(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2012년06월25일
(11) 등록번호 10-1159564
(24) 등록일자 2012년06월19일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
*H01L 21/027* (2006.01)
(21) 출원번호 10-2005-7019366
(22) 출원일자(국제) 2004년03월17일
심사청구일자 2009년03월16일
(85) 번역문제출일자 2005년10월11일
(65) 공개번호 10-2005-0121723
(43) 공개일자 2005년12월27일
(86) 국제출원번호 PCT/IB2004/001259
(87) 국제공개번호 WO 2004/090577
국제공개일자 2004년10월21일
(30) 우선권주장
60/462,499 2003년04월11일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
JP07220990 A*
JP62121417 A*
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
**가부시키가이샤 니콘**
일본 도쿄도 지요다쿠 유라쿠쵸 1쵸메 12방 1고
(72) 발명자
**비나드 마이클**
미국 94000 캘리포니아주 벨몬트 코로넷 불러바드 2444
(74) 대리인
**특허법인코리아나**

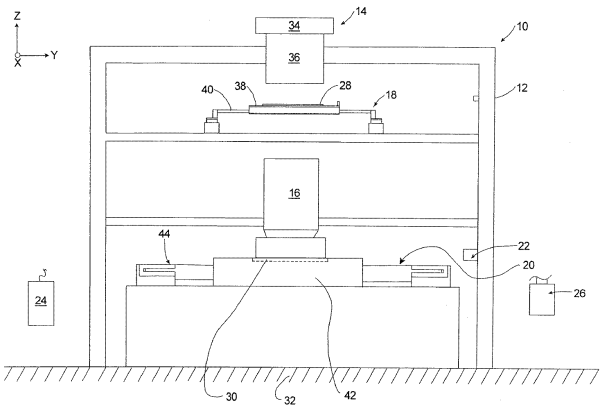
전체 청구항 수 : 총 56 항 심사관 : 부경호

(54) 발명의 명칭 **액침 리소그래피 머신에서 웨이퍼 교환동안 투영 렌즈 아래의 갭에서 액침액체를 유지하는 장치 및 방법**

## (57) 요 약

리소그래피 머신 (10) 에서 피가공물 (208) 의 교환동안 투영 렌즈 (16) 에 인접하는 갭에서 액침액체 (212) 를 유지하는 장치 및 방법을 개시한다. 이 장치 및 방법은, 피가공물 (208) 상으로 이미지를 투영하도록 구성된 광학 어셈블리 (16), 및 광학 어셈블리 (16) 에 인접하는 피가공물 (208) 를 지지하도록 구성된 피가공물 테이블 (204) 을 구비하는 스테이지 어셈블리 (202) 를 포함한다. 환경 시스템 (26) 에 의해 광학 어셈블리 (16) 와 스테이지 어셈블리 (202) 상의 피가공물 (208) 사이의 갭으로부터 액침액체 (212) 를 공급 및 제거한다. 피가공물 (208) 의 노광을 완료한 후, 교환 시스템 (216) 은 피가공물 (208) 를 제거하여 제 2 피가공물로 대체한다. 액침액체 함유 시스템 (214) 에 의해 제 1 피가공물 (208) 의 제거 및 제 2 피가공물로의 대체동안 갭에서 액침액체 (212) 를 유지한다.

## 대 표 도



## *특허청구의 범위*

**청구항 1**

삭제

**청구항 2**

삭제

**청구항 3**

삭제

**청구항 4**

삭제

**청구항 5**

삭제

**청구항 6**

삭제

**청구항 7**

삭제

**청구항 8**

삭제

**청구항 9**

삭제

**청구항 10**

삭제

**청구항 11**

삭제

**청구항 12**

삭제

**청구항 13**

삭제

**청구항 14**

삭제

**청구항 15**

삭제

**청구항 16**

삭제

**청구항 17**

삭제

**청구항 18**

삭제

**청구항 19**

삭제

**청구항 20**

삭제

**청구항 21**

삭제

**청구항 22**

삭제

**청구항 23**

삭제

**청구항 24**

삭제

**청구항 25**

삭제

**청구항 26**

삭제

**청구항 27**

삭제

**청구항 28**

삭제

**청구항 29**

삭제

**청구항 30**

삭제

**청구항 31**

삭제

**청구항 32**

삭제

**청구항 33**

삭제

**청구항 34**

삭제

**청구항 35**

삭제

**청구항 36**

삭제

**청구항 37**

삭제

**청구항 38**

삭제

**청구항 39**

삭제

**청구항 40**

삭제

**청구항 41**

삭제

**청구항 42**

삭제

**청구항 43**

삭제

**청구항 44**

삭제

**청구항 45**

삭제

**청구항 46**

피가공물 상에 이미지를 투영하도록 구성된 광학 어셈블리와,

상기 피가공물을 상기 광학 어셈블리에 인접하여 지지하도록 구성된 피가공물 테이블을 갖는 스테이지 어셈블리와,

상기 피가공물 테이블이 상기 광학 어셈블리로부터 이격될 때, 상기 광학 어셈블리에 인접하는 갭에 액침 액체를 유지하도록 구성된 액침 유체 시스템을 구비하고,

상기 액침 유체 시스템은, 부재와, 상기 광학 어셈블리와 상기 부재 사이의 갭에 상기 액침 액체가 유지되도록, 상기 광학 어셈블리에 인접하여 상기 부재를 유지하도록 구성되어 있는 제1 클램프를 갖고,

상기 제1 클램프는, 상기 피가공물 테이블이 상기 광학 어셈블리로부터 이격되어 있을 때는 상기 부재를 클램프하고, 상기 피가공물 테이블이 상기 광학 어셈블리에 인접할 때에는 상기 부재를 해제하도록 구성되어 있는 장치.

**청구항 47**

제 46 항에 있어서,

상기 피가공물 테이블 상에 상기 제1 클램프로부터 해제된 상기 부재를 유지하도록 구성되어 있는 제 2 클램프를 추가로 구비하는 장치.

**청구항 48**

제 46 항에 있어서,

상기 스테이지 어셈블리 상에 상기 제1 클램프로부터 해제된 상기 부재를 유지하도록 구성되어 있는 제 2 클램프를 추가로 구비하는 장치.

**청구항 49**

제 46 항에 있어서,

상기 스테이지 어셈블리를 이동하도록 구성된 스테이지 어셈블리 구동 장치를 추가로 구비하는 장치.

**청구항 50**

제 46 항에 있어서,

상기 제1 클램프가, 상기 광학 어셈블리에 부착된 하우징에 기계적으로 연결되어 있는 장치.

**청구항 51**

제 46 항에 있어서,

추가로, 제 2 피가공물을 지지하도록 구성되는 제 2 피가공물 테이블을 포함하는 제 2 스테이지 어셈블리와,

상기 2개의 스테이지 어셈블리가 상기 광학 어셈블리의 하방에 교대로 위치하도록, 상기 제1 스테이지 어셈블리와 상기 제 2 스테이지 어셈블리의 이동을 제어하도록 구성된 제어 시스템을 구비하는 장치.

**청구항 52**

제 46 항에 있어서,

상기 피가공물 테이블 상의 상기 피가공물을 제거하고, 상기 피가공물을 제 2 피가공물로 교환하도록 구성된 피가공물 교환 시스템을 추가로 구비하고,

상기 피가공물 교환 시스템이 상기 피가공물을 교환하고 있을 때, 상기 갭에 상기 액침 액체를 유지하기 위해서, 상기 부재가 상기 제1 클램프에 의해, 상기 광학 어셈블리에 인접하여 클램프되는 장치.

**청구항 53**

제 52 항에 있어서,

상기 피가공물 교환 시스템이, 상기 피가공물을 취출하여, 상기 피가공물을 제 2 피가공물로 교환하기 위한 로봇을 구비하는 장치.

**청구항 54**

제 46 항에 있어서,

추가로 상기 피가공물을 정렬하기 위한 정렬툴을 구비하는 장치.

**청구항 55**

제 46 항에 있어서,

추가로 상기 갭에 액침 액체를 공급하고, 상기 갭으로부터 액침 액체를 제거하도록 구성되는 환경 시스템을 구비하는 장치.

**청구항 56**

제 46 항에 있어서,

상기 스테이지 어셈블리가 상기 피가공물 테이블과 제 2 피가공물 테이블을 구비하고, 상기 피가공물 테이블과 제 2 피가공물 테이블은, 상기 피가공물과 제 2 피가공물을 교대로 상기 광학 어셈블리에 각각 인접하여 지지하도록 구성되어 있는 장치.

**청구항 57**

제 56 항에 있어서,

상기 피가공물 테이블 또는 제 2 피가공물 테이블이 상기 광학 어셈블리로부터 이격될 때, 상기 갭에 상기 액침 액체를 유지하기 위해서, 상기 제1 클램프에 의해, 상기 광학 어셈블리에 인접하여 상기 부재가 클램프되는 장치.

**청구항 58**

제 46 항에 있어서,

패턴이 정의된 레티클을 유지하도록 구성된 레티클 스테이지를 추가로 구비하고,

상기 레티클에 의해 정의된 상기 패턴이, 상기 광학 어셈블리를 통해서 상기 피가공물 상에 투영 되는 장치.

**청구항 59**

제 46 항에 있어서,

상기 장치가 리소그래피 머신인 장치.

**청구항 60**

제 59 항에 있어서,

추가로 ArF 엑시머 레이저를 포함하는 조명원을 구비하고, 상기 액침 액체가 물을 함유하고, 상기 피가공물이 상기 액침 액체를 통해 노광되는 장치.

**청구항 61**

제 46 항에 있어서,

상기 부재가 패드를 포함하는 장치.

**청구항 62**

제 46 항에 있어서,

상기 부재가 상기 스테이지 어셈블리로 부터 분리가능한 장치.

**청구항 63**

제 46 항에 있어서,

상기 액침 액체가 상기 광학 어셈블리와 상기 부재 사이의 상기 갭에 유지되어 있는 동안, 상기 피가공물 테이블이 상기 부재와는 독립적으로 이동 가능한 장치.

**청구항 64**

제 62 항에 있어서,

상기 액침 액체가 상기 광학 어셈블리와 상기 부재 사이의 상기 갭에 유지되어 있는 동안, 피가공물 교환 동작이 실행되는 장치.

**청구항 65**

제 59 항에 기재된 장치를 사용하는 마이크로 디바이스 제조 방법.

**청구항 66**

제 47 항에 있어서,

상기 제 2 클램프가, 진공 클램프, 정전 클램프, 및 메카니컬 클램프의 어느 하나의 타입의 클램프를 구비하는 장치.

**청구항 67**

제 46 항 내지 제 50 항 및 제 66 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1 클램프가, 진공 클램프, 정전 클램프, 및 메카니컬 클램프의 어느 하나의 타입의 클램프를 구비하는 장치.

**청구항 68**

제 46 항에 있어서,

상기 스테이지 어셈블리 이외의 가동 부재를 추가로 구비하고,

상기 제1 클램프로부터 해제된 상기 부재가, 상기 가동 부재 상에 유지되는 장치.

**청구항 69**

제 59 항에 있어서,

상기 피가공물을 노광하고 있는 동안에, 상기 부재가, 상기 피가공물 테이블 상에 클램프되는 장치.

**청구항 70**

피가공물 상에 이미지를 투영하도록 구성된 광학 어셈블리와,

상기 피가공물을 지지하도록 구성된 피가공물 테이블을 갖는 스테이지 어셈블리와,

상기 광학 어셈블리와의 갭에서 액침액체를 유지하기 위한 부재를, 상기 광학 어셈블리에 인접하여 착탈가능하게 클램프하도록 구성된 제1클램프, 및 상기 부재를 착탈 가능하게 클램프하도록 구성된 제 2 클램프를 갖는 액침 유체 시스템을 구비하는 장치.

**청구항 71**

제 70 항에 있어서,

상기 제1 클램프가, 상기 제 2 클램프로부터 해제된 상기 부재를 클램프하도록 구성되어 있고, 상기 제 2 클램프가 상기 제1 클램프로부터 해제된 상기 부재를 클램프하도록 구성되는 장치.

**청구항 72**

제 71 항에 있어서,

상기 제1 클램프가, 상기 피가공물 테이블이 상기 광학 어셈블리로부터 이격될 때 액침 액체를 유지하기 위해서, 상기 광학 어셈블리에 인접하여 상기 부재를 클램프하는 장치.

**청구항 73**

제 71 항에 있어서,

상기 제1 클램프가, 피가공물 교환 동작이 실행될 때 액침 액체를 유지하기 위해서, 상기 광학 어셈블리에 인접하여 상기 부재를 클램프하도록 구성된 장치.

**청구항 74**

제 71 항에 있어서,

상기 제 2 클램프가, 상기 스테이지 어셈블리 상에 상기 부재를 클램프하도록 구성된 장치.

**청구항 75**

제 74 항에 있어서,

상기 부재가, 상기 제 2 클램프에 의해 상기 피가공물 테이블 상에 클램프되는 장치.

**청구항 76**

제 71 항에 있어서,

상기 제1 클램프 및 상기 제 2 클램프의 각각이, 진공 클램프를 갖는 장치.

**청구항 77**

제 71 항에 있어서,

상기 제1 클램프로부터 해제된 상기 부재가, 상기 제 2 클램프에 의해, 상기 스테이지 어셈블리 이외의 가동 부재 상에 클램프되는 장치.

**청구항 78**

제 70 항에 있어서,

상기 제1 클램프가, 상기 피가공물 테이블이 상기 광학 어셈블리로부터 이격될 때 액침 액체를 유지하기 위해서, 상기 광학 어셈블리에 인접하여 상기 부재를 클램프하는 장치.

**청구항 79**

제 70 항에 있어서,

상기 제1 클램프가, 피가공물 교환 동작이 실행될 때 액침 액체를 유지하기 위해서, 상기 광학 어셈블리에 인접하여 상기 부재를 클램프하도록 구성된 장치.

**청구항 80**

제 70 항에 있어서,

상기 제 2 클램프가, 상기 스테이지 어셈블리 상에 상기 부재를 클램프하도록 구성된 장치.

**청구항 81**

제 80 항에 있어서,

상기 부재가, 상기 제 2 클램프에 의해 상기 피가공물 테이블 상에 클램프되는 장치.

**청구항 82**

제 70 항에 있어서,

상기 제1 클램프 및 상기 제 2 클램프의 각각이, 진공 클램프를 갖는 장치.

**청구항 83**

제 46 항에 있어서,

상기 부재가 상기 액침 액체를 흐르도록 하는 표면을 갖는 장치.

**청구항 84**

제 46 항, 제 70 항 및 제 83 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 부재의 표면이 테플론 (등록상표) 으로 코팅되어 있는 장치.

**청구항 85**

제 46 항, 제 70 항 및 제 83 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 부재가, 플라스틱, 금속 및 세라믹스의 하나의 재료로 제조되어 있는 장치.

**청구항 86**

제 46 항 또는 제 70 항에 있어서,

상기 피가공물이, 반도체 웨이퍼 또는 LCD 디스플레이 패널인 장치.

**청구항 87**

제 70 항에 기재된 상기 장치의 상기 광학 어셈블리를 통해 피가공물을 노광하는 단계와,

상기 노광된 피가공물을 현상하는 단계를 포함하는 마이크로 디바이스 제조 방법.

**청구항 88**

피가공물을 광학 어셈블리에 인접하여 지지하도록 구성된 피가공물 테이블을 갖는 스테이지 어셈블리를 구비한 리소그래피 장치에 있어서, 광학 어셈블리에 인접하는 갭에 액침 액체를 유지하는 방법으로서,

부재가 상기 광학 어셈블리 아래에 위치하도록, 스테이지 어셈블리를 이동하는 단계와,

상기 스테이지 어셈블리로부터 상기 부재를 해제하는 단계와,

상기 광학 어셈블리와 상기 부재 사이의 갭에 상기 액침 액체를 유지하기 위해서, 상기 스테이지 어셈블리로부터 해제한 상기 부재를, 제1 클램프에 의해 상기 광학 어셈블리에 인접하여 유지하는 단계를 포함하고,

상기 피가공물 테이블이 상기 광학 어셈블리로부터 격리되어 있을 때에는 제1 클램프에 의해 상기 부재를 클램프하고, 상기 피가공물 테이블이 상기 광학 어셈블리에 인접할 때에는 제1 클램프에 의한 상기 부재의 유지를 해제하는 액침 액체 유지 방법.

**청구항 89**

제 88 항에 있어서,

상기 액침 액체가, 상기 광학 어셈블리와 상기 제1 클램프에 의해 유지되는 상기 부재 사이의 갭에 유지되어 있는 동안에, 상기 스테이지 어셈블리를 상기 광학 어셈블리로부터 이격하는 단계를 추가로 포함하는 액침 액체 유지 방법.

**청구항 90**

제 88 항에 있어서,

상기 제1 클램프가 진공 클램프를 갖는 액침 액체 유지 방법.

**청구항 91**

제 88 항에 있어서,

상기 제1 클램프가, 정전 클램프, 및 메카니컬 클램프의 어느 하나의 타입의 클램프를 구비하는 액침 액체 유지 방법.

**청구항 92**

제 88 항에 있어서,

상기 액침 액체가, 상기 광학 어셈블리와 상기 제1 클램프에 의해 유지되는 상기 부재 사이의 갭에 유지되어 있는 동안에, 상기 스테이지 어셈블리 상의 피가공물을 교환하는 단계를 추가로 포함하는 액침 액체 유지 방법.

**청구항 93**

제 88 항에 있어서,

상기 부재의 표면이 테플론 (등록상표) 으로 코팅되어 있는 액침 액체 유지 방법.

**청구항 94**

제 88 항에 있어서,

상기 부재는, 플라스틱, 금속 및 세라믹 중 하나의 재료에 의해 제조되어 있는 액침 액체 유지 방법.

**청구항 95**

제 88 항에 있어서,

상기 부재가, 제 2 클램프에 의해 상기 스테이지 어셈블리 상에 유지되어 있는 동안에, 상기 스테이지 어셈블리 상에 유지되는 피가공물을, 상기 광학 어셈블리 및 상기 액침 액체를 통해 노광하는 단계를 추가로 포함하는 액침 액체 유지 방법.

**청구항 96**

제 95 항에 있어서,

상기 부재가 상기 제 2 클램프에 의해, 상기 피가공물 테이블 상에 유지되는 액침 액체 유지 방법.

**청구항 97**

제 95 항에 있어서,

상기 제 2 클램프가 진공 클램프를 갖는 액침 액체 유지 방법.

**청구항 98**

제 95 항에 있어서,

상기 제 2 클램프가, 정전 클램프, 및 메카니컬 클램프의 어느 하나의 타입의 클램프를 구비하는 액침 액체 유지 방법.

**청구항 99**

제 97 항에 있어서,

상기 제1 클램프가, 진공 클램프, 정전 클램프 및 메카니컬 클램프의 어느 하나의 타입의 클램프를 구비하는 액침 액체 유지 방법.

**청구항 100**

제 95 항에 있어서,

상기 피가공물이, 반도체 웨이퍼 또는 LCD 디스플레이 패널인 액침 액체 유지 방법.

**청구항 101**

제 95 항에 기재된 방법을 이용하여 피가공물을 노광하는 단계와, 상기 노광된 피가공물을 현상하는 단계를 포함하는 디바이스 제조 방법.

## *명 세 서*

[0001] 관련 출원

[0002] 본 출원은 "액침 리소그래피용 랜딩 패드 (Landing Pad for Immersion Lithography) "라는 명칭으로 2003년 4월 11일자로 출원한 미국 가출원 제 60/462,499 호에 대한 우선권을 주장하며, 그 내용은 모든 목적용으로 본 명세서에 참고로 포함된다.

[0003] 배 경

[0004] 반도체 프로세싱 동안에 레티클로부터의 이미지를 반도체 웨이퍼 상에 전사하는데 있어서 리소그래피 시스템을 공통으로 이용한다. 통상의 리소그래피 시스템은, 광학 어셈블리, 패턴을 규정하는 레티클을 유지(holding) 하기 위한 레티클 스테이지, 반도체 웨이퍼를 위치결정하는 웨이퍼 스테이지 어셈블리, 및 레티클과 웨이퍼의 위치를 정밀하게 모니터링하는 측정 시스템을 포함한다. 동작 동안, 레티클에 의해 규정되는 이미지는 광학 어셈블리에 의해 웨이퍼 상으로 투영된다. 투영된 이미지는 전형적으로 웨이퍼 상에서 하나 이상의 다이 (die) 크기를 갖는다. 노광 후에, 웨이퍼 스테이지 어셈블리는 웨이퍼를 이동하고 또 다른 노광을 행한다. 이 프로세스는 웨이퍼 상의 모든 다이들이 노광될 때까지 반복된다. 후속하여, 웨이퍼를 제거하고 그 자리에 새로운 웨이퍼로 대체한다.

[0005] 액침 리소그래피 시스템은 웨이퍼 노광 동안 광학 어셈블리와 웨이퍼 사이의 갭을 완전히 채우는 액침액체층을 활용한다. 광학 어셈블리와 함께 액침액체의 광 특성은 표준 광학 리소그래피를 이용하여 현재 가능한 최소 배선폭 (feature size) 보다 작은 최소 배선폭의 투영을 가능하게 한다. 예를 들어, 액침 리소그래피는 65 나노미터, 45 나노미터, 및 이 수치를 넘는 수치를 포함하는 차세대 반도체 기술용으로 현재 고려되고 있다. 따라서, 액침 리소그래피는 가까운 미래에 있어서 광 리소그래피를 계속해서 이용할 수 있게 하는 상당한 기술적 돌파구를 나타낸다.

[0006] 웨이퍼를 노광한 후, 이 웨이퍼를 제거하여 새로운 웨이퍼로 교환한다. 액침 시스템에서 현재 고려되고 있듯이, 액침액체는 갭으로부터 제거되고 웨이퍼를 교환한 후 다시 채워진다. 상세하게는, 웨이퍼를 교환할 때, 갭으로 유체 공급을 턴오프하고, 유체를 갭으로부터 제거하며 (즉, 진공에 의해 제거하며), 올드 (old) 웨이퍼를 제거하고, 새로운 웨이퍼를 광학 어셈블리 아래에 정렬 및 배치하며, 그 갭을 새로운 액침액체로 다시 채운다. 일단 상기한 단계들을 모두 완료하게 되면, 그 새로운 웨이퍼의 노광을 시작할 수 있다.

[0007] 상기한 바와 같이 액침 리소그래피에 의한 웨이퍼 교환은 여러 가지 이유로 문제점을 갖고 있다. 갭을 반복하여 채우고 배수함으로 인해 액침액체의 변동을 야기할 수 있으며 기포를 발생시켜 액침액체 내에 형성되게 할 수 있다. 기포 및 불안정한 유체는 레티클 상의 이미지를 웨이퍼 상으로 투영할 때 간섭할 수도 있고, 이에 따라 수율이 감소될 수 있다. 또한, 이러한 전체 프로세스는 많은 단계들을 포함하고 시간을 소모하며, 이는 머신 (machine) 의 전체 처리율을 감소시킨다.

[0008] 따라서, 예를 들어, 웨이퍼 교환동안 웨이퍼 스테이지가 투영 렌즈로부터 멀어질 때 투영 렌즈에 인접한 갭에서 액침액체를 유지하는 장치 및 방법이 필요하다.

[0009] 개 요

[0010] 리소그래피 머신에서 투영 렌즈에 인접한 갭에서 액침액체를 유지하는 장치 및 방법을 개시한다. 이 장치 및 방법은, 피가공물 (work piece) 상에 이미지를 투영하도록 구성된 광학 어셈블리, 및 광학 어셈블리에 인접하는 피가공물을 지지하도록 구성된 피가공물 테이블을 포함하는 스테이지 어셈블리를 포함한다. 환경 시스템에 의해 액침액체를 갭으로부터 공급 및 제거한다. 피가공물의 노광이 완료된 후, 교환 시스템은 피가공물을 제거하여 제 2 피가공물로 대체한다. 피가공물 테이블이 투영 렌즈로부터 멀어질 때 액침유체 시스템에 의해 갭 내의 액침액체를 유지한다. 이에 따라 갭은 제 1 피가공물이 제 2 피가공물로 대체될 때 액침액체로 다시 채워질 필요가 없다.

[0011] 도면의 간단한 설명

[0012] 도 1 은 본 발명의 특징을 갖는 리소그래피 머신을 나타내는 도면이다.

[0013] 도 2 는 본 발명의 일 실시형태에 따른 액침 리소그래피 머신의 단면도이다.

[0014] 도 3a 및 3b 는 본 발명의 다른 일 실시형태에 따른 액침 리소그래피 머신의 단면도 및 상부 정면도이다.

[0015] 도 4a 및 4b 는 본 발명의 다른 일 실시형태에 따른 액침 리소그래피 머신의 단면도 및 하부 정면도이다.

[0016] 도 5a 및 5b 는 본 발명의 다른 실시형태들에 따른 2개의 상이한 트윈 웨이퍼 스테이지의 상하부 정면도이다.

[0017] 도 6a 는 본 발명의 다른 일 실시형태에 따른 트윈 스테이지 리소그래피 머신의 상하부 정면도.

[0018] 도 6b 내지 6e는 본 발명에 따른 웨이퍼 교환을 나타내는 일련의 도면이다.

[0019] 도 7a 는 본 발명에 따라 피가공물을 제조하는 공정을 대략 나타내는 흐름도이다.

[0020] 도 7b 는 피가공물 처리를 보다 상세히 나타내는 흐름도이다.

[0021] 유사 참조 번호는 도면에서 유사 소자를 나타낸다.

[0022] 설 명

[0023] 도 1 은 본 발명의 특징을 갖는 리소그래피 머신 (10) 을 개략적으로 도시한다. 리소그래피 머신 (10) 은 프레임 (12), 조명 시스템 (조사 장치; 14), 광학 어셈블리 (16), 레티클 스테이지 어셈블리 (18), 피가공물 스테이지 어셈블리 (20), 측정 시스템 (22), 제어 시스템 (24), 및 유체 환경 시스템 (26) 을 포함한다. 리소그래피 머신 (10) 의 구성요소들의 설계는 리소그래피 머신 (10) 의 설계 요구 사항에 맞추어 가변될 수 있다.

[0024] 일 실시형태에서, 리소그래피 머신 (10) 을 이용하여 집적 회로의 패턴 (도시하지 않음) 을 레티클 (28) 로부터 반도체 웨이퍼 (30) (점선으로 표시함) 상에 전송한다. 리소그래피 머신 (10) 은 장착 베이스 (32), 예를 들어 그라운드, 베이스, 플로어 또는 다른 일부 지지 구조에 장착된다.

[0025] 본 발명의 다양한 실시형태에서, 리소그래피 머신 (10) 은 레티클 (28) 과 웨이퍼 (30) 를 동일한 속도로 이동시키면서 레티클 (28) 로부터의 패턴을 웨이퍼 (30) 상에 노광하는 스캐닝 타입 포토리소그래피 시스템으로서 사용될 수 있다. 스캐닝 타입 리소그래피 머신에서, 레티클 (28) 은 레티클 스테이지 어셈블리 (18) 에 의해 광학 어셈블리 (16) 의 광축에 수직으로 이동하게 되고, 웨이퍼 (30) 는 웨이퍼 스테이지 어셈블리 (20) 에 의해 광학 어셈블리 (16) 의 광축에 의해 수직으로 이동하게 된다. 레티클 (28) 및 웨이퍼 (30) 의 스캐닝은 레티클 (28) 및 웨이퍼 (30) 가 동기하여 이동하는 동안 발생한다.

[0026] 다른 방법으로, 리소그래피 머신 (10) 은, 레티클 (28) 및 웨이퍼 (30) 가 정지해 있는 동안 레티클 (28) 을 노광하는 스텝 앤 리피트 (step-and-repeat) 타입 포토리소그래피 시스템일 수 있다. 스텝 앤 리피트 공정에서, 웨이퍼 (30) 는 개별적인 필드 노광동안 레티클 (28) 및 광학 어셈블리 (16) 에 대하여 일정한 위치에 있다. 후속하여, 연속하는 노광 단계들 간에, 웨이퍼 (30) 는 웨이퍼 스테이지 어셈블리 (20) 와 함께 광학 어셈블리 (16) 의 광축에 수직하여 연속적으로 이동하게 되어 웨이퍼 (30) 의 다음 필드가 노광을 위해 광학 어셈블리 (16) 및 레티클 (28) 에 대한 위치에 놓이게 된다. 이러한 공정에 따르면, 레티클 (28) 상의 이미지들은 웨이퍼 (30) 의 필드들 상에 순차적으로 노광된 후, 웨이퍼 (30) 의 다음 필드가 광학 어셈블리 (16) 및 레티클 (28) 에 대한 위치에 놓이게 된다.

[0027] 그러나, 리소그래피 머신 (10) 은 반드시 반도체 제조용 포토리소그래피에만 이용되는 것은 아니다. 리소그래피 머신 (10) 은, 예를 들어, 액정 표시 피가공물 패턴을 직각 유리판 상에 노광하는 LCD 포토리소그래피 시스템, 또는 박막 자기 헤드를 제조하는 포토리소그래피 시스템으로서 이용될 수 있다. 이에 따라, "피가공물" 이라는 용어는 본 명세서에서 일반적으로 리소그래피를 이용하여 패터닝될 수 있는 임의의 장치를 가리키지만, 웨이퍼 또는 LCD 기판으로 제한되지는 않는다.

[0028] 장치 프레임 (12) 은 리소그래피 머신 (10) 의 구성요소들을 지지한다. 도 1 에 도시한 장치 프레임 (12) 은 장착 베이스 (32) 위에 위치한 레티클 스테이지 어셈블리 (18), 웨이퍼 스테이지 어셈블리 (20), 광학 어셈블리 (16), 및 조명 시스템 (14) 을 지지한다.

[0029] 조명 시스템 (14) 은 조명 소스 (34) 및 조명 광학 어셈블리 (36) 를 포함한다. 조명 소스 (34) 는 광 에너지의 빔 (광선) 을 방출한다. 조명 광학 어셈블리 (36) 는 조명 소스 (34) 로부터의 광 에너지의 빔을 광학 어셈블리 (16) 로 유도한다. 빔은 레티클 (28) 의 상이한 부분들을 선택적으로 조명하고 웨이퍼 (30) 를 노광한다. 도 1에서, 조명 소스 (34) 는 레티클 스테이지 어셈블리 (18) 위에서 지지되는 것으로서 도시되어 있다. 그러나, 전형적으로 조명 소스 (34) 는 장치 프레임 (12) 의 측면들 중 하나에 고정되고, 조명 소스 (34) 로부터의 에너지 빔은 조명 광학 어셈블리 (36) 와 함께 레티클 스테이지 어셈블리 (18) 위로 향한다.

[0030] 조명 소스 (34) 는 g-라인 소스 (436nm), i-라인 소스 (365nm), KrF 엑시머 레이저 (248nm), ArF 엑시머 레이저 (193nm), 또는 $F_2$ 레이저 (157nm) 일 수 있다. 다른 방법으로, 조명 소스 (34) 는 대전된 X-ray를 발생할 수 있다.

[0031] 광학 어셈블리 (16) 는 광을 레티클 (28) 을 통과하여 웨이퍼 (30) 로 투영 및/또는 포커싱한다. 리소그래피 머신 (10) 의 설계에 따라, 광학 어셈블리 (16) 는 레티클 (28) 상에 조명된 이미지를 확대 또는 축소할 수 있다. 광학 어셈블리 (16) 가 축소 시스템에 한정될 필요는 없다. 이것은 1x 이상의 확대 시스템

일 수도 있다.

[0032] 또한, 파장 200nm 이하의 진공 자외선 조사 (VUV) 를 이용하는 노광 피가공물을 이용하는 반사굴절 (catadioptric) 타입의 광학 시스템을 고려할 수 있다. 반사굴절 타입 광 시스템의 예로는, 공개 특허 출원용 공식 간행물에 공개된 일본 특개평 제 10-20195호 및 이에 대응하는 미국 특허번호 제 5,835,275 호 뿐만 아니라 일본 특개평 제8-171054호 및 이에 대응하는 미국 특허번호 제 5,668,672호 가 개시되어 있다. 이들의 경우, 반사 광 피가공물은 빔 스플리터 및 오목 미러를 포함하는 반사굴절 광 시스템일 수 있다. 공개 특허 출원용 공식 간행물에 공개된 일본 특개평 제 10-3039호 및 이에 대응하는 미국 특허번호 제 873,605 호 (출원일: 1997년 12월 6일) 뿐만 아니라 일본 특개평 제 8-334695 호 및 이에 대응하는 미국 특허번호 제 5,689,377 호도 오목 미러 등을 포함하는 반사굴절 타입 광 시스템을 이용한다. 허용되는 범위에서, 상기한 공개 특허 출원용 공식 간행물에 공개된 일본 특허 출원 뿐만 아니라 미국 특허들의 명세서는 참고로 포함된다.

[0033] 레티클 스테이지 어셈블리 (18) 는 광학 어셈블리 (16) 및 웨이퍼 (30) 에 대하여 레티클 (28) 을 유지 및 위치결정한다. 일 실시형태에서, 레티클 스테이지 어셈블리 (18) 는 레티클 (28) 을 유지하는 레티클 스테이지 (38), 및 레티클 스테이지 (38) 와 레티클 (28) 을 이동 및 위치시키는 레티클 스테이지 이동기 어셈블리 (40) 를 포함한다.

[0034] 각 스테이지 이동기 어셈블리 (40, 44) 는 3개의 자유도, 3개 미만의 자유도, 또는 3개 초과의 자유도로 각 스테이지 어셈블리 (38, 42) 를 이동시킬 수 있다. 예를 들어, 다른 실시형태에서, 각 이동기 스테이지 (40, 44) 는 하나 내지 여섯 개의 자유도로 각 스테이지 (38, 42) 를 이동시킬 수 있다. 레티클 스테이지 이동기 어셈블리 (40) 및 피가공물 스테이지 이동기 어셈블리 (44) 의 각각은, 로렌츠력을 활용하여 구동력을 발생하는 회전 모터, 보이스 코일 모터, 선형 모터와 같은 하나 이상의 이동기, 전자기 이동기, 평면 모터, 또는 다른 일부 힘을 이용하는 이동기를 포함할 수 있다.

[0035] 포토리소그래피 시스템 (미국 특허번호 제 5,623,853 호 또는 제 5,528,118 호를 참조하기 바라며, 그 내용은 본 명세서에 참고로 포함됨) 에서, 웨이퍼 스테이지 어셈블리 또는 레티클 스테이지 어셈블리에 선형 모터가 사용되면, 선형 모터는 에어 베어링 (air bearing) 을 이용하는 에어 부상 타입 또는 로렌츠력이나 반작용력을 이용하는 자기 부상 타입일 수 있다. 또한, 스테이지는 가이드를 따라 이동할 수 있거나, 가이드를 이용하지 않는 가이드리스 (guideless) 타입의 스테이지일 수 있다.

[0036] 다른 방법으로, 스테이지들 중 하나는 평면 모터에 의해 구동될 수 있으며, 이 평면 모터는 대향하는 위치에 2차원 배열된 코일들을 구비하는 아마추어 (armature) 코일 유닛 및 2차원 배열된 자석들을 구비하는 자석 유닛에 의해 발생하는 전자기력에 의해 그 스테이지를 구동한다. 이러한 타입의 구동 시스템에 의해, 자석 유닛 또는 아마추어 코일 유닛은 스테이지 베이스에 접속되고 나머지 유닛은 그 스테이지의 이동 면측 상에 장착된다.

[0037] 상기한 바와 같은 스테이지들의 이동은 포토리소그래피 시스템의 성능에 영향을 끼칠 수 있는 반작용력을 발생한다. 웨이퍼 (기판) 스테이지 이동에 의해 발생되는 반작용력은, 미국 특허번호 제 5,528,100호 및 일본 특개평 제 8-136485호에 설명되어 있는 바와 같이 프레임 부재를 이용함으로써 플로어 (그라운드) 에 기계적으로 전달될 수 있다. 또한, 레티클 (마스크) 스테이지 동작에 의해 발생되는 반작용력은, 미국 특허번호 제 5,874,820 호 및 일본 특개평 제 8-330224 호에 설명되어 있는 바와 같이 프레임 부재를 이용함으로써 플로어 (그라운드) 에 기계적으로 전달될 수 있다. 허용되는 범위에서, 미국 특허번호 제 5,528,100호, 제 5,874,820 호, 및 일본 특개평 제8-330224호는 본 명세서에 참고로 그 내용이 포함된다.

[0038] 측정 시스템 (22) 은 광학 어셈블리 (16) 에 대한 또는 다른 일부 기준에 대한 웨이퍼 (30) 및 레티클 (28) 의 움직임을 모니터링한다. 이 정보에 의해, 제어 시스템 (24) 은 레티클 스테이지 어셈블리 (18) 를 제어하여 레티클 (28) 을 정밀하게 위치결정할 수 있고 피가공물 스테이지 어셈블리 (20) 를 제어하여 웨이퍼 (30) 를 정밀하게 위치결정할 수 있다. 측정 시스템 (22) 의 설계는 다양할 수 있다. 예를 들어, 측정 시스템 (22) 은 복수의 레이저 간섭계, 인코더, 미러, 및/또는 다른 측정 디바이스를 활용할 수 있다.

[0039] 제어 시스템 (24) 은 측정 시스템 (22) 으로부터 정보를 수신하고 스테이지 이동기 어셈블리 (18, 20) 를 제어하여 레티클 (28) 및 웨이퍼 (30) 를 정밀하게 위치시킨다. 또한, 제어 시스템 (24) 은 환경 시스템 (26) 의 구성요소들의 동작을 제어할 수 있다. 제어 시스템 (24) 은 하나 이상의 프로세서 및 회로를 포함할 수 있다.

[0040] 환경 시스템 (26) 은 광학 어셈블리 (16) 와 웨이퍼 (30) 사이의 갭 (도시하지 않음) 에서의 환경을 제어한다. 이 갭은 이미징 필드를 포함한다. 이미징 필드는, 노광되고 있는 웨이퍼 (30) 의 영역에 인접하는 영역, 및 광 에너지의 빔이 광학 어셈블리 (16) 와 웨이퍼 (30) 사이에 이동하는 영역을 포함한다. 이러한 설계에 따라, 환경 시스템 (26) 은 이미징 필드에서의 환경을 제어할 수 있다. 환경 시스템 (26) 에 의해 갭에서 생성되는 그리고/또는 제어되는 원하는 환경은, 웨이퍼 (30) 에 따라 가변될 수 있고 조명 시스템 (14) 을 포함하여 리소그래피 시스템 (10) 의 구성요소들 중 나머지의 설계에 따라 가변될 수 있다. 예를 들어, 원하는 방식으로 제어된 환경은 물 (water) 과 같은 유체일 수 있다. 다른 방법으로, 원하는 제어되는 환경은 가스와 같은 또 다른 타입의 유체일 수 있다. 다양한 실시형태에서, 갭의 범위는 웨이퍼 (30) 의 최상면 및 광학 어셈블리 (16) 의 최종 광 소자 사이의 높이에서 0.1mm 내지 10mm 일 수도 있다.

[0041] 일 실시예에서, 환경 시스템 (26) 은 이미징 필드 및 갭의 나머지를 액침액체로 채운다. 환경 시스템 (26) 및 환경 시스템 (26) 의 구성요소들의 설계는 가변될 수 있다. 다른 실시형태에서, 환경 시스템 (26) 은 스프레이 노즐, 전자 동역학 (electro-kinetic) 스펀지, 다공성 물질 등을 이용하여 액침액체를 갭 내로 전달 및/또는 주입하고, 진공 펌프, 스펀지 등을 이용하여 갭으로부터 그 유체를 제거한다. 환경 시스템 (26) 의 설계는 가변될 수 있다. 예를 들어, 이것은 갭의 또는 갭 근처의 하나 이상의 위치에서 액침액체를 주입할 수 있다. 또한, 액침유체 시스템은 피가공물 (30), 광 어셈블리 (16) 의 갭 및/또는 에지 각각의 또는 각각의 근처의 하나 이상의 위치에서 액침액체의 제거 및/또는 배출 (scavenging) 을 지원할 수 있다. 다양한 환경 시스템에 대한 추가 상세에 대해서는, "Immersion Lithography Fluid Control System"이라는 명칭으로 2003년 4월 9일 출원한 미국 가출원번호 제 60/462,112 호, 및 "Vacuum Ring System and Wick Ring System for Immersion Lithography"라는 명칭으로 2003년 4월 10일자로 출원한 미국 가출원번호 제 60/462,142 호, 및 "Noiseless Fluid Recovery With Porous Material"이라는 명칭으로 2003년 9월 3일 출원한 미국 가출원번호 제 60,500,312호, 및 "Nozzle Design for Immersion Lithography"라는 명칭으로 2004년 2월 2일 출원한 미국 가출원번호 제 60/541,329 호를 참조하기 바라며, 이들 모두의 내용은 본 명세서에 참고로 포함된다.

[0042] 도 2 를 참조하면, 본 발명의 일 실시형태를 나타내는 리소그래피 머신의 단면을 도시하고 있다. 리소그래피 머신 (200) 은, 광학 어셈블리 (16), 및 웨이퍼 테이블 (204) 과 웨이퍼 스테이지 (206) 를 구비하는 스테이지 어셈블리 (202) 를 포함한다. 웨이퍼 테이블 (204) 은 광학 어셈블리 (16) 아래의 웨이퍼 (208) (또는 다른 임의의 타입의 피가공물) 를 지지하도록 구성된다. 광학 어셈블리 (16) 를 둘러싸는 환경 시스템 (26) 은, 웨이퍼 (208) 및 광학 어셈블리 (16) 의 최종 광 소자 사이의 갭으로부터 액침액체 (212) 를 공급 및 제거하는데 사용된다. 웨이퍼 로더 (loader; 218) 및 정렬 툴 (alignment tool; 220) (즉, 마이크로스코프 및 CCD 카메라) 을 포함하는 피가공물 교환 시스템 (216) 은 웨이퍼 테이블 (204) 상의 웨이퍼 (208) 를 제거하여 제 2 웨이퍼로 대체하도록 구성된다. 이것은 전형적으로 웨이퍼 로더 (218) 를 이용하여 웨이퍼 (208) 를 웨이퍼 테이블 (204) 로부터 들어 올려 제거함으로써 달성된다. 후속하여, 제 2 웨이퍼 (도시하지 않음) 는 웨이퍼 척 (218) 상에 배치되고, 정렬 툴 (220) 을 이용하여 정렬된 후, 웨이퍼 테이블 (204) 의 광학 어셈블리 (16) 아래에 위치결정된다.

[0043] 이 실시형태에 따르면, 웨이퍼 스테이지 (206) 는 웨이퍼 교환동안 광학 어셈블리 (16) 의 최종 광 소자에 인접하는 갭에서 액침액체 (212) 를 유지하도록 구성된 액침액체 함유 시스템 (214) 을 포함한다. 액침액체 함유 시스템 (214) 은 웨이퍼 테이블 (204) 에 인접하는 패드 (222) 를 포함한다. 패드 (222) 와 웨이퍼 스테이지 (206) 사이에 설치되는 지지 부재 (224) 를 이용하여 패드 (222) 를 지지한다. 웨이퍼 테이블 (204) 은 웨이퍼 (208) 의 면과 공면인 (coplanar) 평평한 상부면을 구비한다. 또한, 패드 (222) 는 웨이퍼 테이블 (204) 의 상부면 및 웨이퍼 표면과 공면인 평평한 상부면를 구비한다. 패드 (222) 는 웨이퍼 테이블 (204) 에 인접하여 매우 작은 갭 (예를 들어, 0.1 내지 1.0mm) 으로 배열되어 액침액체 (212) 가 웨이퍼 테이블 (204) 과 패드 (222) 사이에 누출되지 않고 이동가능하다. 웨이퍼 교환동안, 웨이퍼 스테이지 (206) 는 화살표 (226) 방향으로 이동하여 패드 (222) 가 웨이퍼 테이블 (204) 대신에 광학 어셈블리 아래에 위치하여, 갭에서의 유체를 유지하거나 유체 갭의 크기를 유지한다. 새로운 웨이퍼가 정렬된 후, 웨이퍼 스테이지는 다시 원래의 위치로 복귀하여 패드 (222) 가 갭으로부터 제거될 때 제 2 웨이퍼는 광학 어셈블리 (16) 아래에 위치한다. 다양한 실시형태에서, 패드 (222) 는 웨이퍼 테이블 (204) 에 인접하여 갭 없이 연속적으로 배치된다. 웨이퍼 테이블 (204) 이 광학 어셈블리 (16) 아래로부터 이동되기 전에, 웨이퍼 테이블 표면이 패드 표면과 공면이 되도록 웨이퍼 테이블 (204) 의 수직 위치 및/또는 기울기를 조절할 수 있다. 패드 (222) 및 광학 어셈블리 (16) 사이의 갭을 유지하는 것은 단지 웨이퍼 교환 동작에 한정되지

않는다. 패드 (222) 는 정렬 동작 또는 측정 동작 동안 패드 (222) 및 광학 어셈블리 (16) 사이의 공간에서 액침액체 (212) 를 유지할 정도로 넓을 수 있다. 이들 동작시에, 액침액체 (212)가 차지하는 영역의 일부는 웨이퍼 테이블 (204) 의 상부면 상에 위치할 수 있다.

[0044] 도 3a 및 3b 를 참조하면, 본 발명의 다른 실시형태에 따른 액침 리소그래피 머신의 단면도 및 상부 정면도가 도시되어 있다. 리소그래피 머신 (300) 은, 광학 어셈블리 (16), 및 웨이퍼 테이블 (304) 과 웨이퍼 스테이지 (306) 를 구비하는 스테이지 어셈블리 (302) 를 포함한다. 웨이퍼 테이블 (304) 은 광학 어셈블리 (16) 아래에서 웨이퍼 (308) (또는 다른 임의의 타입의 피가공물) 를 지지하도록 구성된다. 광학 어셈블리 (16) 를 둘러싸는 환경 시스템 (26) 은, 웨이퍼 (308) 및 광학 어셈블리 (16) 의 최저 광 소자 사이의 갭으로부터 액침액체 (312) 를 공급 및 제거하는데 사용된다. 웨이퍼 로더 (318) 및 정렬 툴 (320) 을 포함하는 피가공물 교환 시스템 (316) 은 웨이퍼 테이블 (304) 상의 웨이퍼 (308) 를 제거하여 제 2 웨이퍼로 대체하도록 구성된다. 이것은 웨이퍼 로더 (318) 를 이용하여 웨이퍼 (308) 를 웨이퍼 테이블로부터 제거함으로써 달성된다. 후속하여, 제 2 웨이퍼 (도시하지 않음) 는 웨이퍼 척 (318) 상으로 배치되고, 정렬 툴 (320) 을 이용하여 정렬된 후, 광학 어셈블리 (16) 아래에 위치결정된다. 도 3b 에 가장 잘 도시하고 있듯이, 한 세트의 모터 (322) 를 이용함으로써, 동작시 2개 자유도 (X 및 Y) 로 웨이퍼 테이블 (304) 및 웨이퍼 스테이지 (306) 를 구비하는 웨이퍼 어셈블리 (302) 를 이동한다. 상기한 바와 같이, 모터 (322) 는 선형 모터, 회전 모터, 보이스 코일 모터 등과 같은 임의의 타입의 모터일 수 있다.

[0045] 액침 리소그래피 머신 (300) 은, 광학 어셈블리 아래로부터 웨이퍼 테이블 (304) 이 멀어지는 동안 광학 어셈블리 (16) 아래의 공간에서 액침액체 (312) 를 유지하도록 구성된 액침액체 함유 시스템 (324) 도 포함한다. 액침액체 함유 시스템 (324) 은 패드 (326), 모터 (328), 및 제어 시스템 (330) 을 포함한다. 패드 (326) 는 웨이퍼 테이블 (204) 및 광학 어셈블리 (16) 에 인접하여 위치한다. 웨이퍼 테이블 (304) 은 웨이퍼 (308) 의 면과 공면인 평평한 상부면을 구비한다. 패드 (326) 는 웨이퍼 표면 및 웨이퍼 테이블 (304) 의 상부면과 공면인 평평한 상부면을 구비한다. 패드 (326) 는 제어 시스템 (330) 에 의해 제어되는 모터 (328) 를 이용하여 X 및 Y 방향으로 이동가능하다. 모터 (328) 는 모터 (322) 뿐만 아니라 임의의 타입의 모터일 수 있다. 패드 (326) 는 웨이퍼 테이블 (304; 웨이퍼 스테이지(306)) 이 광학 어셈블리 (16) 아래로부터 멀어질 때 광학 어셈블리 (16) 아래에 위치결정된다. 웨이퍼 교환 동안, 웨이퍼 테이블 (304) 은 광학 어셈블리 (16) 로부터 멀어진다. 동시에, 제어 시스템 (330) 은 광학 어셈블리 (16) 아래의 패드 (326) 를 이동하도록 모터 (328) 에게 지시하여, 웨이퍼 테이블 (308) 을 대체하게 된다. 따라서, 패드 (326) 는 광학 어셈블리 (16) 아래의 갭 내에서 액침액체 (312) 를 유지한다. 정렬 툴 (320) 을 이용하여 새로운 웨이퍼가 정렬된 후, 웨이퍼 테이블 (304) 은 광학 어셈블리 (16) 아래에 다시 위치한다. 동시에, 제어 시스템 (330) 은 패드 (326) 를 갭으로부터 후퇴하도록 모터에게 지시하여, 액침액체 (312) 의 누출을 방지한다. 웨이퍼 교환 동작에서, 제어 시스템 (330) 은 웨이퍼 테이블 (304) 및 패드 (326) 사이에 작은 갭을 갖는 상태로 웨이퍼 테이블 (304) 및 패드 (326) 를 이동하는 한편, 광학 어셈블리 (16) 아래의 액침액체 (312) 는 웨이퍼 테이블 (304) 과 패드 (326) 사이에 이동한다. 따라서, 액침액체 함유 시스템 (324) 은 웨이퍼 교환 동안 갭으로부터 액침액체 (312) 를 유지한다. 이 실시형태에서, 웨이퍼 테이블 (304; 웨이퍼 스테이지(306)) 및 패드 (326) 는 개별적으로 이동가능하다. 따라서, 웨이퍼 테이블 (326) 은 자유롭게 이동가능한 한편 액침액체 (312) 는 패드 (326) 및 광학 어셈블리 (16) 사이의 공간에서 유지된다. 본 발명의 다양한 실시형태에서, 제어 시스템 (330) 은, 별도의 제어 시스템일 수 있거나, 웨이퍼 스테이지 (302) 및 웨이퍼 테이블 (304) 을 위치시키도록 모터 (322) 를 제어하는데 사용되는 제어 시스템 내로 집적될 수 있다. 웨이퍼 테이블 (304) 및 패드 (326) 중 적어도 하나의 수직 위치 및/또는 기울기를 조절하여 웨이퍼 테이블이 광학 어셈블리 (16) 아래로부터 이동하기 전에 웨이퍼 테이블 표면이 패드 표면과 공면이 되게 할 수 있다. 웨이퍼 테이블 (304) 이 광학 어셈블리 (16) 로부터 멀어지는 동작은 반드시 웨이퍼 교환 동작으로만 제한되는 것은 아니다. 예를 들어, 패드 (326) 와 광학 어셈블리 (16) 사이의 공간에서 액침액체 (312) 를 유지하면서 정렬 동작, 측정 동작, 또는 다른 동작을 실행할 수도 있다.

[0046] 도 4a 및 4b 를 참조하면, 액침 리소그래피 머신의 2개의 단면을 도시하고 있다. 리소그래피 머신 (400) 은 광학 어셈블리 (16), 및 웨이퍼 테이블 (404) 과 웨이퍼 스테이지 (406) 를 구비하는 스테이지 어셈블리 (402) 를 포함한다. 웨이퍼 테이블 (404) 은 광학 어셈블리 (16) 아래의 웨이퍼 (408) (또는 다른 임의의 타입의 피가공물) 를 지지하도록 구성된다. 광학 어셈블리 (16) 를 둘러싸는 환경 시스템 (26) 은, 웨이퍼 (408) 및 광학 어셈블리 (16) 의 최종 광 소자 사이의 갭으로부터 액침액체 (412) 를 공급 및 제거하는데 사용된다. 웨이퍼 로더 (418) 및 정렬 툴 (420) 을 포함하는 피가공물 교환 시스템 (416) 은, 웨이퍼 테이블 (404) 상의 웨이퍼 (408) 를 제거하여 제 2 웨이퍼로 대체하도록 구성된다. 이것은 웨이퍼 로더

(418) 를 이용하여 웨이퍼 (408) 를 웨이퍼 테이블 (404) 로부터 제거함으로써 달성된다. 후속하여, 제 2 웨이퍼 (도시하지 않음) 는 웨이퍼 척 (418) 상으로 배치되고, 정렬 툴 (420) 을 이용하여 정렬된 후, 도 4a 에 도시한 바와 같이 웨이퍼 테이블 (404) 의 광학 어셈블리 (16) 아래에 위치결정된다.

[0047] 또한, 액침 리소그래피 머신 (400) 은, 광학 어셈블리 (16) 아래로부터 웨이퍼 테이블 (404) 이 멀어지는 동안 광학 어셈블리 (16) 아래의 공간에서 액침액체 (412) 를 유지하도록 구성된 액침액체 함유 시스템 (424) 을 포함한다. 액침액체 함유 시스템 (424) 은 패드 (426), 광학 어셈블리 (16) 상에 설치되는 제 1 클램프 (428), 및 웨이퍼 테이블 (404) 상에 설치되는 제 2 클램프 (430) 를 포함한다. 액침액체 (412) 가 광학 어셈블리 (16) 및 웨이퍼 테이블 (404) (또는 웨이퍼 (408) ) 간에 존재할 때, 패드 (426) 는 제 2 클램프 (430) 에 의해 웨이퍼 테이블 (404) 상의 제 위치에서 유지된다. 웨이퍼 테이블 (404) 이 광학 어셈블리 (16) 로부터 멀어질 때, 예를 들어, 웨이퍼 교환 동작 동안, 패드 (426) 는 웨이퍼 테이블 (404) 로부터 분리되며 제 1 클램프 (428) 에 의해 유지되어 광학 어셈블리 (16) 와 패드 (426) 사이의 액침액체 (412) 가 유지된다. 웨이퍼 테이블 (404) 은 웨이퍼 (408) 의 표면과 공면인 평평한 상부면을 구비한다. 웨이퍼 테이블 (404) 상에서 유지된 패드 (426) 도 웨이퍼 테이블 (404) 의 상부면 및 웨이퍼 표면과 공면인 평평한 상부면을 구비한다. 따라서, 액침액체를 누출하지 않고서 광학 어셈블리 아래의 액침 패드 (426) 및 웨이퍼 (408) 를 이동할 수 있다. 다양한 실시형태에서, 클램프 (428 및 430) 는 진공 클램프, 자기 클램프, 정전기 클램프, 또는 기계적 클램프일 수 있다.

[0048] 도 4a 에 가장 잘 도시되어 있듯이, 패드 (426) 는 웨이퍼 (408) 노광 동안 웨이퍼 테이블 (404) 상에 위치결정된다. 제 2 클램프 (430) 를 이용하여 웨이퍼 노광 동안 패드 (426) 를 웨이퍼 테이블 (404) 상의 제 위치에 유지하게 된다. 도 4b 에 도시한 바와 같은 웨이퍼 교환 동안, 웨이퍼 테이블 (404) 은 화살표 (432) 방향으로 이동하여 패드 (426) 가 웨이퍼 (408) 대신에 광학 어셈블리 (16) 아래에 위치한다. 이때, 웨이퍼 테이블 (404) 에 대하여 패드 (426) 를 유지하는 제 2 클램프 (430) 가 해제되는 한편 제 1 클램프 (428) 는 광학 어셈블리 (16) 에 대하여 패드 (426) 를 유지한다. 그 결과, 액침액체 (412) 가 광학 어셈블리 아래에서 유지되는 동안 웨이퍼 (408) 가 교환된다. 새로운 웨이퍼가 정렬된 후, 웨이퍼 테이블 (404) 은 반대 화살표 방향 (432) 으로 이동하게 되어 새로운 웨이퍼가 광학 어셈블리 아래에 위치결정된다. 이러한 이동 전에, 제 1 클램프 (428) 가 해제되는 한편 제 2 클램프 (430) 가 웨이퍼 테이블 (404) 에 대하여 패드 (426) 를 다시 유지한다. 이 실시형태에서, 웨이퍼 테이블 (404) 은 자유롭게 이동가능한 한편 패드 (426) 가 제 1 클램프 (428) 에 의해 클램핑된다.

[0049] 다양한 실시형태에서, 패드 (426) 가 제 1 클램프 (428) 에 의해 클램핑되는 동작은 단지 웨이퍼 교환 동작에 한정되지 않는다. 광학 어셈블리 (16) 및 제 1 클램프 (428) 에 의해 클램핑되는 패드 (426) 사이의 공간에서 액침액체 (312) 가 유지되는 동안 정렬 동작, 측정 동작, 또는 다른 임의의 동작을 실행할 수 있다. 또한, 클램프 (428) 는 프레임 (12) 이나 다른 지지 부재 상에 설치될 수 있으며, 클램프 (430) 는 웨이퍼 스테이지 (406) 상에 설치될 수 있다. 패드 (426) 는 스테이지 어셈블리 (402) 가 아닌 이동가능한 부재 상에서 유지될 수 있다.

[0050] 도 5a 및 5b 는 본 발명의 다른 실시형태들에 따른 2개의 상이한 트윈 스테이지 액침 리소그래피 시스템의 상하부 정면도이다. 트윈 스테이지 리소그래피 시스템의 기본 동작 및 구조에 대해서는, 미국특허 제 6,262,796호 및 제 6,341,007 호를 참고한다. 허용되는 범위 내에서, 미국 특허 번호 제 6,262,796 호 및 제6,341,007 호의 내용이 본 명세서에 참고로 포함된다. 이들의 양측 실시형태에서는, 한 쌍의 웨이퍼 스테이지 (WS1 및 WS2) 가 도시된다. 모터 (502) 를 이용하여 2개 스테이지 (WS1 및 WS2) 를 수평 방향으로 이동시키거나 위치시키는 반면 모터 (504) 를 이용하여 스테이지 (WS1 및 WS2) 를 수직 방향으로 이동하거나 위치시킨다. 모터 (502, 504) 는 광학 어셈블리 (16) 아래에서 하나의 스테이지를 양자 택일 방식으로 위치결정하는 한편 나머지 스테이지 상에서 웨이퍼 교환 및 정렬을 수행한다. 광학 어셈블리 (16) 아래에서의 웨이퍼 노광이 완료되면, 2개 스테이지는 교환되고 상기한 공정을 반복하게 된다. 이러한 구성에 따라, 도 2 내지 도 4를 참조하여 설명 및 예시한, 광학 어셈블리 (16) 아래의 갭에서의 액침액체를 유지하는 본 발명의 다양한 실시형태에서는, 2 개 중 1 개의 트윈 스테이지 구성을 이용할 수 있다. 예를 들어 도 2 의 실시형태에 대해서는, 도 5a 또는 5b의 각 웨이퍼 스테이지 (SW1, SW2) 를 수정하여 패드 (222) 및 지지 부재 (224) 를 포함할 수 있다. 도 3 의 실시형태에 대해서는, 단일 패드 (326), 모터 (328), 및 제어 시스템 (330) 을 광학 어셈블리 (16) 에 인접하여 이용할 수 있다. 패드 (326) 는 스테이지 (SW1 및 SW2) 로부터 별도로 이동가능하다. 스테이지 (SW1 및 SW2) 가 교환되는 시기 동안, 패드 (326) 는 광학 어셈블리 (16) 아래로 이동되어 광학 어셈블리 (16) 아래의 액침액체 (312) 를 유지한다. 마지막으로, 도 4 의 실시형태에서는, 탈착가능한 단일 패드를 이용할 수 있다. 스테이지 (SW1 및 SW2) 가 교환되는 시기

동안, 패드 (426) 를 이용하여 도 4b 에 도시한 바와 같이 갭에서의 액침액체를 유지한다. 반면에, 노광 동안, 패드는 노광되고 있는 웨이퍼 스테이지 상의 웨이퍼 테이블 상으로 클램핑된다. 이러한 방식으로, 2개 스테이지 (WS1 및 WS2) 용으로 단일 패드만이 필요하다. 다른 방법으로, 후술하는 바와 같이, 제 2 스테이지를 패드로서 이용할 수도 있다.

[0051] 도 6a 를 참조하면, 본 발명을 실시하는 일 실시형태에 따른 트윈 스테이지 리소그래피 머신의 상하부도를 도시하고 있다. 이 실시형태에서, 액침 리소그래피 시스템 (600) 은 제 1 스테이지 (604) 및 제 2 스테이지 (606) 를 포함한다. 2개 스테이지는 모터 (602) 에 의해 X 및 Y 방향으로 이동한다. 이 실시형태에서, 스테이지 (604 및 606) 자신은 갭에서 액침액체를 함유하는데 사용된다. 이 도에서 도시한 바와 같이 예를 들어, 제 1 스테이지 (604) 는 광학 어셈블리 (16) 아래에 위치결정된다. 피가공물을 교환할 시기에, 모터 (602) 를 이용하여 제 1 스테이지 (604) 에 인접하는 제 2 피가공물와 함께 제 2 스테이지 (606) 를 위치결정된다. 2개 스테이지가 옆으로 나란히 위치결정된 상태에서, 이들은 실질적으로 연속면을 형성한다. 후속하여, 모터 (602) 를 이용하여 2개 스테이지를 일제히 이동하여 제 2 스테이지 (604) 가 광학 어셈블리 (16) 아래에 위치결정되고 제 1 스테이지가 더 이상 광학 어셈블리 (16) 아래에 위치결정되지 않는다. 따라서, 제 1 피가공물이 광학 어셈블리 (16) 로부터 멀어질 때, 갭에서의 액침액체는, 제 1 스테이지와 실질적으로 연속면을 형성하는 제 2 스테이지 (606) 에 의해 유지된다. 다양한 다른 실시형태에서, 제 2 스테이지 (606) 는, 2 피가공물이 제 1 스테이지 (604) 상으로 배치되는 동안 갭에서의 액침액체를 유지하는데 사용되는 패드를 포함하는 "패드" 스테이지일 수도 있다. 유사하게, 도 5a 또는 5b에 도시한 모터 구성을 이용할 수 있다.

[0052] 도 6b 내지 6e 를 참조하면, 본 발명의 일 실시형태에 따른 피가공물 교환을 나타내는 일련의 도면이 도시되어 있다. 도 6b 는 노광이 완료된 후 스테이지 (604) 상의 웨이퍼를 나타낸다. 도 6c 는 광학 어셈블리 (16) 아래에서 제 1 스테이지 (604) 와 접촉하는 (또는 매우 인접하는) 제 2 스테이지 (606) 를 나타낸다. 도 6d 는 전이 발생 위치를 나타내며, 다시 말하면, 제 2 스테이지 (606) 가 광학 어셈블리 (16) 아래에 위치한다. 마지막으로, 도 6e 를 참조하면, 제 1 스테이지 (604) 는 광학 어셈블리 (16) 로부터 멀어진다. 도 6c 및 6d 에 가장 잘 도시되어 있듯이, 2 개 스테이지 (604 및 606) 는 전이 동안 광학 어셈블리 (16) 아래에서 연속면을 제공하고, 따라서 갭에서의 액침액체를 유지한다. 예시한 이 실시형태에서, 제 2 스테이지 (606) 는 패드 스테이지이다. 그러나, 이 스테이지는 상기한 바와 같이 피가공물 스테이지일 수도 있다.

[0053] 상기한 다양한 실시형태에서, 패드는 세라믹, 금속 플라스틱과 같은 다수의 상이한 물질로 형성될 수 있다. 이들 물질은 다른 실시형태에 따라 테플론 (Teflon) 으로 코팅될 수도 있다. 즉, 패드는 액침액체를 흐르게 하는 표면을 갖는다. 또한, 패드 크기는 액침액체가 차지하는 영역을 커버하도록 충분히 커야 한다. 상기한 다양한 실시형태에서, 광학 어셈블리 (16) 의 최종 광 소자의 표면은 액침액체 환경 아래에서 일정하여, 유체 마크 (예를 들어, 워터 마크) 의 형성을 방지한다.

[0054] 반도체 웨이퍼는 도 7a 에 도시한 공정에 의해 상기한 시스템들을 이용하여 제조될 수 있다. 단계 (701) 에서, 피가공물의 기능 및 성능 특징을 설계한다. 다음으로 단계 (702) 에서, 이전 설계 단계에 따라 패턴을 갖는 마스크 (레티클) 를 설계하고, 동시에 단계 (703) 에서, 웨이퍼를 실리콘 물질로 형성한다. 단계 (702) 에서 설계된 마스크 패턴을, 본 발명에 따라 상기한 포토리소그래피 시스템에 의해 단계 (704) 에서 단계 (703) 의 웨이퍼 상에 노광한다. 단계 (705) 에서, 반도체 피가공물을 조립 (다이싱 공정, 본딩 공정, 및 패키징 공정을 포함함) 하고, 마지막으로, 단계 (706) 에서 피가공물을 검사한다.

[0055] 도 7b 는 반도체 피가공물을 제조하는 경우 상기한 단계 (704) 의 상세한 흐름도를 나타낸다. 도 7b 를 참조하면, 단계 (산화 단계; 711) 에서, 웨이퍼 표면이 산화된다. 단계 (CVD 단계; 712) 에서, 웨이퍼 표면 상에 절연막을 형성한다. 단계 (전극 형성 단계; 713) 에서, 증기 증착에 의해 웨이퍼 상에 전극을 형성한다. 단계 (이온 주입 단계; 714) 에서, 이온을 웨이퍼 내에 주입한다. 상기한 단계들 (711 내지 714) 은 웨이퍼 처리 동안 웨이퍼를 위한 전처리 단계들을 형성하고, 처리 요구 사항에 따라 각 단계에서 선택을 행한다.

[0056] 웨이퍼 프로세스의 각 스테이지에서, 상기한 전처리 단계들을 완료하였을 때, 다음에 따르는 후처리 단계들을 구현한다. 후처리 동안, 먼저, 단계 (포토레지스트 형성 단계; 715) 에서, 포토레지스트를 웨이퍼에 도포한다. 다음으로, 단계 (노광 단계; 716) 에서, 상기한 노광 피가공물을 이용하여 마스크 (레티클) 의 회로 패턴을 웨이퍼로 전사한다. 이후, 단계 (현상 단계; 717) 에서, 노광된 웨이퍼를 현상하고, 단계 (에칭 단계; 718) 에서, 잔여 포토레지스트가 아닌 부분들 (즉, 노광된 물질 표면) 을 에칭에 의해 제거한다.

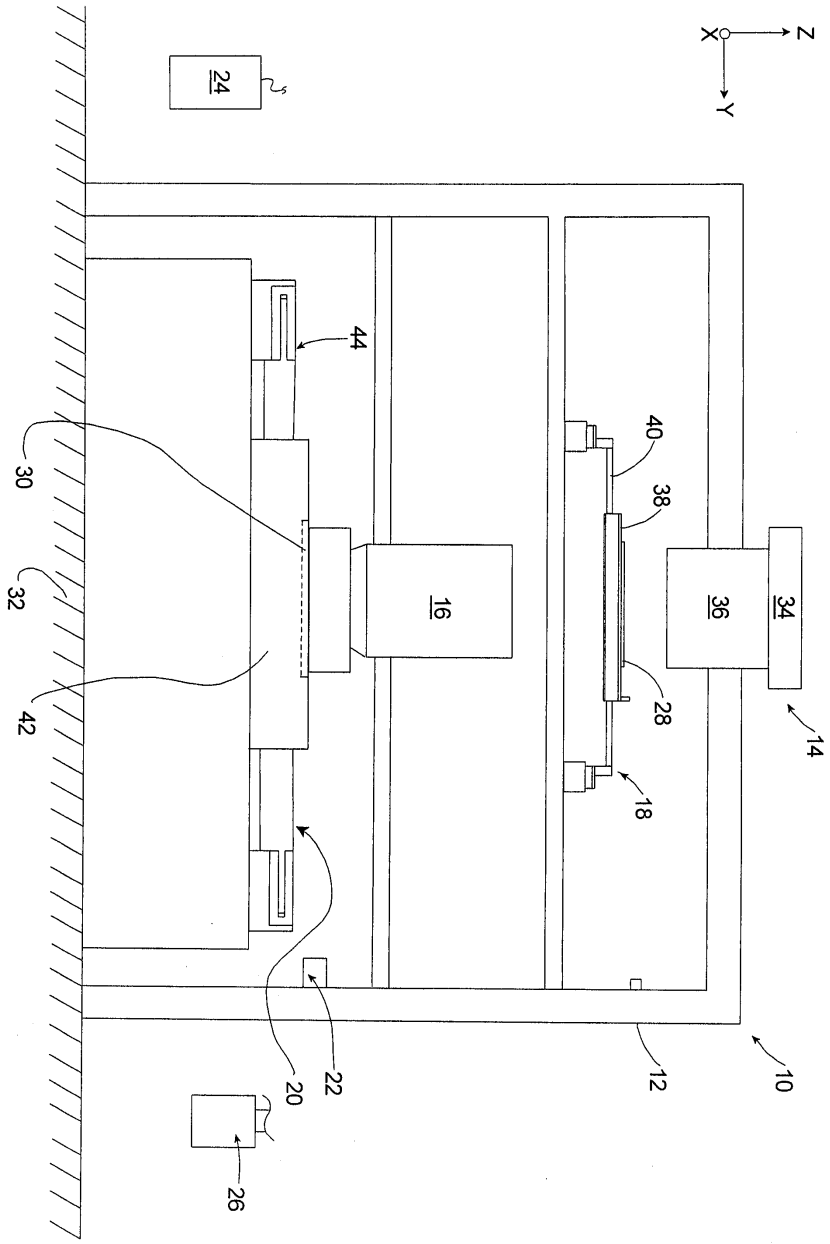
단계 (포토레지스트 제거 단계; 719) 에서, 에칭 후 남아있는 불필요한 포토레지스트를 제거한다.

[0057] 이들 전처리 및 후처리 단계들을 반복함으로써 다중 회로를 형성한다.

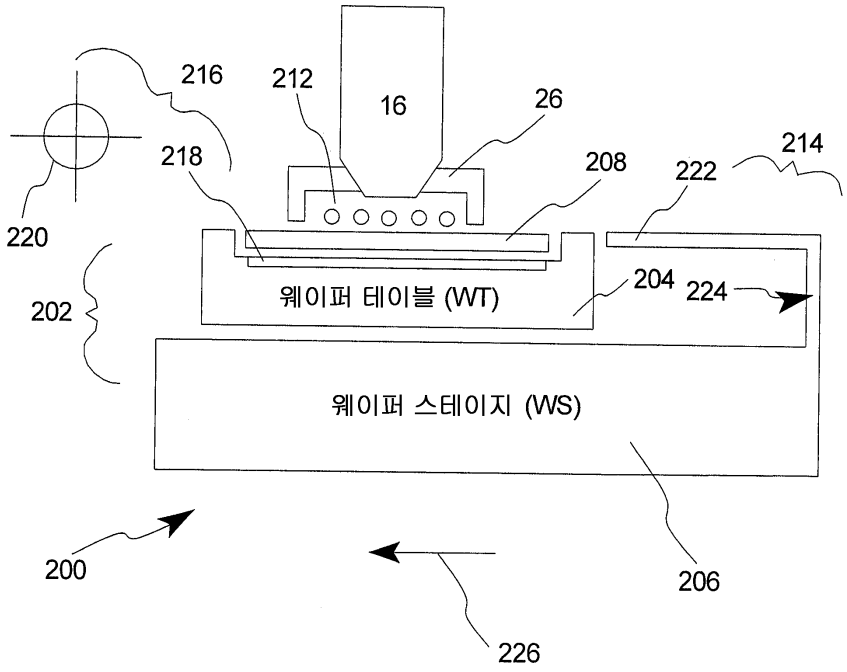
[0058] 본 명세서에서 설명하고 도시한 바와 같은 특정 리소그래피 머신이 상기한 목적을 충분히 달성하고 있고 이점을 제공할 수 있지만, 이것은 단지 본 발명의 바람직한 실시형태의 예일 뿐이며 청구범위를 제외한 나머지 부분에서의 설계 또는 구성의 상세에 어떠한 제한도 없다는 것을 이해하여야 한다.

## 도면

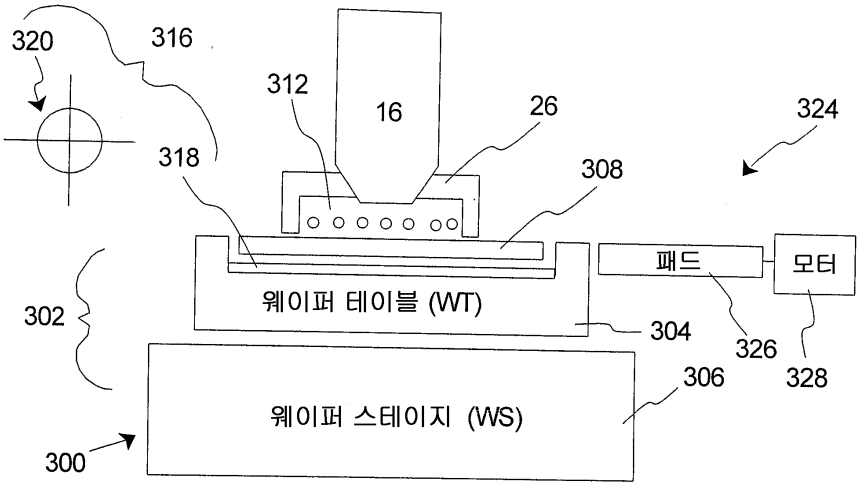
### 도면1



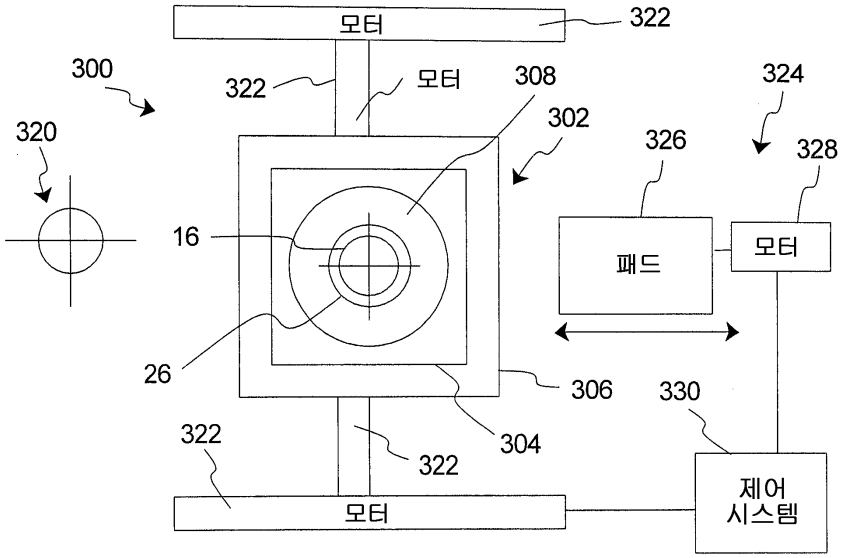
도면2


216
212
16
26
214
218
208
222
220
웨이퍼 테이블 (WT)
204
224
202
웨이퍼 스테이지 (WS)
200
206
226

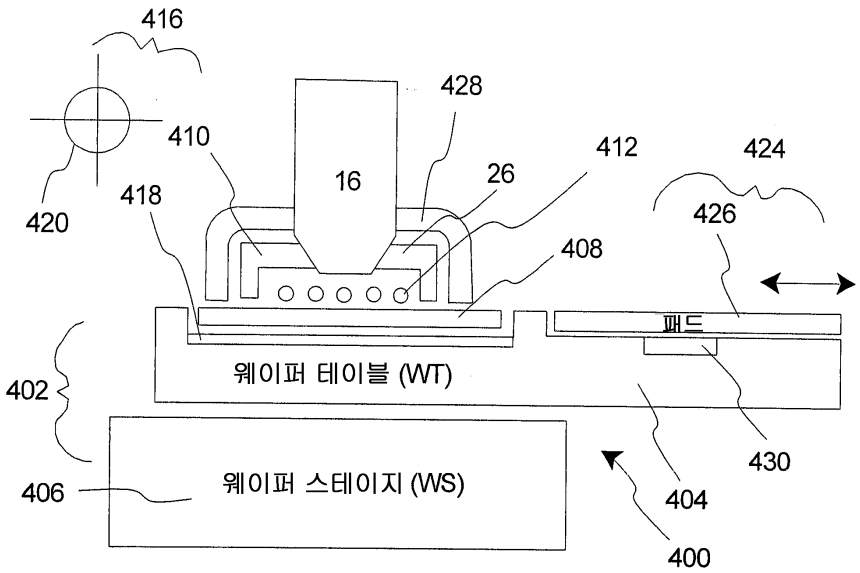
도면3a


320
316
312
16
26
324
318
308
패드
모터
웨이퍼 테이블 (WT)
302
304
326
328
306
웨이퍼 스테이지 (WS)
300

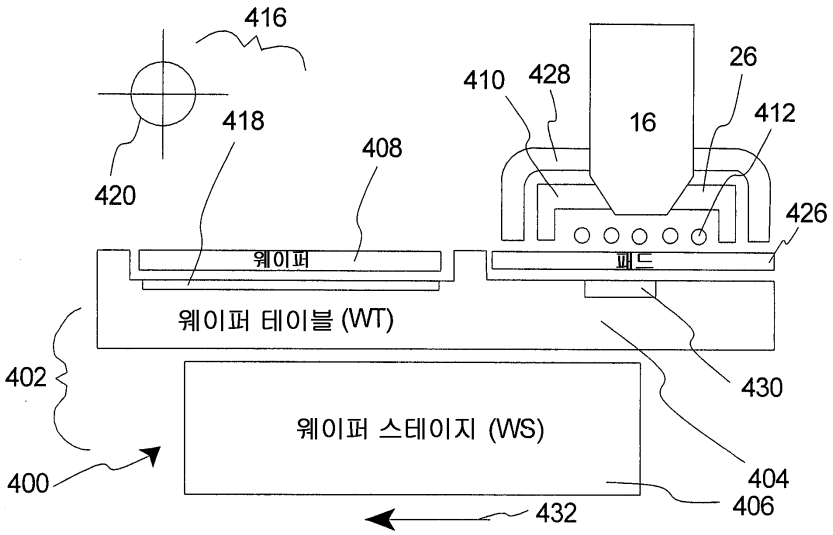
도면3b


모터
322
300
322
모터
308
324
320
302
326
328
16
패드
모터
26
306
330
322
304
322
제어
시스템
모터

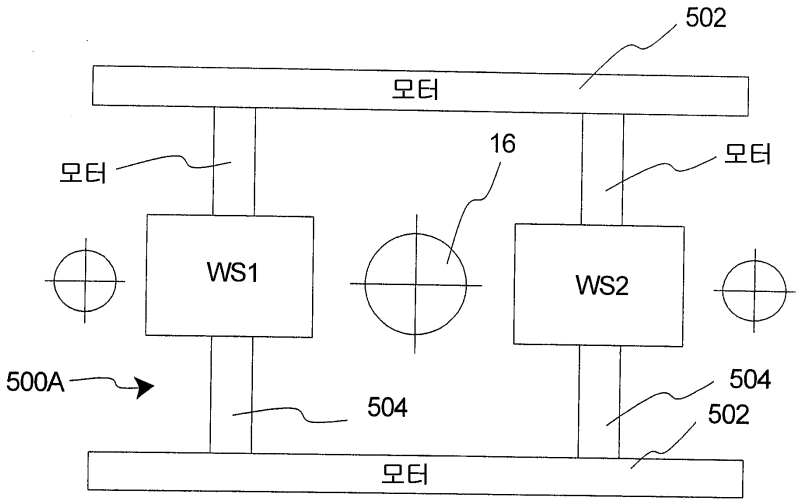
도면4a


416
428
410
412
424
16
26
418
426
420
408
패드
웨이퍼 테이블 (WT)
402
430
406
웨이퍼 스테이지 (WS)
404
400

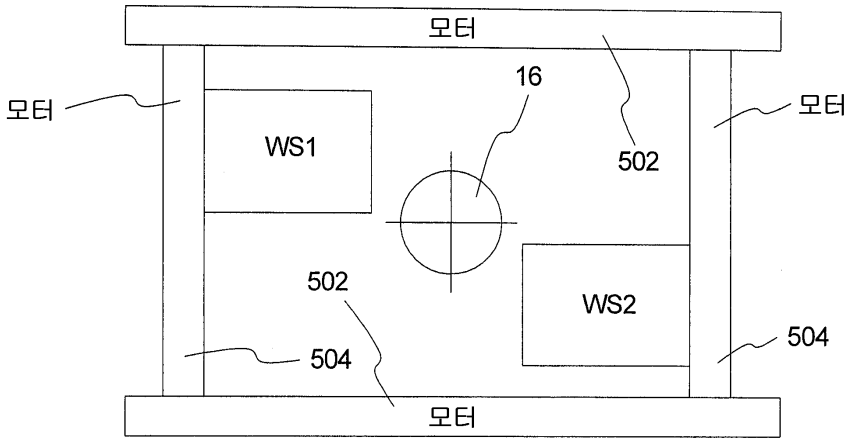
도면4b


416
418
420
408
410
428
16
26
412
426
웨이퍼
패드
웨이퍼 테이블 (WT)
402
400
웨이퍼 스테이지 (WS)
430
404
406
432

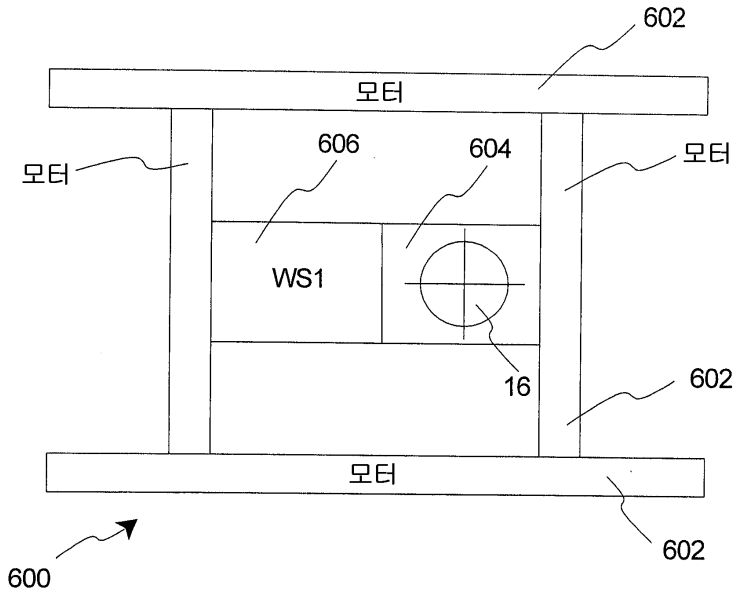
도면5a


502
모터
모터
16
모터
WS1
WS2
500A
504
504
502
모터

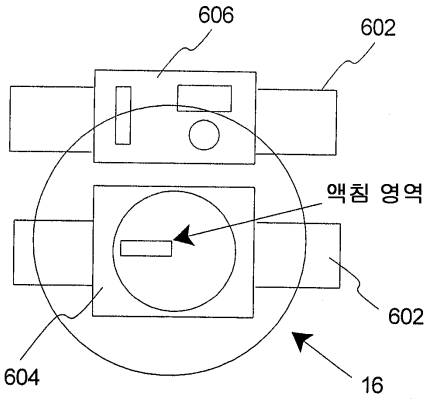
도면5b


모터
16
모터
모터
WS1
502
502
WS2
504
504
모터

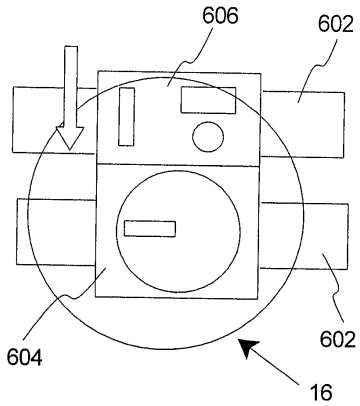
도면6a


602
모터
606
604
모터
모터
WS1
16
602
모터
602
600

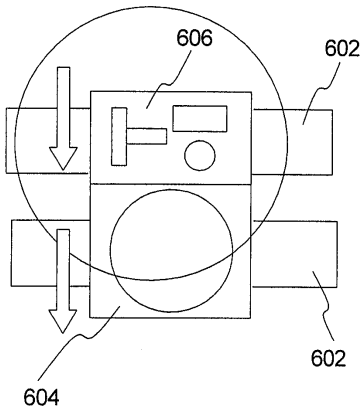
도면6b



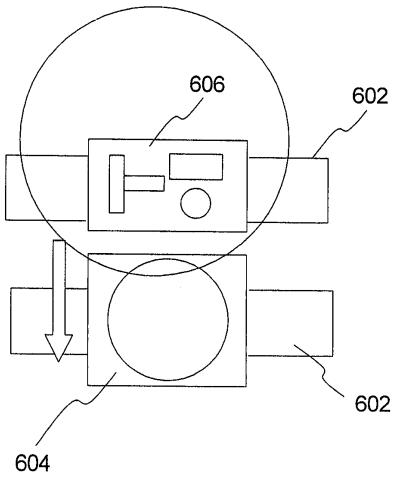

도면6c



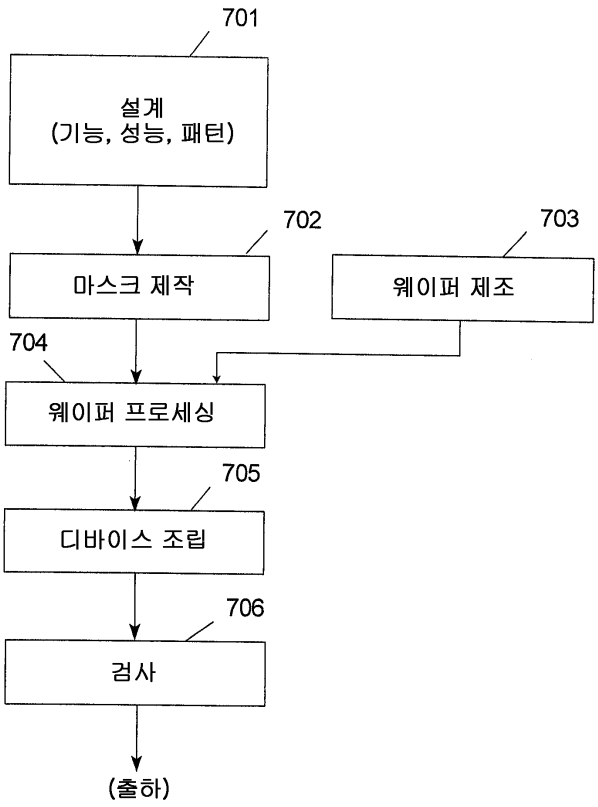

도면6d



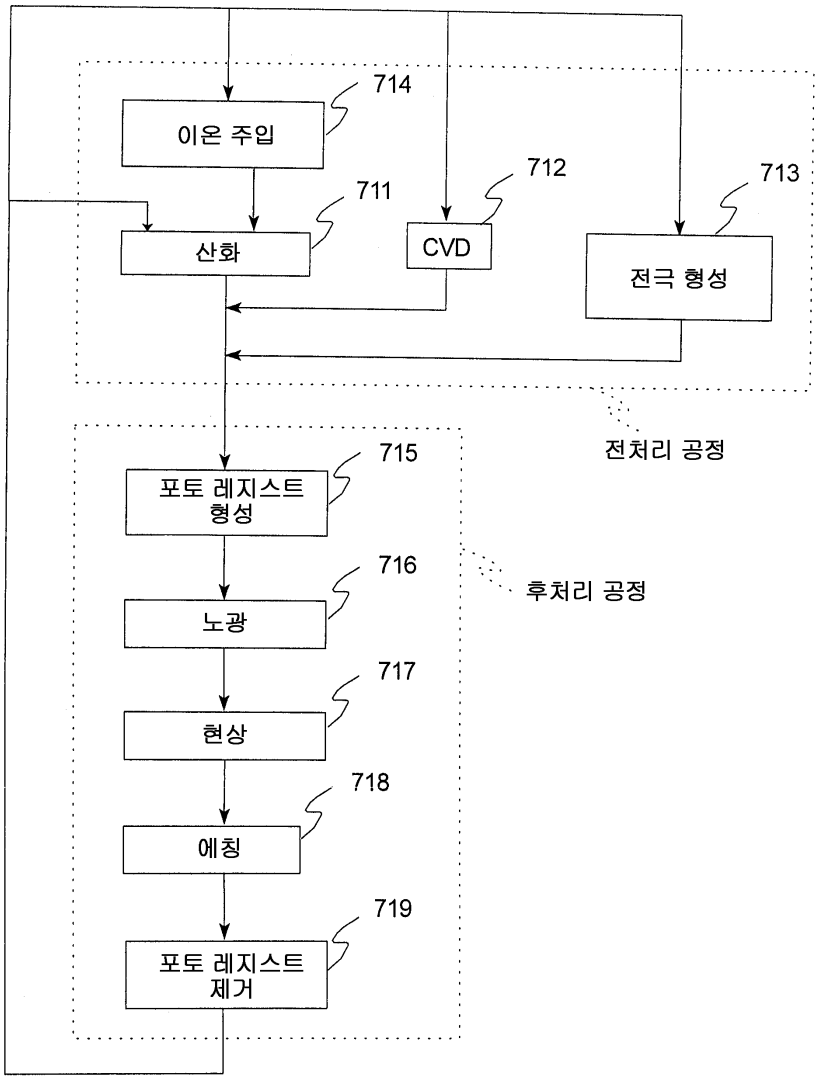
도면6e


606
602
602
604

도면7a


701
설계
(기능, 성능, 패턴)
702
마스크 제작
703
웨이퍼 제조
704
웨이퍼 프로세싱
705
디바이스 조립
706
검사
(출하)

도면7b


714
이온 주입
711
산화
712
CVD
713
전극 형성
전처리 공정
715
포토 레지스트 형성
716
노광
717
현상
718
에칭
719
포토 레지스트 제거
후처리 공정