



(19) 대한민국특허청(KR)
 (12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2009년02월16일
 (11) 등록번호 10-0883810
 (24) 등록일자 2009년02월09일

(51) Int. Cl.

H01L 21/027 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-0026552
 (22) 출원일자 2007년03월19일
 심사청구일자 2007년03월19일
 (65) 공개번호 10-2007-0098527
 (43) 공개일자 2007년10월05일

(30) 우선권주장

JP-P-2006-00092338 2006년03월29일 일본(JP)

(56) 선행기술조사문헌

JP17302880 A*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

캐논 가부시끼가이샤

일본 도쿄도 오오따꾸 시모마루코 3조메 30방 2고

(72) 발명자

에모토 케이지

일본국 도쿄도 오오따꾸 시모마루코 3조메 30방
2고 캐논가부시끼가이샤 나이

(74) 대리인

권태복, 이화익

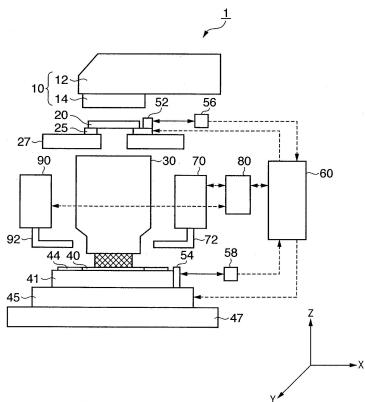
전체 청구항 수 : 총 9 항

심사관 : 심병로

(54) 노광장치

(57) 요 약

투영 광학계와 기판 사이의 공극을 액체로 채운 상태에서 원판의 패턴을 기판에 노광하는 노광장치는, 기판 스테이지 위에 유지되어 있는 기판과, 기판의 외주부의 주변영역을, 대략 동일면을 형성하도록 설정해서 기판의 외주부에 액체를 보유하는 액체 보유판을 구비한다. 액체 보유판은, 기판의 외주부의 주변영역에 형성되어, 기판의 외주부에 액체를 보유하는 내측 부재와, 내측 부재의 외주부에 형성되어, 기판 스테이지에 부착하는 외측 부재와, 내측 부재와 외측 부재를 결합하는 결합 부재를 갖는다.

대 표 도 - 도1

특허청구의 범위

청구항 1

투영 광학계와 기판 사이의 공극을 액체로 채운 상태에서 원판의 패턴을 상기 기판에 노광하는 노광장치로서, 기판 스테이지 위에 보유되어 있는 상기 기판과, 상기 기판의 외주부의 주변영역을 동일면을 형성하도록 설정해서 상기 기판의 외주부에 상기 액체를 보유하는 액체 보유판을 구비하고,
상기 액체 보유판은,
상기 기판의 외주부의 주변영역에 형성되어, 상기 기판의 외주부에 상기 액체를 보유하는 내측 부재와,
상기 내측 부재의 외주부에 형성되어, 상기 기판 스테이지에 부착되는 외측 부재와,
상기 내측 부재와 상기 외측 부재를 결합하는 결합 부재를 구비한 것을 특징으로 하는 노광장치.

청구항 2

삭제

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 액체에 의해 냉각되는 상기 액체 보유판의 온도를 제어하기 위한 온도제어기를 더 구비한 것을 특징으로 하는 노광장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 액체 보유판은, 상기 보유한 액체를 희수하는 것이 가능한 희수 기구를 포함한 것을 특징으로 하는 노광장치.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 결합 부재는, 상기 액체에 의해 냉각되는 상기 내측 부재에 발생한 변형을 탄성 변형에 의해 흡수하여, 상기 외측 부재에 작용하는 변형력을 저감시키는 것을 특징으로 하는 노광장치.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 내측 부재와 상기 외측 부재 사이에 공극을 형성하는 이간부를 더 구비하고,

상기 이간부는, 상기 외측 부재에 대하여, 상기 액체에 의해 냉각되는 상기 내측 부재에 발생하는 온도변화를 단열하는 것을 특징으로 하는 노광장치.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 내측 부재, 상기 외측 부재, 및 상기 결합 부재는, 일체로 구성되어 있는 것을 특징으로 하는 노광장치.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 액체 보유판을 상기 기판 스테이지 위에 부착하기 위한 부착 부재를 더 구비하고,

상기 부착 부재는, 상기 액체 보유판에 발생한 변형을 탄성 변형에 의해 흡수하여, 상기 기판 스테이지에 작용하는 변형을 저감시키는 것을 특징으로 하는 노광장치.

청구항 9

청구항 1에 기재된 노광장치를 사용해서 기판을 노광하는 공정과,
상기 노광된 기판을 현상하는 공정을 포함한 것을 특징으로 하는 디바이스 제조방법.

청구항 10

삭제

청구항 11

투영 광학계와 기판 사이의 공극을 액체로 채운 상태에서 원판의 패턴을 기판에 노광하는 노광장치로서,
기판 스테이지 위에 보유되어 있는 상기 기판과, 상기 기판의 외주부의 주변 영역을 동일면을 형성하도록 설정
해서 상기 기판의 외주부에 상기 액체를 보유하는 액체 보유판과,
상기 액체 보유판을 상기 기판 스테이지 위에 부착하기 위한 부착 부재를 구비하고,
상기 부착 부재는 상기 기판의 원주방향의 강성 쪽이 상기 기판의 반경방향의 강성보다도 높게 되도록 구성되는
노광장치에 있어서,
상기 부착 부재의 단면형상은 상기 원주방향의 길이가 상기 반경 방향의 길이보다 크게 되도록 설정되어 있는
것을 특징으로 하는 노광장치.

명세서**발명의 상세한 설명****발명의 목적****발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술**

- <11> 본 발명은, 디바이스를 제조하기 위한 리소그라피 공정에 있어서 사용되는 노광장치에 관한 것이다.
- <12> 원판으로서 기능을 하는 레티클에 회화된 회로 패턴 상을, 투영 광학계에 의해 감광 기판으로서 기능을 하는 웨이퍼, 클래스 플레이트(glass plate) 등에 투영하고, 그 감광 기판을 노광하는 장치로서, 종래부터 투영 노광장치가 사용되어 왔다.
- <13> 최근에서는, 투영 광학계와 감광 기판 사이에 액체를 개재시켜서, 투영 광학계의 최종면과 감광 기판 사이의 매질의 굴절률을 증가시켜서 고해상도를 실현하는 액침(immersion) 노광장치가 주목받고 있다. 이 액침 노광장치에서는, 투영 광학계와 감광 기판(이하, 간단히 "기판"이라고도 함) 사이의 공극을 액체로 채움으로써 투영 광학계의 개구수(NA)를 증가시킨다. 투영 광학계의 개구수(NA)는, 액체(매질)의 굴절률을 n 이라고 하면, $NA = n \cdot \sin\theta$ 로부터 취득될 수 있다. 이와 같이, 공기의 굴절률보다도 높은 굴절률($n > 1$)을 갖는 매질로 그 공극을 채움으로써 NA를 n 까지 증가시킬 수 있다. 이 관계로부터, 프로세스 정수 k_1 과 광원의 파장 λ 로 표현되는 액침 노광장치의 해상도 $R(R=k_1(\lambda/NA))$ 을 작게 할 수 있다.
- <14> 예를 들면, 투영 광학계의 최종면과 웨이퍼의 표면 사이의 공극을 국소적으로 액체로 채우는 소위 로컬 필(local fill) 방식의 액침 노광장치가 제안되었다. 로컬 필 방식의 액침 노광장치는, 웨이퍼의 외주부를 노광할 때에 투영 광학계의 최종면과 웨이퍼의 표면 사이에 국소적으로 액체를 보유하기 위해서 특별한 기구를 필요로 한다. 예를 들면, 일본국 공개특허공보 특개 2004-289127호, 일본국 공개특허공보 특개 2002-158154호, 일본국 공개특허공보 특개 2005-101488호, 일본국 공개특허공보 특개 2005-72132호에는, 웨이퍼 외주부에 인접하고, 웨이퍼의 표면과 거의 같은 높이의 액체 보유판(보조 부재)을 스테이지 천판 위에 갖는 액침 노광장치가 제안되어 있다.
- <15> 일본국 공개특허공보 특개 2005-101488호에는, 회수 구멍 부재나 다공질 부재를 웨이퍼 스테이지 위에 배치하고, 진공펌프 등으로 감압한 라인에 접속함으로써, 기판의 외주부의 흡에 들어간 액침액을 흡인으로 회수하는 구성이 개시되어 있다.
- <16> 스테이지 천판 위에 웨이퍼와 거의 같은 높이의 액체 보유판을 설치하는 경우, 웨이퍼를 스캔할 때에, 투영 광

학계의 최종면과 웨이퍼 표면 사이에 국소적으로 보유된 액막(liquid membrane; LW)의 일부가 액체 보유판의 표면 위에 얇게 남게 된다. 액체 보유판의 표면 위에 남은 얇은 액막이 기화하면, 액체 보유판의 온도를 저하시킨다. 온도의 저하에 의해 액체 보유판이 열변형(수축)되어 액체 보유판을 지지하는 천판이 변형된다. 천판이 변형되면, 천판 근방에 배치된 레이저 간섭계의 계측 미러와 웨이퍼와의 상대 위치 관계가 변화되어, 웨이퍼의 위치와 자세의 계측 정밀도가 악화한다.

- <17> 남은 액침액을 회수하기 위해서, 웨이퍼 스테이지에 회수 구멍 부재 혹은 다공질 부재를 설치해서 부압(negative pressure) 흡인으로 액침액을 회수하면, 이 흡인에 의해 액침액 주변의 기압이 떨어져 상당한 양의 액침액의 기화가 촉진되게 된다. 즉, 액침액 주변의 압력과 액침액의 증기압과의 상대 관계에 의존해서 기화되는 양이 변화되고, 액침액 주변의 압력이 감소하는 방향으로 변화하는 경우에는, 보통 기화량이 증가한다. 따라서, 기화 열의 영향으로 흡인 부분으로서의 회수 구멍 부재 혹은 다공질 부재와, 진공 펌프를 포함하는 유로 주변의 부분이 냉각되는 경향이 있다. 액침액으로서 대표적으로 사용되는 (순수)물은, 특히 단위질량당 기화 열량(잠열)이 대단히 크고, 1g의 물이 기화할 때에 약 2,400J의 열을 유로에서 빼앗는 것이 알려져 있다. 액침액으로부터 발생하는 기화열은 부재 표면에서 직접적으로, 국소적으로 매우 큰 열량을 빼앗는다. 이 때문에, 액체 보유판 전체의 온도 분포 조절을 포함한 고정밀한 온도 조절을 행하는 것은 어렵다. 그 때문에, 현실적으로는, 온도 조절을 행해도, 어느 정도까지는 웨이퍼 액체 보유판의 온도변화에 의해 열 변형이 발생해, 노광 정밀도가 악화한다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- <18> 본 발명은, 상기 문제점을 감안해서 이루어진 것으로, 액침액의 기화열에 의한 액체 보유판의 열변형의 영향을 억제하고, 노광 정밀도가 우수한 노광 기술을 제공하는 것을 목적으로 한다.

발명의 구성 및 작용

- <19> 본 발명의 일 국면에 따른 노광장치는, 투영 광학계와 기판 사이의 공극을 액체로 채운 상태에서 원판의 패턴을 상기 기판에 노광하는 노광장치로서,
- <20> 기판 스테이지 위에 보유되어 있는 상기 기판과, 상기 기판의 외주부의 주변영역을, 동일면을 형성하도록 설정해서 상기 기판의 외주부에 상기 액체를 보유하는 액체 보유판을 구비하고,
- <21> 상기 액체 보유판은,
- <22> 상기 기판의 외주부의 주변영역에 형성되어, 상기 기판의 외주부에 상기 액체를 보유하는 내측 부재와,
- <23> 상기 내측 부재의 외주부에 형성되어, 상기 기판 스테이지에 부착되는 외측 부재와,
- <24> 상기 내측 부재와 상기 외측 부재를 결합하는 결합 부재를 구비한다.
- <25> 본 발명의 다른 국면에 따른 노광장치는, 투영 광학계와 기판 사이의 공극을 액체로 채운 상태에서 원판의 패턴을 상기 기판에 노광하는 노광장치로서,
- <26> 기판 스테이지 위에 보유되어 있는 상기 기판과, 상기 기판의 외주부의 주변 영역을 동일면을 형성하도록 설정해서 상기 기판의 외주부에 액체를 보유하는 액체 보유판과,
- <27> 상기 액체 보유판을 상기 기판 스테이지 위에 부착하기 위한 부착 부재를 구비하고,
- <28> 상기 부착 부재는, 상기 기판의 원주방향의 강성 쪽이 상기 기판의 반경방향의 강성보다도 높게 되도록 구성되어 있다.
- <29> 본 발명은, 액체의 기화열에 의한 액체 보유판의 열변형의 영향을 억제하고, 노광 정밀도가 우수한 노광장치를 제공할 수 있다.
- <30> 본 발명의 다른 특징들은, (첨부된 도면을 참조하여) 이하에 예시한 실시 예로부터 분명해질 것이다.
- <31> 이하, 본 발명의 실시 예를 첨부의 도면을 참조해서 상세히 설명한다. 한편, 각 도면에 있어서, 동일한 부재에 대해서는 동일한 참조번호를 부착하고, 중복하는 설명은 생략하는 것으로 한다.
- <32> (제1 실시 예)
- <33> (액침 노광장치의 구성)

- <34> 도 1은 본 발명의 제1 실시 예에 따른 액침형의 노광장치(1)(이하, 간단히 "노광장치"라고도 한다)의 구성을 도시한 도면이다.
- <35> 노광장치(1)는, 웨이퍼(40) 측에 있는 투영 광학계(30)의 최종면과 웨이퍼(40) 사이에 공급되는 액체(액침액; LW)를 통해서 레티클(20) 위에 형성된 회로 패턴을 스텝 앤드 스캔(step-and-scan) 방식으로 웨이퍼(40)에 노광하는 것이 가능하다. "스텝 앤드 스캔 방식"이란, 레티클(20)에 대하여 웨이퍼(40)를 연속적으로 주사해서 레티클 패턴을 웨이퍼의 노광 영역(10)에 노광하고, 1숏(shot)의 노광 종료 후에 다음 노광 영역으로 웨이퍼를 스텝 이동시켜서 노광하는 방법이다.
- <36> 본 발명은, 노광 방법을 스텝 앤드 스캔 방식에 한정하는 것이 아니라, 노광 영역을 일괄해서 노광한 후에, 다음 노광 영역을 노광하는 "스텝 · 앤드 · 리피트(step-and-repeat) 방식"의 액침형의 투영 노광장치에 적용하는 것도 가능하다.
- <37> 노광장치(1)는, 조명 장치(10), 레티클(20)을 그 위에 배치하는 레티클 스테이지(25), 투영 광학계(30), 및 웨이퍼(40)를 그 위에 배치하는 웨이퍼 스테이지(45)를 갖는다. 또한, 노광장치(1)는, 계측 미러 52 및 54와 레이저 간섭계 56 및 58을 포함하는 측거(distance measurement)장치, 스테이지 제어부(60), 액체 공급부(70), 액침 제어부(80), 및 액체 회수부(90)도 갖는다.
- <38> 조명장치(10)는, 광원부(12)와 조명 광학계(14)를 갖고, 회로 패턴을 갖는 레티클(20)을 조명한다.
- <39> 광원부(12)는, 광원으로서 파장 193nm의 ArF 엑시머 레이저를 사용하는 것이 가능하다. 광원부(12)는, ArF 엑시머 레이저에 한정되지 않고, 예를 들면, 파장 약 248nm의 KrF 엑시머 레이저 또는 파장 약 157nm의 F₂ 레이저를 사용해도 된다.
- <40> 조명 광학계(14)는, 레티클(20)을 조명하는 광학계이며, 렌즈, 미러, 옵티컬 인테그레이터(optical integrator), 조리개, 콘덴서 렌즈, 플라이(fly)의 눈 렌즈, 개구 조리개, 콘덴서 렌즈, 슬릿, 결상 광학계 등을 포함한다. 옵티컬 인터그레이터는, 플라이의 눈 렌즈와 2조의 실린드리컬(cylindrical) 렌즈 어레이(또는 렌티큘러(lenticular) 렌즈)판을 적층해서 형성된 인테그레이터를 포함하지만, 광학 로드(rod)나 회절 소자로 치환하는 것도 가능하다.
- <41> 레티클(20)은, 레티클 반송계(미도시)에 의해 노광장치(1)의 외부에서 반송되고, 레티클 스테이지(25)에 의해 보유되어, 소정의 위치에 위치 결정된다. 레티클(20)은, 예를 들면 석영으로 이루어져 있고, 전사되어야 하는 회로 패턴을 갖는다. 조명 광학계(14)로부터 방출된 회절 광은, 레티클(20)을 통해서 투영 광학계(30) 및 액침 액 LW를 지나서, 웨이퍼(40) 위에 투영된다.
- <42> 레티클(20)과 웨이퍼(40)는, 광학적으로 공역의 관계로 배치된다. 노광장치(1)는, 레티클(20)과 웨이퍼(40)를 축소비에 대응하는 속도비로 주사함으로써, 레티클(20)의 패턴을 웨이퍼(40) 위에 전사하는 것이 가능하다.
- <43> 레티클 스테이지(25)는, 레티클 스테이지(25)를 고정하기 위한 정반(surface plate;27)에 부착되어 있다. 레티클 스테이지(25)는, 레티클 척(미도시)을 통해서 레티클(20)을 보유한다. 이동 기구(미도시) 및 스테이지 제어부(60)는 레티클 스테이지(25)의 이동을 제어한다. 이동 기구는, 예를 들면 리니어 모터 등으로 구성되고, X축 방향 및 Y축 방향(도면의 지면과 수직인 방향)으로 레티클 스테이지(25)를 구동시킴으로써 레티클(20)을 소정의 위치로 이동시킬 수 있다.
- <44> 투영 광학계(30)는, 레티클(20)에 형성된 패턴을 통과한 회절광을 웨이퍼(40) 위에 포커스하는 것이 가능하다. 투영 광학계(30)로서는, 복수의 렌즈 소자만으로 이루어지는 굴절 광학계, 복수의 렌즈 소자와 적어도 하나의 오목면 미러로 이루어지는 반사 굴절 광학계 등을 사용할 수 있다.
- <45> 웨이퍼(40)는, 웨이퍼 반송계(미도시)에 의해 노광장치(1)의 외부에서 반송되고, 웨이퍼 스테이지(45)에 의해 보유되어, 소정의 위치에 위치 결정된다. 웨이퍼(40)의 표면에는 포토레지스트가 도포되어 있다. 투영 광학계(30)를 통한 회절광의 포커싱에 의해 레티클(20)에 형성된 패턴이 노광된다. 본 발명의 적용은, 웨이퍼(40)에 한정되는 것이 아니라, 액정기판 및 감광체가 도포된 다른 기판을 널리 포함할 수 있다.
- <46> 액체 보유판(44)은, 웨이퍼(40)의 표면 높이와 웨이퍼(40)를 보유하는 웨이퍼(40)의 외주부의 표면 높이를, 대략 동일면을 형성하도록 설정하기 위한 보조 부재이다. 액체 보유판(44)의 두께는, 웨이퍼(40)의 높이와 대략 동일하게 설정되어 있다는 점에 유념한다. 액체 보유판(44)은, 투영 광학계(30)의 최종면과 웨이퍼(40)의 외주부의 표면 사이에 국소적으로 액침액 LW를 보유하고, 웨이퍼(40)의 외주부와 액체 보유판(44)의 내주부에 의하

여 형성되는 영역에 있어서 액막을 형성함으로써 액침 노광을 가능하게 한다.

- <47> 웨이퍼 스테이지(45)는, 웨이퍼 스테이지 정반(47)에 부착되고, 웨이퍼 스테이지(45) 위에 배치되는 웨이퍼 스테이지 천판(41), 및 웨이퍼 척(42)(도 3)을 통해서 웨이퍼(40)를 보유하는 것이 가능하다. 웨이퍼 스테이지(45)는, 수직방향(Z방향)의 웨이퍼(40)의 위치와 X축, Y축, Z축 주변의 웨이퍼(40)의 회전 방향 및 경사를 조정하는 기능을 갖는다. 스테이지 제어부(60)는 웨이퍼 스테이지(45)의 위치, 회전, 경사를 제어하는 것이 가능하다. 노광시, 스테이지 제어부(60)는 투영 광학계(30)의 초점면과 웨이퍼(40)의 표면이 항상 고정밀하게 일치하도록 웨이퍼 스테이지(45)를 제어한다.
- <48> 측거 장치는, 레티클 스테이지(25)의 위치 및 웨이퍼 스테이지(45)의 이차원적인 위치를, 계측 미리 52 및 54와 레이저 간섭계 56 및 58을 통해서 실시간으로 계측하는 것이 가능하다. 측거 장치에 의한 측거 결과는, 스테이지 제어부(60)에 전달된다. 스테이지 제어부(60)는, 측거 결과에 근거해 레티클 스테이지(25) 및 웨이퍼 스테이지(45)를 구동 제어한다. 레티클 스테이지(25) 및 웨이퍼 스테이지(45)는, 위치 결정 및 동기 제어를 목적으로 스테이지 제어부(60)의 제어 하에서 일정한 속도 비율로 구동된다.
- <49> 액체 공급부(70)는, 투영 광학계(30)의 최종면과 웨이퍼(40) 사이에 액체 LW(도 4 등을 참조)을 공급하는 것이 가능하고, 액체 LW를 생성하는 생성기(미도시), 탈기기(deaerator; 미도시), 온도 제어기, 및 액체 공급 배관(72)을 갖는다. 또한, 액체 공급부(70)는, 예를 들면 액체 LW를 저장하는 탱크, 액체 LW를 송출하는 압송기(pressure-feeder), 액체 LW의 제공 유량을 제어하는 유량 제어기를 포함하는 것도 가능하다.
- <50> 액체 공급부(70)는, 투영 광학계(30)의 최종면 주위에 배치된 액체 공급 배관(72)을 통해서 액체 LW를 공급해, 투영 광학계(30)와 웨이퍼(40) 사이에 액막 LW를 형성하는 것이 가능하다.
- <51> 투영 광학계(30)의 최종면과 웨이퍼(40) 사이의 거리는, 액막 LW를 안정적으로 형성하고, 제거할 수 있는 정도인 것이 바람하고, 예를 들면 1.0mm인 것이 적합하다.
- <52> 액체 LW는, 적은 노광 광을 흡수하는 것들 중에서 선택되고, 석영이나 형석등의 굴절계 광학소자와 거의 같은 정도의 굴절률을 갖는 것이 바람직하다. 구체적으로는, 액체 LW로서, 순수한 물, 기능적인 물, 불화 액(예를 들면, 플루오르카본) 등이 적합하다.
- <53> 생성기는, (도면에 나타나 있지 않은) 물 공급원으로부터 공급되는 물 중에 포함되는 금속 이온, 미립자 및 유기물 등의 불순물을 감소시켜서, 액체 LW를 생성하는 것이 가능하다. 생성기에 의해 생성된 액체 LW는, 탈기기에 공급된다. 액체 LW로부터 미리 (도면에 나타나 있지 않은) 탈기기를 사용해서 용존 가스를 충분히 제거하는 것이 바람직하다. 왜냐하면, 기포의 발생을 억제하기 때문이다. 기포가 발생해도, 바로 액체 LW는 그들을 흡수한다. 탈기기가 공기 중에 다량 포함되어 있는 질소와 산소를 대상으로 하고, 액체 LW에 용해 가능한 가스량의 80% 이상을 제거하면, 충분히 기포의 발생을 억제할 수 있다. 물론, (도면에 나타내지 않은) 탈기기(미도시)를 노광장치가 구비하여, 항상 액체 LW 중의 용존 가스를 제거하면서 액체 공급부(70)에 액체 LW를 공급해도 된다.
- <54> 탈기기는, 액체 LW로부터 기체를 분리해, 액체 LW 중의 용존 산소 및 질소를 저감하는 것이 가능하고, 예를 들면 막 모듈과 진공 펌프로 구성된다. 탈기기로서는, 예를 들면 가스 투과성의 막을 통해서 한쪽에 액체 LW를 공급하고, 다른 쪽을 진공으로 해서 액체 LW 중의 용존 가스를 그 막을 통해서 진공 중으로 추방하는 장치가 적합하다.
- <55> 온도 제어기는, 액체 LW를 소정의 온도로 제어하는 것이 가능하다. 액체 공급 배관(72)은, 액체 LW를 오염시키지 않도록, 용출 물질을 많이 함유하지 않은 Teflon(등록상표)수지, 폴리에틸렌 수지, 또는 폴리프로필렌 수지 등의 수지로 구성되는 것이 바람직하다. 액체 LW로서 순수한 물 이외의 액체를 사용할 경우에는, 액체 LW에 대한 내성을 갖고, 또한 용출 물질을 많이 함유하지 않은 재료로 액체공급 배관(72)을 구성하면 된다.
- <56> 액침 제어부(80)는, 현재 위치, 속도, 가속도, 목표위치, 이동 방향 등의 웨이퍼 스테이지(45)의 정보를 스테이지 제어부(60)로부터 취득하고, 이 취득한 정보에 의거하여 액침 노광과 관련된 제어를 행하는 것이 가능하다. 액침 제어부(80)는, 액체 LW의 공급 및 회수의 전환, 액체 LW의 공급 정지, 공급 또는 회수되는 액체 LW의 유량 등을 제어하기 위해서 제어 지령을, 액체 공급부(70) 및 액체 회수부(90)에 준다.
- <57> 액체 보유판(44)은, 웨이퍼 스테이지(45) 위에 보유되어 있는 웨이퍼(40)와, 웨이퍼(40)의 외주부의 주변 영역을, 대략 동일면을 형성하도록 설정해서 웨이퍼(40)의 외주부에 액침액 LW를 보유한다. 또한, 액체 보유판(44)은, 웨이퍼(40)와 액체 보유판(44) 사이의 공극에 들어간 액침액 LW를 회수하는 것이 가능한 회수 기구도 갖는다. 액침 제어부(80)는, 액체 보유판(44)에 설치되는 회수 기구의 동작을 제어해 액침액 LW를 회수하는 것도 가능하다.

능하다. 액체 보유판(44)에는, 액침액 LW에 의해 냉각되는 액체 보유판(44)의 온도를 제어하기 위해서, 온도 제어되는 온도 조절액(49)을 순환시키는 순환 유로가 설치된다. 액침 제어부(80)는, 액침액 LW의 냉각에 의한 온도 저하에 기인한 액체 보유판(44)의 열변형을 억제하기 위해서, 저하한 온도를 보상하도록, (도면에 나타내지 않은) 온도 계측 유닛의 계측 결과에 근거해 온도 조절액(49)의 온도를 제어한다. 액침액 LW의 냉각량에 의존해서, 온도 계측 유닛의 결과를 사용하지 않고 간단히 일정 온도로 온도 조절액(49)을 순환시키는 것만으로도 충분한 효과를 취득할 수 있다.

<58> 액체 회수부(90)는, 액체 공급부(70)에 의해 공급된 액체 LW를 회수하는 것이 가능하고, 액체 회수 배관(92)을 거쳐서 액체 LW를 회수하는 것이 가능하다. 액체 회수부(90)는, 예를 들면 회수한 액체 LW를 일시적으로 비축하는 탱크, 액체 LW를 흡인으로 끌어당기는 흡인부, 액체 LW의 회수 유량을 제어하는 유량 제어기 등을 구비한다. 액체 회수 배관(92)은, 액체 LW를 오염시키지 않도록, 용출 물질을 많이 함유하지 않은 Teflon(등록상표)수지, 폴리에틸렌 수지, 또는 폴리프로필렌 수지 등의 수지로 구성되는 것이 바람직하다. 액체 LW로서 순수한 물 이외의 액체를 사용할 경우에는, 액체 LW에 대한 내성을 갖고, 또한, 용출 물질을 많이 함유하지 않은 재료로 액체 회수 배관(92)을 구성해도 된다.

<59> (액체 보유판의 구조)

<60> 다음에, 본 발명의 실시 예에 따른 액체 보유판(44)의 구조를, 도 2~도 4를 참조해서 설명한다. 도 2는, 웨이퍼(40), 액체 보유판(44), 및 웨이퍼 스테이지(45)의 천판(41)과 액체 보유판(44)을 결합시키는 부착 부재(43)의 X-Y 면 내에 있어서의 배치를 도시한 도면이다. 도 3은 도 2의 구성을 측면(X-Z 평면)에서 본 도면이며, 도 4는 도 3의 일부를 확대한 도면이다.

<61> 액체 보유판(44)은, 도 4에 나타나 있는 바와 같이, 웨이퍼(40)와 액체 보유판(44) 사이의 공극에 들어간 액침액 LW를 회수하기 위한 다공질 혹은 다수의 미세 구멍으로 구성된 흡인 부재(48)를 구비한다. 흡인 부재(48)와 연통하도록 액체 보유판(44) 내에 형성되어 있는 흡인 공간(50)을 (도면에 나타내지 않은) 진공펌프 등의 흡인 장치가 부압으로 흡인함으로써, 흡인 부재(48)의 표면과 접하는 액침액 LW를 흡인으로 회수하는 것이 가능하다.

<62> 흡인 부재(48) 및 흡인 공간(50)에 있어서의 액침액 LW의 기화열(잠열)에 기인한 액체 보유판(44)의 온도의 어떤 저하든 억제하기 위해서, 액체 보유판(44)에는 온도 조절액(49)을 순환시키는 유로가 설치된다. 온도 조절액(49)은 액체 보유판(44)을 가열한다. 온도 조절액(49)으로부터의 열로, 액침액 LW의 기화열(잠열)에 의한 액체 보유판(44)의 온도 저하를 억제할 수 있다.

<63> 온도 조절액(49)을 공급해서 액체 보유판(44)의 온도를 제어해도, 발생한 기화열(잠열)에 의존해서, 예를 들면 0.1°C 레벨의 온도변화가 생기는 경우가 있다. 발생한 온도변화에 의해, 액체 보유판(44)은 구성 재료의 선 팽창 계수에 따라 열변형된다. 종래에는, 액체 보유판(44)이 부착 부재(43)를 통해서 스테이지 천판(41)과 나사 등에 의해 단단하게 체결되어 있다. 액체 보유판(44)에 열변형이 생기면, 스테이지 천판(41)에 부착 부재(43)를 통해서 열변형에 의한 응력이 작용하여, 스테이지 천판(41)이 몇 나노미터의 레벨로 변형되는 것이 확인된다. 웨이퍼 스테이지 천판(41)의 변형에 의해, 웨이퍼 스테이지(45)의 위치를 계측하기 위한 계측 미러(54)와 웨이퍼(40)와의 상대 위치 관계가 바람직하게 않게 변화한다. 그래서, 노광 정밀도의 악화가 예측된다.

<64> 액체 보유판(44)의 열변형의 악영향을 배제하기 위해서, 본 실시 예에서는 부착 부재(43)를 탄성 부재로 형성해서, 액체 보유판(44)의 열변형에 의한 응력이 스테이지 천판(41)에 작용하지 않게 한다. 부착 부재(43)로서는, 예를 들면, 탄성 고무 부재 또는 판 스프링 등이 적합하다.

<65> 액체 보유판(44)의 열변형이 천판(41)에 쉽게 전해지기 않기 때문에, 액체 보유판(44)의 열변형에 기인한 스테이지 천판(41)의 변형은 서브 나노미터 이하로 감소하여, 높은 노광 정밀도를 유지할 수 있다. 또한, 본 실시 예에서는, 액체 보유판(44)을 온도 조절하고 있기 때문에, 양호하게 노광 정밀도를 유지하는 것이 가능하게 된다.

<66> (부착 부재의 강성 및 배치)

<67> 부착 부재(43)를 탄성 부재로 형성하기 때문에, 액체 보유판(44)이 스테이지 천판(41)에 대하여 더 쉽게 진동하는 경향이 있다. 이 진동에 의해 스테이지의 위치 결정 정밀도, 최종적으로는 노광 정밀도에 악영향이 미칠 가능성이 있다. 본 실시 예에서는, 액체 보유판(44)의 열변형을 부착 부재(43)의 탄성 변형이 흡수하고 있다. 스테이지 천판(41)에 대한 진동을 억제하기 위해서, 열변형이 생기기 쉬운 방향으로 부착 부재(43)의 강성이 감소하고, 그 밖의 방향으로 강성이 증가하도록 부착 부재(43)의 단면형상을 결정한다. 그러한 단면 형상을 가진 부

착 부재(43)는 웨이퍼 스테이지 천판(41) 위에 배치되어 있다.

<68> 액체 보유판(44)은 주로 웨이퍼(40) 주변의 온도가 변화할 때, 웨이퍼(40)의 중심쪽으로 줄어들도록 변형된다. 이 때문에, 반경방향(r)의 변형량은 원주방향(Θ)의 변형량보다 커진다. 본 실시 예에 의하면, 열변형이 생기기 쉬운 반경방향으로 부착 부재(43)의 강성이 감소하고, 원주방향으로 강성이 증가하도록 부착 부재(43)의 단면형상을 결정한다. 이러한 단면 형상을 갖는 부착 부재(43)가 배치되어 있다.

<69> 구체적으로, 도 2에 나타나 있는 바와 같이, 웨이퍼 중심 G1을 중심으로 한 대략 동심원의 원주 201 및 202 위에 부착 부재(43)를 배치한다. 각 부착 부재(43)의 단면형상은, 원주방향의 길이(h)가 반경방향의 두께(b)보다 크게 설정되어 있다.

<70> 이때, 각 부착 부재(43)는 그것의 중력의 중심 G2이 원주 201 또는 202 위에 배치되고, 원주방향의 주축 J1이 원주 201 또는 202와 대략 접하며, 반경방향의 주축 J2이 원주 201 또는 202와 대략 직교하도록 배치되는 것이 바람직하다.

<71> 일반적으로, 부착 부재(43)의 탄성계수(elastic modulus)를 E , 변형하는 방향의 단면 2차 모멘트를 I 이라고 하면, 부착 부재(43)의 강성은, $E \cdot I$ 로부터 취득될 수 있다. 반경방향의 강성 및 원주방향의 강성은 식 (1) 및 (2)로부터 취득될 수 있다.

$$<72> \text{반경방향의 강성 } EI_r = E \cdot (h \cdot b^3 / 12) \quad \dots (1)$$

$$<73> \text{원주방향의 강성 } EI_\Theta = E \cdot (b \cdot h^3 / 12) \quad \dots (2)$$

<74> 식 (1) 및 (2)를 비교한다. $h > b$ 의 관계로부터, 반경방향의 강성이, 원주방향의 강성보다 낮다. 동일한 응력이 부착 부재(43)에 작용했을 경우, 부착 부재(43)는 원주방향보다도 반경방향으로 더 쉽게 변형하는 경향이 있다.

<75> 도 2에 나타나 있는 바와 같이, 부착 부재(43)를 웨이퍼(40)의 중심 G1에 대하여 대략 동심원인 원주 201 및 202 위에 배치함으로써, 부착 부재(43)는 액체 보유판(44)의 열변형을 흡수하면서 스테이지 천판(41)에 대한 진동을 억제하는 것이 가능하게 된다.

<76> 부착 부재의 강성에 이방성(열변형이 생기기 쉬운 방향으로 강성이 감소하고, 그 밖의 방향으로 강성이 증가)을 주기 위해서, 다른 속성을 갖는 복수의 부재로 각 부착 부재(43)를 구성해도 된다.

<77> 주로 흡인 부재(48) 부근에서의 온도저하를 예로 해서 액체 보유판(44)의 특징을 설명했다. 액침액 LW이 남는 방법에 따라, 흡인 부재(48) 부근 이외의 액체 보유판(44)의 표면에서도 기화에 의한 온도저하가 발생할 수 있다. 이 경우에도, 액체 보유판(44)의 열변형 방향과 부착 부재(43)의 강성이 낮은 방향을 서로 맞춤으로써 동일한 효과를 기대하는 것이 가능하다.

<78> 본 실시 예에 의하면, 액침액의 기화열에 의한 액체 보유판의 열변형의 영향을 억제하고, 노광 정밀도가 우수한 노광장치를 제공할 수 있다.

<79> (제2 실시 예)

<80> 다음에, 본 발명의 제2 실시 예를 도 5 및 도 6을 참조해서 설명한다. 제1 실시 예에 따른 구성과 동일한 부분에 관해서는, 동일한 참조번호를 첨부하고, 공통의 구성에 관해서는 중복 설명을 생략한다.

<81> 도 5는, 웨이퍼(40), 액체 보유판(154), 및 웨이퍼 스테이지(45)의 천판(41)과 액체 보유판(154)을 결합하는 부착 부재(53)의 X-Y 평면 내에 있어서의 배치를 도시한 도면이다. 본 실시 예에 따른 액체 보유판(154)은, 복수의 부재(부재 154A 및 154B)로 구성된다는 점에서 제1 실시 예에 따른 액체 보유판(44)과 다르다. 액체 보유판(154)의 상세한 구성은 후에 설명한다. 도 6은 도 5의 구성의 일부를 측면(X-Z 평면)에서 본 확대도이다.

<82> 본 실시 예에 따른 액체 보유판(154)은, 액침액 LW의 기화열의 영향을 받기 쉬운 웨이퍼 주변영역(이하, "액체 보유판 내측 부재(154A)"라고 칭함)과, 기화열의 영향을 상대적으로 받기 어려운 영역(이하, "액체 보유판 외측 부재(154B)"라고 칭함)으로 분할되어 있다. 결합 부재(46)는, 분할된 액체 보유판 내측 부재(154A)와 액체 보유판 외측 부재(154B)를 결합해서 액체 보유판(154)을 구성한다.

<83> 결합 부재(46)는 액체 보유판(154)보다 상대적으로 강성이 낮은 탄성 부재인 것이 바람직하다. 결합 부재(46)는 탄성 부재를 이용함으로써, 액침액 LW에 의해 냉각되는 액체 보유판 내측 부재(154A)에 생기는 열변형을 탄성

변형에 의해 흡수하여, 액체 보유판 외측 부재(154B)에 전달되는 열변형을 감소시키는 것이 가능하게 된다.

<84> 예를 들면, 결합 부재(46)는 웨이퍼(40)의 중심 G1에 대한 반경방향으로만 강성이 낮은 판 스프링 등으로 구성되는 것도 가능하다. 기화열에 의한 온도변화를 받기 쉬운, 즉 열변형이 가장 큰 액체 보유판 내측 부재(154A)를 결합 부재(46)에 의해 보유함으로써, 액체 보유판 내측 부재(154A)에 생기는 열변형의 대부분을 결합 부재(46)가 흡수하는 것이 가능하게 된다. 즉, 액체 보유판 내측 부재(154A)의 열변형이 결합 부재(46)에 의해 흡수됨으로써 액체 보유판 외측 부재(154B)에 열변형의 악영향이 미치는 것을 방지한다.

<85> 또한, 접착제 등의 수지를 결합 부재(46)로서 채택하면, 부재 간(액체 보유판 내측 부재(154A)와 액체 보유판 외측 부재(154B))의 단열효과도 기대할 수 있다.

<86> 이 구성에 있어서, 액체 보유판 내측 부재(154A)는, 마이크로미터 레벨의 변형이 생길 가능성성이 있다. 이 변형량은 노광 정밀도에는 악영향을 주지 않는다. 액체 보유판 내측 부재(154A)가 변형해도, 결합 부재(46)가 그 변형량을 흡수한다. 이 때문에, 액체 보유판 외측 부재(154B)에 열변형에 의한 응력이 작용하지 않아, 액체 보유판(154) 전체의 변형량을 나노미터 레벨로 억제하는 것이 가능하게 된다. 액체 보유판 외측 부재(154B)와 스테이지 천판(41)이 부착 부재(53)에 의해 강하게 체결되어 있어도, 스테이지 천판(41)에 열변형의 악영향은 전해지지 않고, 웨이퍼 스테이지 천판(41)의 변형량은 서브나노미터 레벨 이하로 억제될 수 있다.

<87> 본 실시 예에 의하면, 액침액의 기화열에 의한 액체 보유판의 열변형의 영향을 억제하고, 노광 정밀도가 우수한 노광장치를 제공하는 것이 가능하게 된다.

<88> (제3 실시 예)

<89> 다음에, 본 발명의 제3 실시 예를 도 7 및 도 8을 참조해 설명한다. 제1 및 제2 실시 예에 따른 구성과 동일한 부분에 관해서는, 동일한 참조번호를 부착하고, 공통의 구성에 관해서는 중복설명은 생략한다.

<90> 도 7은, 웨이퍼(40), 액체 보유판(174), 및 웨이퍼 스테이지(45)의 천판(41)과 액체 보유판(174)을 결합하는 부착 부재(53)의 X-Y 평면 내에 있어서의 배치를 나타내는 도면이다. 본 실시 예에 따른 액체 보유판(174)은, 복수의 부재(부재 174A 및 부재 174B) 사이에 이간부(51)가 설치되어 있다는 점에서, 제2 실시 예에 따른 액체 보유판(154)과 다르다. 액체 보유판(174)의 상세한 구성은 후에 설명한다. 도 8은 도 7의 구성의 일부를 축면(X-Z 평면)에서 본 확대도다.

<91> 본 실시 예에 따른 액체 보유판(174)은 액침액 LW의 기화열의 영향을 받기 쉬운 웨이퍼 주변영역(이하, "액체 보유판 내측 부재(174A)")과, 기화열의 영향을 상대적으로 받기 어려운 영역(이하, "액체 보유판 외측 부재(174B)")으로 분할되어 있다. 결합 부재(76)는 분할된 액체 보유판 내측 부재(174A)와 액체 보유판 외측 부재(174B)를 결합해서 액체 보유판(174)을 구성한다.

<92> 액체 보유판 내측 부재(174A)와 액체 보유판 외측 부재(174B) 사이에 이간부(51)를 설치함으로써, 액체 보유판 내측 부재(174A)에서 발생하는 열변형을 이간부(51)로 해방하는 것이 가능하게 된다. 이간부(51)로 큰 열변형을 해방함으로써 결합 부재(76)에 작용하는 열변형의 영향을 작게 할 수 있다. 결합 부재(76)의 열변형은, 제2 실시 예에 있어서의 결합 부재(46)에 작용하는 열변형보다 작아진다. 이 때문에, 결합 부재(76)로서는, 탄성 부재 이외에, 강한 상태에서 액체 보유판 내측 부재(174A)와 액체 보유판 외측 부재(174B)를 결합하는 부재를 이용하는 것도 가능하다. 또한, 본 실시 예에서는 이간부(51)를 설치하는 것이 일련의 취지다. 따라서, 액체 보유판 내측 부재(174A), 액체 보유판 외측 부재(174B), 및 결합 부재(76)는 별도의 부재로 구성되지 않고, 예를 들면 1개의 판을 보링(boring)해서 이간부(51)를 형성함으로써 일체로 구성되어 된다.

<93> 본 실시 예에 의하면, 액체 보유판 내측 부재(174A)와 액체 보유판 외측 부재(174B)를 4개의 결합 부재(76)로 결합한다. 그러나, 본 발명은 이 구성에 한정되는 것이 아니다. 구체적으로, 결합 부재(76)의 크기 및 개수는, 액체 보유판 내측 부재(174A)에 생기는 열변형과 웨이퍼 스테이지(45)의 가속도 등의 영향을 고려해서 결정하는 것이 바람직하다.

<94> 즉, 노광 동작으로 주로 발생하는 가속도의 방향(도 5의 X 및 Y 방향)을 고려하여, 결합 부재(76)가 웨이퍼 스테이지(45)의 가속도에 의해 발생한 힘을 지지할 수 있도록, 결합 부재(76)가 가져야 할 강성을 실현하는 크기(단면 형상 등) 및 개수를 결정하는 것이 바람직하다.

<95> 기화열의 영향을 받기 쉬운 액체 보유판 내측 부재(174A)와 액체 보유판 외측 부재(174B) 사이에 공극인 이간부(51)를 설치함으로써, 액체 보유판 내측 부재(174A)와 액체 보유판 외측 부재(174B) 사이에서 단열 효과를 기대할 수 있다. 그 때문에, 액체 보유판 내측 부재(174A)가 기화열의 나쁜 영향을 받아서 액체 보유판 내측 부재

(174A)의 온도가 저하해도, 이간부(51)의 단열효과에 의해 액체 보유판 외측 부재(174B)에 액체 보유판 내측 부재(174A)의 온도변화를 전하는 것을 억제할 수 있다(단열할 수 있다). 구체적으로, 액체 보유판 내측 부재(174A)의 온도저하와, 온도저하에 기인한 열변형이 불리하게 액체 보유판 외측 부재(174B)에 미치는 것을 방지함으로써, 기화열에 의한 열변형의 악영향을 받지 않는, 노광 정밀도가 우수한 노광장치를 제공하는 것이 가능하다.

<96> 제2 및 제3 실시 예에 있어서, 액체 보유판 154 및 174는 부착 부재(53)에 의해 스테이지 천판(41)과 체결되어 있다. 또, 제1 실시 예에서 설명한 부착 부재(43)를 제2 및 제3 실시 예에 따른 액체 보유판 154 또는 174과 조합해도 된다.

<97> 본 실시 예에 의하면, 액침액의 기화열에 의한 액체 보유판의 열변형의 영향을 억제하고, 노광 정밀도가 우수한 노광장치를 제공할 수 있다.

<98> (제4 실시 예)

<99> 다음에, 도 9 및 도 10을 참조하여, 상기의 각 실시 예에 따른 노광장치(1)를 이용한 디바이스의 제조 방법의 실시 예를 설명한다. 도 9는, 디바이스(반도체 디바이스, 액정 디바이스 등)의 제조를 설명하기 위한 플로차트다. 반도체 디바이스의 제조를 예로 들어 설명한다. 스텝 1(회로 설계)에서는, 반도체 디바이스의 회로를 설계한다. 스텝 2(마스크 제작)에서는, 설계한 회로 패턴을 가진 마스크를 제작한다. 스텝 3(웨이퍼 제조)에서는, 실리콘 등의 재료를 사용해서 웨이퍼를 제조한다. 스텝 4(웨이퍼 프로세스)는, 전공정이라고 불리고, 마스크와 웨이퍼를 사용해서 본 발명에 따른 리소그라피에 의해 웨이퍼 위에 실제의 회로를 형성한다. 스텝 5(조립)는, 후공정이라고 불리고, 스텝 4에서 형성된 웨이퍼를 사용해서 반도체 칩을 형성하는 공정이며, 어셈블리(다이싱 및 본딩), 패키징(칩 봉입) 등의 공정을 포함한다. 스텝 6(검사)에서는, 스텝 5에서 형성된 반도체 디바이스의 동작 확인 테스트 및 내구성 테스트 등을 포함하는 검사를 행한다. 이러한 공정으로 반도체 디바이스가 완성되어, 출하(스텝 7)된다.

<100> 도 10은, 스텝 4의 웨이퍼 프로세스를 상세히 설명하는 플로차트다. 스텝 11(산화)에서는, 웨이퍼의 표면을 산화시킨다. 스텝 12(CVD)에서는, 웨이퍼 표면에 절연막을 형성한다. 스텝 13(전극형성)에서는, 웨이퍼 위에 전극을 증착 등에 의해 형성한다. 스텝 14(이온주입)에서는, 웨이퍼에 이온을 주입한다. 스텝 15(레지스트 처리)에서는, 웨이퍼에 감광제를 도포한다. 스텝 16(노광)에서는, 노광장치(1)에 의해 마스크 패턴을 웨이퍼에 노광한다. 스텝 17(현상)에서는, 노광한 웨이퍼를 현상한다. 스텝 18(에칭)에서는, 현상한 레지스트 상 이외의 부분을 에칭한다. 스텝 19(레지스트 박리)에서는, 에칭 후에 불필요한 레지스트를 제거한다. 이를 스텝을 반복함으로써, 웨이퍼 위에 다층으로 이루어진 회로 패턴이 형성된다. 이러한 디바이스 제조 방법에 의하면, 종래의 디바이스보다 고품위의 디바이스를 제조할 수 있다. 이와 같이, 노광장치(1)를 사용하는 디바이스 제조 방법, 및 결과물로서의 디바이스도 본 발명의 일 측면을 구성한다.

<101> 본 발명은, 예시한 실시 예를 참조하여 설명되었지만, 본 발명은 이 예시한 실시 예에 한정되지 않는다. 이하의 청구항들의 범위는 그러한 모든 변형과 균등 구조 및 기능을 포함하도록 가장 넓게 해석되어야 한다.

발명의 효과

<102> 본 발명에 의하면, 액침액에 의한 기화열의 영향으로 액체 보유판의 열변형의 영향을 억제하고, 노광 정밀도가 우수한 노광 기술을 제공할 수 있다.

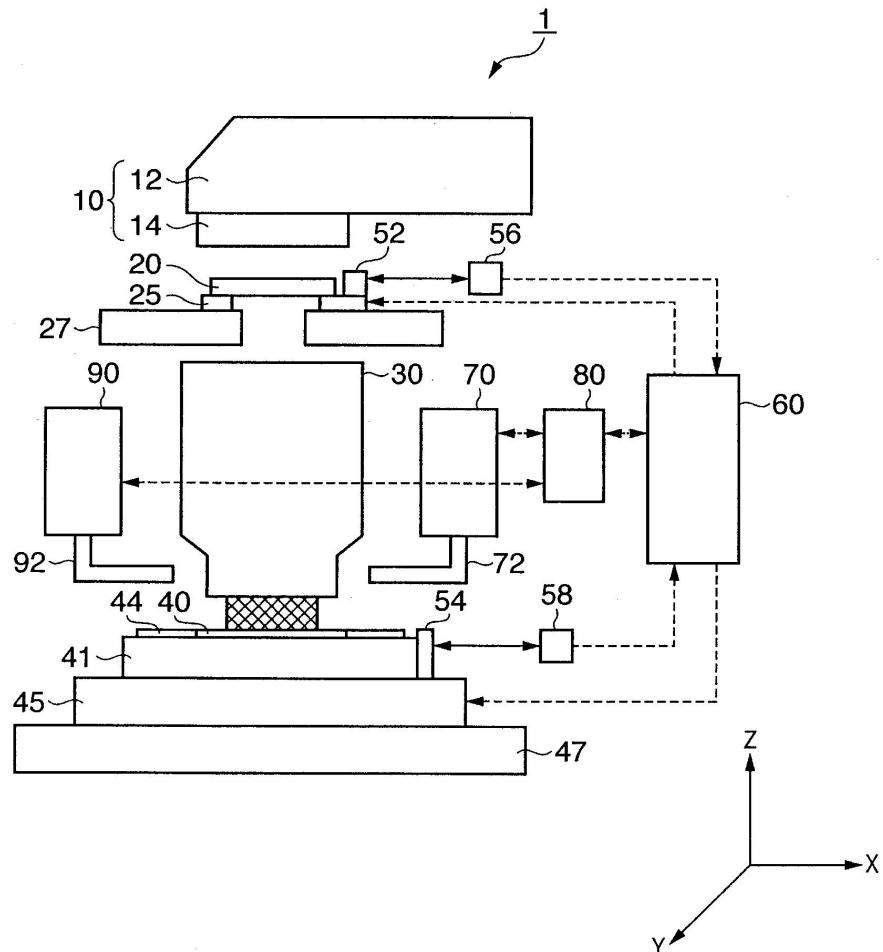
도면의 간단한 설명

- <1> 도 1은, 본 발명의 실시 예에 따른 액침형의 노광장치의 구성을 도시한 도면이다.
- <2> 도 2는, 제1 실시 예에 따른 액체 보유판을 도시한 도면이다.
- <3> 도 3은, 도 2의 액체 보유판의 구성을 측면(X-Z 평면)에서 본 도면이다.
- <4> 도 4는, 도 3의 일부를 확대한 도면이다.
- <5> 도 5는, 제2 실시 예에 따른 액체 보유판을 도시한 도면이다.
- <6> 도 6은, 도 5의 액체 보유판의 구성을 측면(X-Z 평면)에서 본 확대도다.
- <7> 도 7은, 제3 실시 예에 따른 동일 구조 부재를 도시한 도면이다.

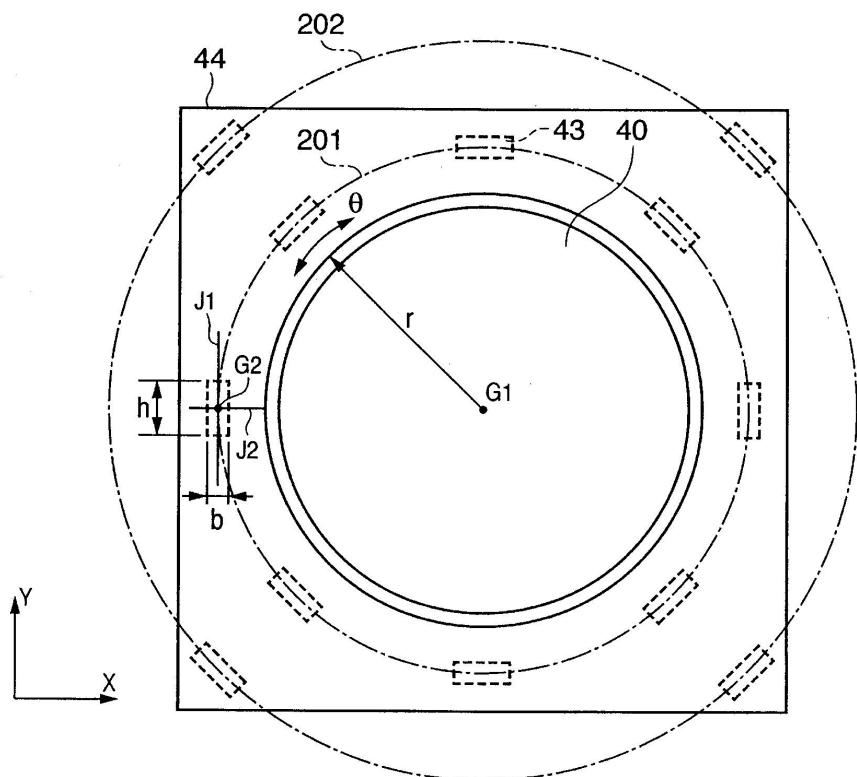
- <8> 도 8은, 도 7의 액체 보유관의 구성을 측면(X-Z 평면)에서 본 확대도다.
- <9> 도 9는, 제4 실시 예에 따른 디바이스의 제조를 설명하기 위한 플로차트다.
- <10> 도 10은, 도 4에 나타낸 스텝 4의 웨이퍼 프로세스를 상세히 설명하는 플로차트다.

도면

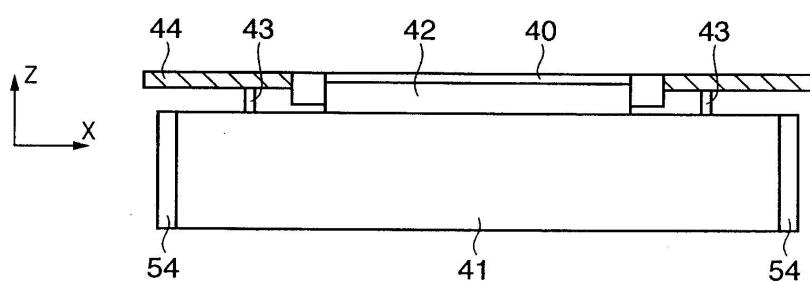
도면1



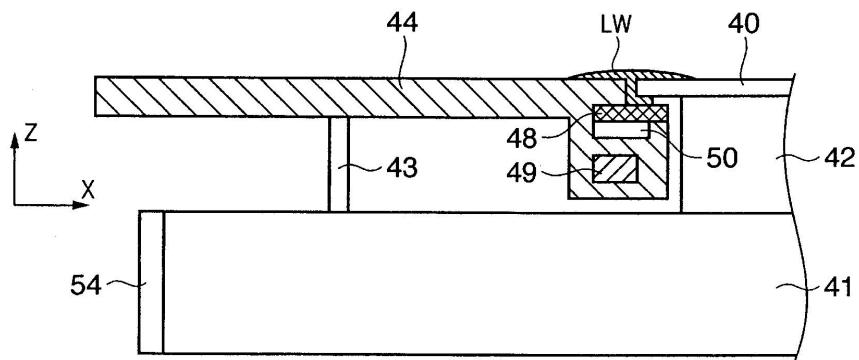
도면2



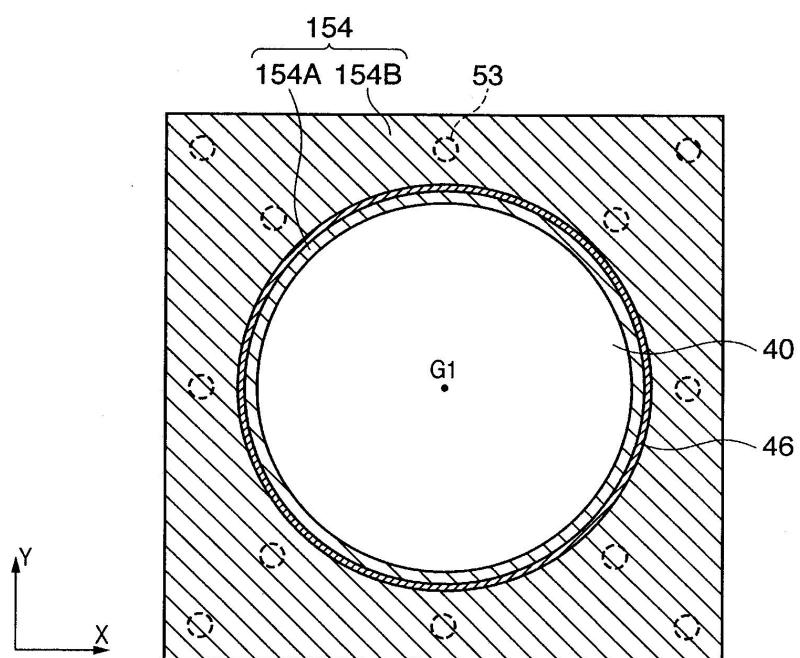
도면3



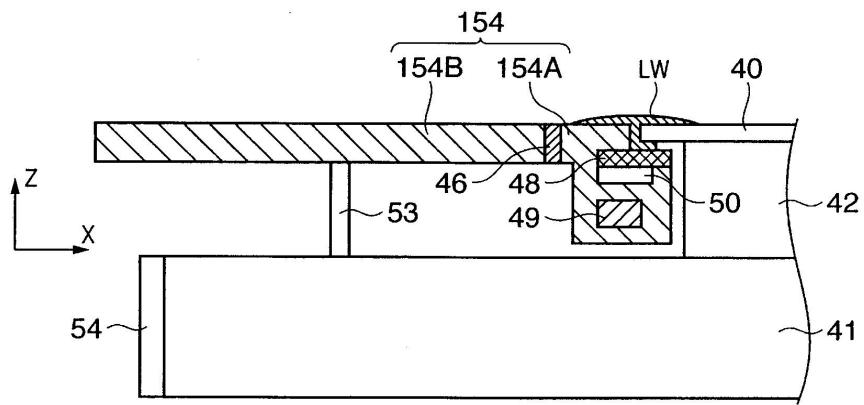
도면4



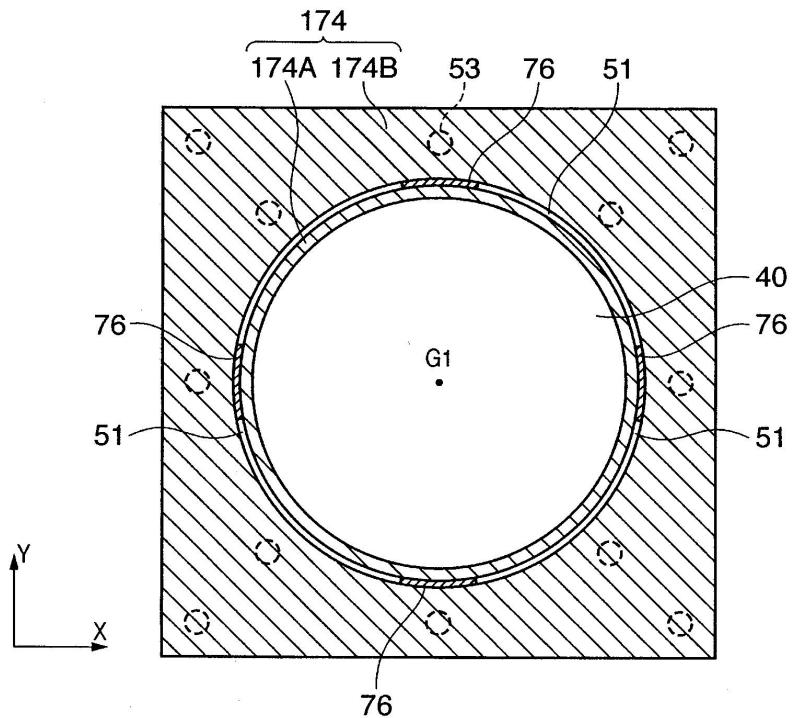
도면5



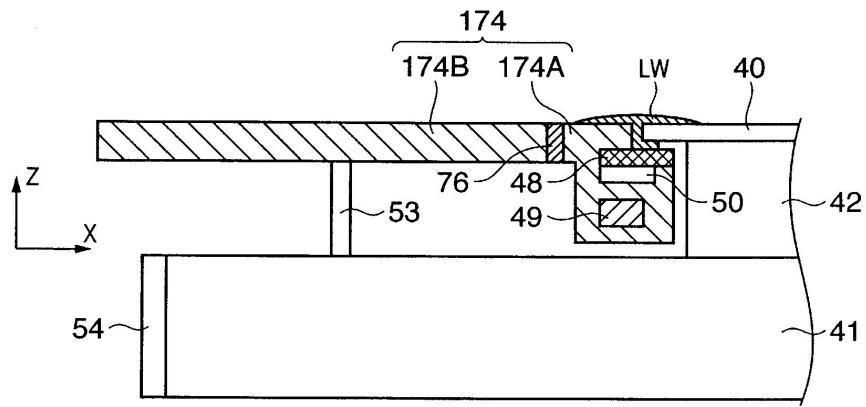
도면6



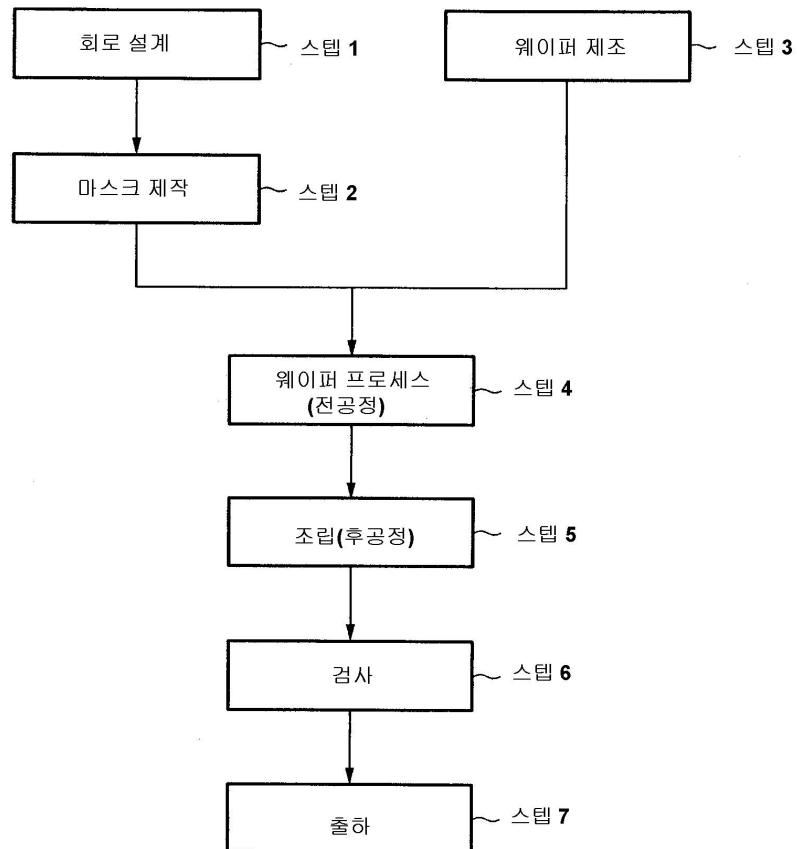
도면7



도면8



도면9



도면10

