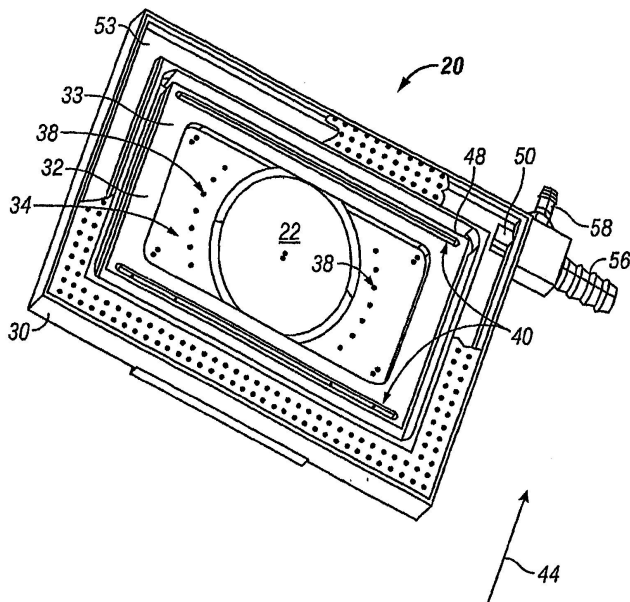
- [0025] 도 6의 압력 제어 시스템 (100)에서, 버블 포인트 이하의 압력은, 회수 플로우 라인 (106; 유체 버퍼 출구 (56)에 연결됨)에 의해 다공성 부재 (51)에 유체적으로 연결된 오버플로우 용기 또는 탱크 (104)의 도움과 더불어 진공 레귤레이터 (102)를 사용하여 다공성 부재 (51)의 표면에서 유지된다. 다공성 부재 (51)의 표면에서의 압력은 다공성 부재 (51)상부의 유체 높이에 의해 생성된 압력을 감압하는 진공 레귤레이터 (102)에 의해 유지된 압력과 같다. 오버 플로우 탱크 (104)를 사용하여 다공성 부재 (51)상부에 일정한 유체 높이를 유지함으로써, 다공성 부재 (51)의 표면에서 압력을 용이하게 제어가능하다. 다공성 부재 (51)를 통하여 회수되는 유체는 오버플로우되고, 오버플로우 탱크 (104)하부에 배치되는 수집 탱크 (110)에 흡입 라인 (108)을 따라 하부로 흡입된다. 옵션적인 플로우 경로 (112)는 오버 플로우 탱크 (104)와 수집 탱크 (110)사이의 압력을 동등하게 하는데 도움이 되며, 흡입 라인 (108)을 따라서 플로우를 용이하게 하도록, 오버 플로우 탱크 (104)와 수집 탱크 (110)사이에 연결된다. 이 압력 제어 시스템 (100)의 일 특징은 제어기를 필요로 하지 않는 수동 시스템이다.
- [0026] 도 7의 압력 제어 시스템 (120)에서, 다공성 부재 (51)의 표면에서 압력은, 버퍼 플로우 라인 (126; 유체 버퍼 출구 (56)에 연결됨)에 의해 다공성 부재 (51)에 유체적으로 연결된 물 레벨 버퍼 (124)에서 진공 레귤레이터 (122)를 사용하여 버블 포인트 이하로 유지된다. 압력 변환기 또는 물 레벨 센서 (128)가 유체 레벨 버퍼 (124)에서 압력 또는 유체 레벨을 측정하기 위해 사용된다. 이 때, 센서 신호는 다공성 부재 (51)와 수집 탱크 (136)사이에 연결된 회수 플로우 라인 (134; 유체 회수 출구 (58)로 연결됨)에 배치된 밸브 (132)로의 피드백 제어 (130)를 위해 사용된다. 밸브 (132)는 비례 또는 가변 밸브와 같이, 임의의 적절한 밸브일 수도 있다. 가변 밸브 (132)는 소정의 값으로 유체 레벨 버퍼 (124)의 압력 또는 유체 레벨을 유지하기 위해, 유체 회수 라인 (134)을 통하여 수집 탱크 (136)로의 유체 플로우를 제어하도록 조정된다. 수집 탱크 (136)는 유체 회수를 위해 높은 진공 레귤레이터 (138)에 의해 제어된 상대적으로 더 높은 진공 하에 있다. 이 유체 제어 시스템 (120)에서는, 어떤 오버 플로우 탱크도 필요로 하지 않으며, 수집 탱크 (136)가 시스템 내에서 어느 곳이라도 위치될 수 있고, 오버 플로우 탱크 하부에 배치될 필요는 없다. 온/오프 밸브 (140)가 유체 회수 라인 (134)에 제공되는 것이 바람직하고 유체 회수가 요구되지 않은 경우, 오프스위치된다.
- [0027] 도 8에서, 압력 제어 시스템 (160)은 도 7의 시스템 (120)과 유사하고, 동일 참조 부호가 동일 부분에 대해 사용된다. 유체 회수의 피드백 제어용 밸브 (132)를 사용하는 대신에, 이 시스템 (160)은 유체 회수의 피드백 제어용 제어 가능한 진공 레귤레이터 (162)를 이용한다. 통상적으로 진공 레귤레이터 (162)는 압력 변환기 또는 물 레벨 센서 (128)로부터의 센서 신호에 기초하여 수집 탱크 (136)내에 진공 압력을 조정하기 위해 전자적으로 제어 가능하다. 진공 레귤레이터 (162)는, 소정의 값에서 유체 레벨 버퍼 (124)의 압력 또는 유체 레벨을 유지하도록 유체 회수 라인 (134)을 통하여 수집 탱크 (136)로 유체 플로우를 제어하기 위해 조정된다. 유체 회수 라인 (134)에서 온/오프 밸브 (140)는 유체 회수가 요구되지 않을 때 오프스위치된다.
- [0028] 도 9는 본 발명의 다른 실시형태에 따른 물 펌 방지책을 갖는 액침 리소그래피 시스템에서 유체 회수용 압력 제어 시스템을 도시한다. 압력 제어 시스템 (180)은 동일한 참조 부호가 부여된 동일한 구성요소를 갖는 도 7의 시스템 (120)과 유사하다. 또한, 물 레벨 버퍼 (124)는 펌을 방지하기 위해 물 레벨 버퍼 (124)로 물을 공급하거나 물 레벨 버퍼 (124)로부터 물을 회수하기 위해 물 공급기 또는 물 회수기 (182)에 유체적으로 연결된다. 옵션적인 펌프 또는 유사한 이동 파트가 물 레벨 버퍼 (124)와 물 공급기 또는 물 회수기 (182)사이에서 플로우를 유도하기 위해 사용될 수도 있다. 시간이 지나면 피어 있는 물 또는 유체 내에 박테리아/곰팡이가 성장할 가능성이 있다. 통상의 동작하에서, 물 레벨 버퍼 (124)에서 물은, 메시 (51)로부터 회수된 물이 메시 레벨로 작은 튜브를 통해 수집 탱크 (136)로 흐르므로 고여 있다. 통상의 동작 중에 플로우를 물 레벨 버퍼 (124)내로 유입하거나 물 레벨 버퍼 (124)로부터 유출시킴으로써, 박테리아/곰팡이 성장 문제를 방지할 수 있다.
- [0029] 상기 설명은 한정이 아닌 예시적인 것으로 의도된다. 상기 설명의 검토를 통해 많은 실시형태들이 당업자들에게 명백해질 것이다. 따라서, 본 발명의 범위는 상기 설명을 참조하여 결정되어서는 안되며, 그 대신에 첨부된 청구범위와 전체 균등물의 범위를 참조하여 결정되어야만 한다.
- [0030] 또한, 본 발명은 트윈-스테이지-형 리소그래피 시스템에 응용될 수 있다. 트윈-스테이지-형 리소그래피 시스템은 예를 들면, 미국 특허 제 6,262,796호 및 미국 특허 제 6,341,007호에 개시되어 있고 이들의 전체 개시 내용은 여기에 참조로 포함된다.

도면

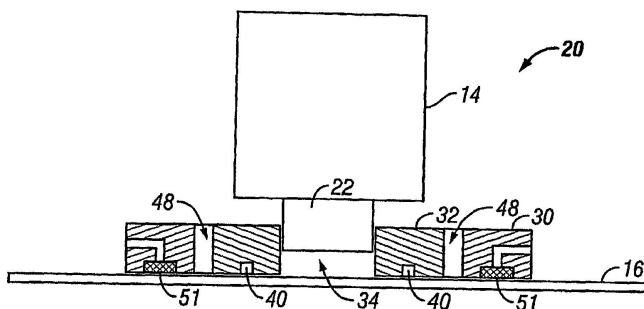
도면1



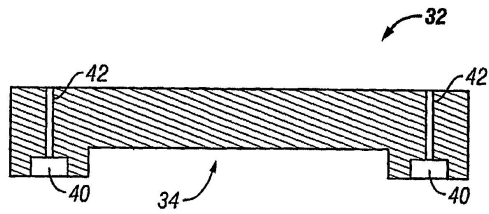
도면2



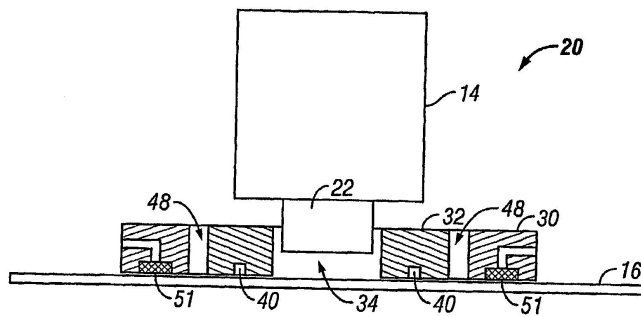
도면3



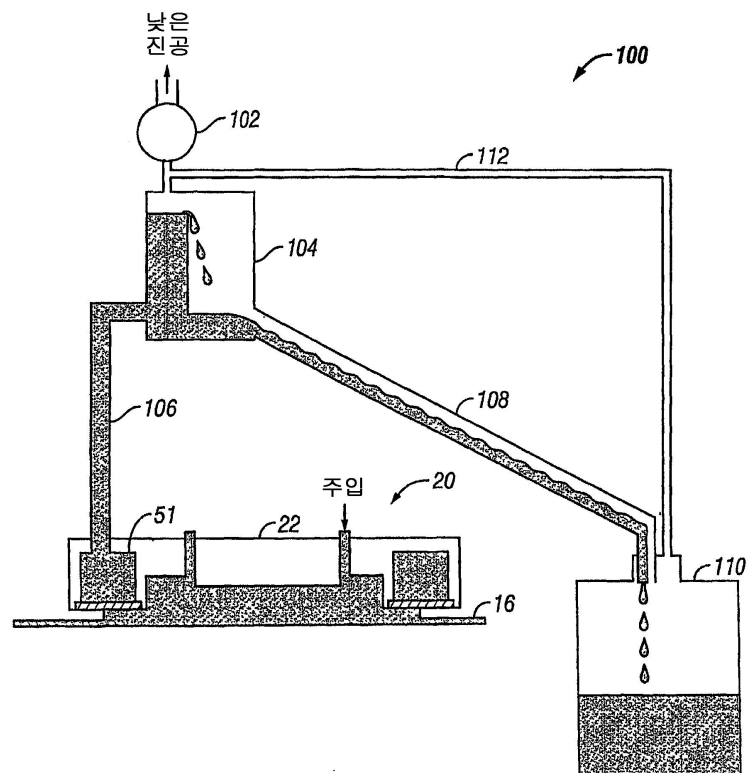
도면4



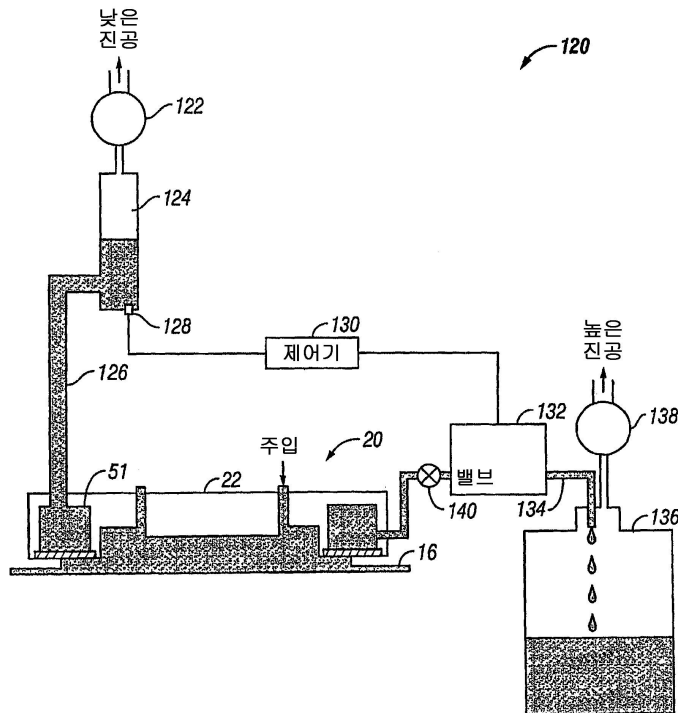
도면5



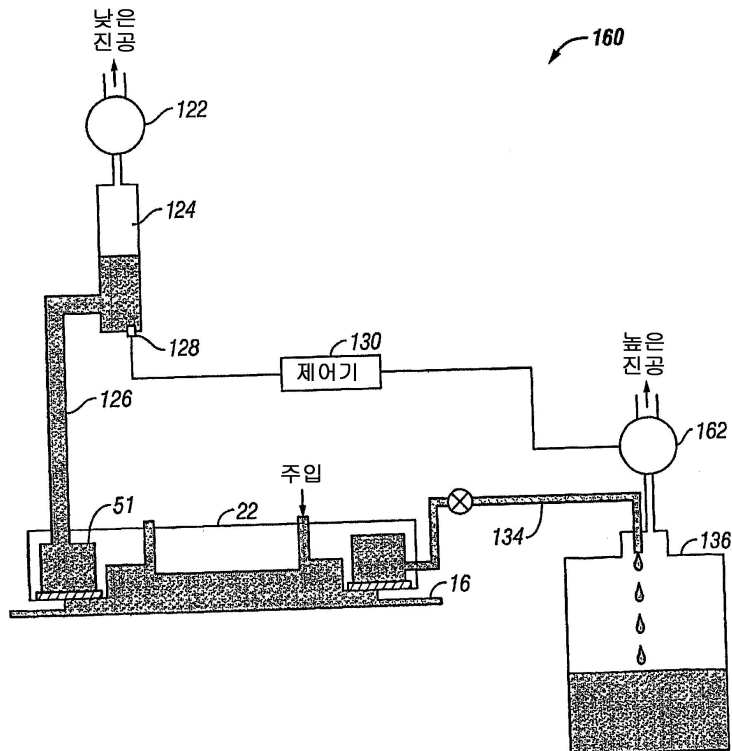
도면6



도면7



도면8



도면9

