



(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl. G03F 7/20 (2006.01)	(45) 공고일자 (11) 등록번호 (24) 등록일자	2007년02월28일 10-0687655 2007년02월21일
--	-------------------------------------	--

(21) 출원번호 (22) 출원일자 심사청구일자	10-2004-0074612 2004년09월17일 2004년09월17일	(65) 공개번호 (43) 공개일자	10-2005-0028848 2005년03월23일
----------------------------------	---	------------------------	--------------------------------

(30) 우선권주장 JP-P-2003-00324639 2003년09월17일 일본(JP)

(73) 특허권자 캐논 가부시끼가이샤
일본 도쿄도 오오따꾸 시모마루코 3조메 30방 2고

(72) 발명자 쓰지도시히코
일본국 도쿄도 오오따꾸 시모마루코 3조메 30방 2고 캐논 가부시끼가이샤 나이

(74) 대리인 신중훈
임옥순

(56) 선행기술조사문헌 JP05006851 A KR1020020005966 A KR1020040034510 A * 심사관에 의하여 인용된 문헌	JP10070058 A KR1020040023629 A
--	-----------------------------------

심사관 : 이순국

전체 청구항 수 : 총 17 항

(54) 조명광학계 및 노광장치

(57) 요약

노광장치는 광원으로부터 광을 이용하여 패턴을 형성하는 반사형 마스크를 조명하는 조명 광학계를 포함하고, 상기 조명 광학계는 상기 반사형 마스크 위에 조명된 영역을 규정하는 시야 조리개를 포함하고, 개구부와, 상기 시야 조리개의 개구로부터 광을 상기 반사형 마스크에 도입하는 결상계를 가지고, 상기 결상계는 공축광학계이며, 상기 반사형 마스크측에서의 상기 결상계의 주광선은, 상기 공축광학계의 공축에 대해 경사각을 형성하고, 상기 경사각은, 상기 투영광학계의 상기 반사형 마스크측의 주광선과 상기 반사형 마스크의 표면의 법선 사이의 각도가 대략 동일하다

대표도

도 1

특허청구의 범위

청구항 1.

200 nm 이하의 파장을 지닌 광원으로부터의 광을 이용하여 반사형 마스크의 패턴을 조명하는 조명광학계를 포함하는 노광장치에 있어서,

상기 조명광학계는

상기 반사형 마스크 위의 조명된 영역을 규정하고 개구부를 가진 시야 조리개;

상기 시야 조리개의 개구로부터 광을 상기 반사형 마스크로 향하게 하는 공축광학계이고, 또한, 미러를 포함하는 결상계; 및

반사형 마스크의 패턴을 기관 위에 투영하고, 미러를 포함하는 투영광학계

를 포함하고,

상기 반사형 마스크측에서의 상기 결상계의 주광선은 상기 공축광학계의 공통축에 대해 경사각을 형성하고, 상기 경사각은 상기 반사형 마스크측에서의 상기 투영광학계의 주광선과 상기 반사형 마스크 표면의 법선 사이의 각과 대략 같은 것을 특징으로 하는 노광장치.

청구항 2.

제 1항에 있어서,

상기 조명광학계는 상기 결상계로부터 광을 반사하고 상기 광을 상기 반사형 마스크에 도입하는 평면 미러를 포함하는 것을 특징으로 하는 노광장치.

청구항 3.

제 1항에 있어서,

상기 시야 조리개 측에서의 상기 결상계의 주광선은 상기 공통축과 대략 평행인 것을 특징으로 하는 노광장치.

청구항 4.

제 1항에 있어서,

상기 조명광학계는 상기 결상계의 동공면에 개구 조리개를 가지는 것을 특징으로 하는 노광장치.

청구항 5.

제 4항에 있어서,

상기 개구 조리개는 개구부를 가지고, 상기 조명광학계는 개구 조리개의 개구부의 크기 또는 형상을 변경하는 기구를 가지는 것을 특징으로 하는 노광장치.

청구항 6.

제 1항에 있어서,

상기 시야 조리개는 복수의 차광판을 가지는 마스킹 블레이드를 포함하는 것을 특징으로 하는 노광장치.

청구항 7.

제 1항에 있어서,

상기 시야 조리개는 원호형상의 개구부를 가진 원호 슬릿을 포함하는 것을 특징으로 하는 노광장치.

청구항 8.

제 7항에 있어서,

상기 원호형상의 개구부는 공통축 위에 곡률 중심을 가지는 것을 특징으로 하는 청 노광장치.

청구항 9.

제 1항에 있어서,

상기 시야 조리개는

복수의 차광판을 포함하는 마스킹 블레이드; 및

원호형상의 개구부를 가지는 원호 슬릿

을 포함하는 것을 특징으로 하는 노광장치.

청구항 10.

제 1항에 있어서,

상기 조명 광학계는

상기 광원으로부터의 광을 이용하여 복수의 2차 광원을 형성하는 반사형 적분기; 및

상기 복수의 2차 광원으로부터 광을 상기 시야 조리개에 중첩하여 원호형상의 조명된 영역을 형성하는 미러계를 포함하고,

상기 원호형상의 조명된 영역은 공통축 위에 곡률 중심을 가지는 것을 특징으로 하는 노광장치.

청구항 11.

제 1항에 있어서,

상기 결상계는 4 개의 미러를 포함하는 것을 특징으로 하는 노광장치.

청구항 12.

제 11항에 있어서,

상기 4 개의 미러 중에서 상기 시야 조리개로부터 1 번째 미러와 4 번째 미러는 오목한 반사면을 가지는 것을 특징으로 하는 노광장치.

청구항 13.

제 11항에 있어서,

상기 4 개의 미러 중에서 상기 시야 조리개로부터 3 번째 미러는 볼록한 반사면을 가지는 것을 특징으로 하는 노광장치.

청구항 14.

제 11항에 있어서,

상기 4 개의 미러중에서 상기 시야 조리개로부터 2 번째 미러는 오목한 반사면을 가지는 것을 특징으로 하는 노광장치.

청구항 15.

제 1항에 있어서,

상기 결상계는 동공면을 가지고, 상기 동공면에서 반사면을 가지는 미러를 포함하는 것을 특징으로 하는 노광장치.

청구항 16.

삭제

청구항 17.

제 1항에 있어서,

상기 광원으로부터의 광은 5nm 내지 20nm의 파장을 가지는 것을 특징으로 하는 노광장치.

청구항 18.

제 1항 내지 제 15항 및 제 17항 중 어느 한 항의 노광장치를 이용해서 물체를 노광하는 공정과;

상기 노광된 물체를 현상하는 공정을 포함하는 디바이스의 제조방법.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 일반적으로 노광장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는 10nm 내지 200nm의 파장을 가진 극단 자외선 영역("EUV") 또는 X선영역의 광원을 이용하여, 반도체 웨이퍼용의 단결정 기판, 액정 디스플레이("LCD")용의 유리 기판 등의 물체를 노광하는 노광장치에 관한 것이다.

미세 패턴을 가지는 반도체 회로 소자 등을 제조하는 방법의 하나로서 예를 들면 EUV광 또는 X선을 이용한 축소투영 노광 방법이 있다(예를 들면, 일본국 공개 특허 평10-70058호 공보(대응 미국특허 6,504,896B1호 공보), 일본국 공개특허 제 2003-045774호 공보(대응 미국특허 2003-031017A1호 공보) 및 일본국 공개특허 제2003-045784호 공보(대응 미국 특허 2003-031017A1호 공보) 참조).

이 방법은 회로 패턴을 형성하는 마스크(레티클)를 상기 EUV광을 이용하여 조명하고, 마스크 상의 패턴의 상을 웨이퍼면에 축소 투영하여, 패턴을 전사하기 위한 상기 웨이퍼 표면의 포토레지스트를 노광한다.

도 12는 종래의 EUV축소투영 노광장치(1000)의 주요부를 개략적으로 나타낸다. 도 12에서, (1001)은 EUV광의 발광점을 나타내고, (1002)는 EUV광을 나타내고, (1003)은 필터를 나타내고, (1004)는 제 1회전 포물면 미러를 나타내고, (1005)는 반사형 적분기를 나타내고, (1006)은 제 2회전 포물면 미러를 나타내며, (1007)은 반사형 마스크를 나타내고, (1008)은 투영광학계를 구성하는 복수의 미러를 나타내며, (1009)는 웨이퍼를 나타내고, (1010)은 마스크 스테이지를 나타내고, (1011)은 웨이퍼 스테이지를 나타내며, (1012)는 원호형상의 애퍼처(aperture)를 나타내고, (1013)은 레이저 광원을 나타내며, (1014)는 레이저 집광광학계를 나타내고, (1017)은 진공용기를 나타낸다. 도 14는 마스크(1007)상의 조명된 영역(1015)과 노광이 행해지는 원호상 영역(1016)사이의 관계를 나타내는 평면도이다.

이와 같이, 노광장치(1000)는 EUV광을 생성하는 광원부(1013, 1014), 조명 광학계(즉, 제 1회전포물면 미러(1004), 반사형 적분기(1005) 및 제 2회전 포물면 미러(1006)), 반사형 마스크(1007), 투영광학계(1008), 웨이퍼(1009), 마스크를 탑재한 스테이지(1010), 웨이퍼를 탑재한 스테이지(1011), 마스크 및 웨이퍼의 위치를 정밀하게 정렬하는 도시하지 않은 얼라인먼트 기구, EUV광의 감쇠를 막기 위해서 광학계 전체를 진공에 유지하기 위한 진공 용기(1017)와 도시하지 않은 배기 장치를 포함한다.

조명 광학계는 2차 광원을 형성하도록, 발광점(1001)으로부터 EUV광(1002)을 제 1회전 포물면 미러 (1004)를 이용하여 반사형 적분기(1005)에 집광하고, 마스크(1007)를 균일하게 조명하도록, 이들 2차 광원으로부터 EUV광을 제2의 회전 포물면 미러(1006)를 이용하여 중첩하고 집광한다.

반사형 마스크(1007)는 다층막 미러 위에 EUV 흡수체로 구성되는 비반사부를 이용한 전사될 패턴을 형성한다. 투영광학계(1008)는 반사형 마스크(1007)에 의해 반사된 회로패턴의 정보를 가지는 EUV광을 웨이퍼(1009)에 결상한다.

투영광학계(1008)는 축외의 가는 원호상의 영역(즉, 광축중심으로 부터 떨어져 있음)이 양호한 결상 성능을 가지도록 형성되어 있다. 웨이퍼(1009) 직전에 원호상의 개구부를 가진 애퍼처(aperture)(1012)가 이 얇은 원호상 영역만이 노광할 수 있게 한다. 상기 노광에 의해 반사형 마스크를(1007) 스캔하고 동시에 마스크 전체 면에 직사각형의 쇼트를 전사한다.

상기 투영광학계(1008)는 복수의 다층막 미러로 구성되어 마스크(1007)상의 패턴을 웨이퍼(1009) 표면에 축소 투영하는 구성이 된다. 상기 투영광학계 (1008)는 전형적으로, 상측 텔레센트릭계(telecentric system) 형성하고, 물체측(반사형 마스크측)은 반사형 마스크(1007)에 입사하는 조명 광과의 물리적 간섭을 피하기 위해서 통상적으로 비텔레센트릭한 구성을 형성한다.

레이저 집광광학계(1014)는 레이저 광원(1013)으로부터 레이저 빔을 발광점 (1001)의 위치에 있는 도시하지 않은 타겟에 집광하여 고온의 플라스마 광원(1001)을 생성한다. 이 플라스마 광원으로부터 열적으로 방사된 EUV광(1002)은 제 1회전 포물면 미러(1004)에 반사되어 평행한 EUV광으로 변한다. 이 광이 반사형 적분기(1005)에 반사되어, 다수의 2차 광원을 형성한다.

이 2차 광원으로부터의 EUV광은 제 2회전 포물면 미러(1006)에 반사되어 반사형 마스크(1007)를 조명한다. 상기 2차 광원으로부터 제 2회전 포물면 미러(1006), 제 2회전 포물면 미러(1006)로부터 반사형 마스크(1007)까지의 거리는 제2회전 포물면 미러(1006)의 초점거리와 동일하게 설정되어 있다.

2차 광원의 위치에 제 2회전 포물면 미러(1006)의 초점이 위치하고 있으므로, 2차 광원으로부터 방출된 EUV광은 반사형 마스크(1007)를 평행 광으로서 조사한다. 투영광학계(1008)는 2차 광원의 상이 입사동공면에 투영 되도록 구성되고 이에 의해 켈러의 조명 조건(Kohler's illumination condition)이 만족된다. 반사형 마스크(1007)에 1점을 조명하는 EUV광은 모든 2차 광원에서 나온 EUV빔이 겹쳐진 것이다.

마스크 면의 조명되는 영역(1015)은 도 13에 도시된 바와 같이, 반사형 적분기 (1005)의 구성요소인 볼록 미러 또는 오목 미러의 평면 형상과 유사하며, 실제로 노광되는 원호 영역(1016)을 포함하는 직사각형 형상의 영역이다. 상기 투영광학계(1008)는 2차 광원의 상이 그 동공면에 투영 되도록 형성된다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

그러나, 종래의 EUV축소투영 노광장치는 다음의 같은 결점이 있기 때문에 웨이퍼(1009)의 부근에 조명된 영역을 규정하는 애퍼처(1012)가 형성되고, 노광시에 구동하는 웨이퍼로부터는 어느 정도 분리되어야 된다. 이 분리에 의해 노광영역이 초점이 흐려지게 된다.

반사형 마스크(1007)의 부근에 마찬가지로의 애퍼처를 형성하는 것도 생각할 수 있지만, 동일한 문제가 생긴다. 반사형 마스크에 입사와 반사형 마스크로부터 반사에 필요한 광을 차폐하지 않도록 반사형 마스크(1007)의 부근에 마찬가지로의 애퍼처를 형성하기 때문에, 문제가 심각해진다.

조명되는 영역을 규정하는 애퍼처와 레티클 사이에 결상계를 형성하는 것도 생각할 수 있지만, 종래는 그 상세한 구성이 명확하게 되어 있지 않았다.

따라서, 상기 종래 기술의 문제점을 염두에 두고, 본 발명의 예시적인 목적은 조명되는 영역을 규정하는 애퍼처와 레티클 사이의 결상계를 분명히 하는 것과 동시에, 그 결상계를 가지는 조명 광학계를 포함한 노광장치를 제공하는 데 있다.

발명의 구성

상기 목적을 달성하기 위해서, 본 발명의 일 측면의 노광장치는,

광원으로부터의 광을 이용하여 반사형 마스크의 패턴을 조명하는 조명광학계를 포함하고, 상기 조명광학계는 상기 반사형 마스크 위의 조명영역을 규정하고 개구부를 가진 시야 조리개와; 상기 시야 조리개의 개구로부터 광을 상기 반사형 마스크에 향하게 하는 공축광학계인 결상계와; 반사형 마스크의 패턴을 기관 위에 투영하는 투영광학계를 포함하고, 상기 반사형 마스크측에서의 상기 결상계의 주광선은 상기 공축광학계의 공통축에 대해 경사각을 형성하고, 상기 경사각은 상기 반사형 마스크측에서의 상기 투영광학계의 주광선과 상기 반사형 마스크 표면의 법선 사이의 각과 대략 같은 것을 특징으로 한다.

본 발명의 다른 특징 또는 이점은 이하 첨부 도면과 함께 취한 다음의 상세한 설명으로부터 명백해지고, 전체 도면에 걸쳐서 동일부분 또는 유사부분에 동일한 참조번호를 부여한다.

본 명세서에 포함되어 그 일부를 구성하는 첨부도면은 상세한 설명과 함께 본 발명의 실시예를 도시하고 본 발명의 원리를 설명하는 기능을 한다.

<바람직한 실시예의 상세한 설명>

이하에, 본 발명의 실시예를 첨부도의 도면에 따라서 상세하게 설명한다.

<제 1 실시예>

도 1은 본 발명에 의한 1실시예의 개략도이다. 도시된 바와 같이, (1)은 여기 레이저빔을 나타낸다. (2)는 플라스마 발광점을 나타낸다, (3a)는 플라스마 생성의 타겟이 되는 액체방울을 분사하는 노즐을 나타내고, (3b)는 여기 레이저빔을 수광하지 않았던 액체방울을 회수하여 재사용하기 위한 액체방울 회수부를 나타낸다. (4)는 플라스마 발광점으로부터 방출되는 광을 수광하는 집광미러를 나타내고, (6a)는 플라스마로부터 비산입자(파편)를 제거하는 필터를 나타내고, (6b)는 EUV광 이외의 광을 제거하는 파장 필터를 나타낸다. (7)은 집광미러(4)의 집광점 또는 그 부근에 배치된 핀홀 애퍼처를 나타낸다. (8)은 플라스마 광원을 수용하는 진공용기를 나타낸다. 이들 구성요소가 광원부를 구성한다. (5)는 미러(4)에 의해 집광된 EUV광을 나타낸다. (9)는 노광장치 본체와 플라스마 광원부를 진공 상태로 접속하는 접속부를 나타낸다.

(10a), (10b)는 애퍼처(7)를 통하여 EUV광을 수광하고, 오목 미러와 볼록 미러를 포함하는 평행 변환 광학계의 일부이다. (11a)는 복수의 원통면미러를 가지는 적분기이고, (11b) 및 (11c)는 적분기(11a)로부터 광을 원호형상으로 집광하기 위한 회전 포물면 미러를 포함한 광학계의 일부이다. (12), (13)은 슬릿계(시야 조리개)를 구성하고 있고, (12)는 원호형상의 개구부와 부분적으로 가변할 수 있는 폭을 가진 슬릿을 나타낸다. (13)은 반사형 마스크(16)와 공역인 면에 배치된 소망한 노광 영역에 조명광을 제한하기 위한 마스크 블레이드를 나타낸다. (14)는 물체측인 마스크 블레이드(13) 및 상측인 반사형 마스크(16)에 대해서 소망한 배율로 결상하여, 원호형상의 조명된 영역을 반사형 마스크 상에 형성하는 마스크 결상계를 나타낸다. (14a), (14b), (14c) 및 (14d)는 각각 마스크 결상계(14)의 곡면 미러를 나타내며, (14e)는 결상계(14a) 내지 결상계(14d)로부터 광을 반사하여 마스크 결상계(14)의 상측 광(14')을 반사형 마스크(16)에 소정의 각도로 입사시키기 위한 평면 미러이다. (15)는 결상계(14a) 내지 (14d)의 동공면에 배치된 개구 조리개를 나타낸다. 이들 구성요소는 광원부로부터 광으로 반사형 마스크(16)를 조명하는 조명 광학계를 구성한다.

(17)은 반사형 마스크(16)를 유지하는 마스크 스테이지를 나타낸다. (18)은 복수의 미러를 포함하고, 공축광학계를 형성하여 물체측이 비텔레센트릭하고 상측이 텔레센트릭하게 형성되는 투영광학계를 나타낸다. (19)는 감광재가 도포된 웨이퍼를 나타낸다. (20)은 웨이퍼 (19)를 유지하는 웨이퍼 스테이지를 나타내고, (21)은 EUV광의 감쇠를 막기 위해서 광학계 전체를 진공으로 유지하는 진공용기를 나타낸다.

도시하지 않은 여기 레이저 광원 및 집광광학계를 포함하는 여기 레이저부로부터 방출된 고출력의 여기 펄스 레이저빔(1)은 발광점(2)의 위치에 집광하도록 구성되어 있고 플라스마 광원부를 형성하고 있다. 이 레이저 플라스마 광원의 타겟으로서, 예를 들면 Xe 등의 액체방울은 노즐(3a)로부터 일정한 시간간격으로 연속적으로 분사되어 집광점(2)을 통과한다. 이와 같이 분사된 액체방울이 구성요소(2)의 위치에 배치되는 경우, 여기 펄스 레이저빔(1)이 액체방울을 조사하여 고온의 플라스마를 발광점(2)으로부터 생성하고, 이 플라스마로부터의 열방사에 의해 EUV광을 발생한다.

본 실시예는 타겟으로서 Xe의 액체방울을 이용하지만, 타겟은 진공중에 분사된 Xe가스, 단일팽창으로부터 발생하는 클러스터, 금속 표면에서 냉각되어 고체화된 Xe가스 및 Cu 등의 금속테이프를 이용하여도 된다. 대안적으로, EUV광원은 언듈레이터(undulator) 즉, Z핀치 방식, 플라스마 포커스, 모세관 방전 및 할로 캐소드 트리거된 Z핀치(hollow cathod triggered z pinch) 등의 소위 방전 방식을 이용할 수 있다.

플라스마 발광점(2)으로부터 조사된 EUV광은 회전 타원 미러 등의 집광미러 (4)에 의해 집광되어 EUV빔으로서 인출된다. 필터(6a)에 의해 플라스마 및 그 주변으로부터 직접 전방에 비산하는 비산 입자(파편)가 제거되어 필요에 따라서 필터(6b)에 의해 EUV노광에 불필요한 파장성분이 제거된다. 다음에, 플라스마 광원을 수용하는 진공용기(8)와 노광장치 본체를 수용하는 진공용기(21) 사이의 경계면에 설치된 핀홀 애퍼처(7)에 상기 광이 집광된다. 접속부(9)는 광원을 수용하는 진공용기(8)에 노광장치 본체를 수용하는 진공용기(21)를 접속한다.

상기 애퍼처(7)를 통과한 EUV광(5)은 그 중심에 개구부를 가지는 오목 미러 (10a)와 상기 오목 미러(10a) 보다 작은 직경의 볼록 미러(10b)를 포함하는 평행 변환 광학계에 의해 대략 평행한 광(10')으로 변환된다. 여기서, 상기 오목 미러(10a)는 볼록 미러(10b)에 의해 반사된 광을 위한 개구부를 가지고, 그 개구부는 광원으로부터 EUV광의 광축에 배치되어 있다. 이들 미러(10a, 10b)는 광원으로부터 EUV광의 광축에 대해서, 대략 회전 대칭이 되는 반사면을 가지고 있다. 중심축은 상기 EUV광의 광축과 대략 일치하고 있다.

상기의 집광미러(4)와 오목미러(10a) 및 볼록미러(10b)는 EUV광을 효과적으로 반사하기 위한 반사형 다층막을 형성하고 고온의 플라스마(2)로부터 방사 에너지를 흡수하기 때문에, 노광중에 고온이 된다. 그 때문에, 상기 미러는 열전도성이 높은 금속 등의 재료로 이루어지고, 노광중에 연속적으로 냉각하기 위해 수냉등 도시하지 않은 냉각 수단을 가지고 있다.

구체적으로 기재하지는 않았지만, 광학계의 각 미러의 반사면은 EUV광을 효과적으로 반사하기 위한 반사형 다층막을 형성하고, 필요에 따라서 상기 미러는 열전도성이 높은 금속 등의 재료로 이루어질 수 있다.

대략 평행한 광으로 변환된 EUV광(10')은 복수의 반사형 원통형 미러를 가지는 적분기(11a)에 입사하여, 각 원통면에 의해 분할되어 발산하는 빔이, 평면 미러(11b)와 회전 포물면 미러(11c)에 의해 원호형상에 집광되고, 이에 의해, 원호 슬릿(12)의 개구부에 균일한 광도 분포를 가지는 원호형상의 조명된 영역을 형성한다.

여기서, 적분기(11a)가 원호 영역을 어떻게 균일하게 조명하는가에 대해, 다른 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

도 3a는 평행 광을 수광하는 복수의 볼록 원통면을 가진 반사형 볼록 원통면 적분기(11a)의 개략적 사시도이며, 대략 평행한 EUV광(10')은 도시된 방향으로 입사한다. 도 3b는 도 3a와 같은 효과를 가지는 복수의 오목 원통면을 가진 반사형 오목 원통면 적분기의 개략적 사시도이다. 도 1의 적분기(11a)는 도 3a에 도시된 바와 같이 반사형 볼록 원통면 적분기이지만, 도 3b에 도시된 반사형 오목 원통면 적분기 또는 그 조합이 되어도 좋다.

도 4는 반사형 볼록 원통면 적분기의 개략적 단면도이고, 도 5는 반사형 볼록 원통면 적분기의 원통면에 대한 EUV광 반사의 설명도이며, 도 6은 반사형 볼록 원통면 적분기의 원통면이 반사된 EUV광의 각도 분포도이다. 각 도면중에서, (11a)는 반사형 볼록 원통면 적분기를 나타낸다.

도 3a에 도시된 바와 같이, 복수의 원통면을 가진 적분기(11a)에 거의 평행한 EUV광(11)을 입사하는 경우, 상기 적분기의 표면 부근에 2차 광원이 형성되고, 이 2차 광원으로부터 방사되는 EUV광은 원주 각도분포를 가진다. 다음에 이 2차 광원 위치에서 초점을 가지는 미러에 대해 상기 EUV광을 반사하고 반사형 마스크 또는 반사형 마스크와 공역인 면을 조명함으로써, 원호형상의 조명이 가능해진다.

복수의 원통면을 가진 반사형 적분기의 작용을 설명하기 위해서, 하나의 원통면 미러에 평행광이 입사했을 경우의 반사된 광의 행동에 대해 도 5를 참조하면서 설명한다. 지금, 하나의 원통면에 그 중심 축에 수직인 면에 대해서 θ 의 각도로 평행광이 입사되는 경우를 생각한다.

평행한 입사광의 광선 벡터를

$$P1 = (0, -\cos\theta, \sin\theta)$$

원통면 형상의 반사면에 대한 법선 벡터를

$$n = (-\sin\alpha, \cos\alpha, 0)$$

로 정의하면, 반사된 광의 광선 벡터는

$$P2 = (-\cos\theta \times \sin 2\alpha, \cos\theta \times \cos 2\alpha, \sin\theta)$$

가 된다. 반사된 광의 플롯된 광선 벡터는 위상 공간에 도 6에 도시된 바와 같이, xy 평면상에 반경 $\cos\theta$ 의 원을 형성한다. 따라서, 반사된 광은 원주 형상의 발산광이 되어, 이 원주면의 정점에 2차 광원이 위치하게 된다. 적분기(11a)가 오목 원통면을 가지는 경우에는 이 2차 광원은 반사면의 외부에 실상으로서 존재하는 반면에, 상기 적분기가 볼록 원통면을 가지는 경우에는 이 2차 광원은 반사면의 내부에, 허상으로서 존재하게 된다. 도 4에 도시된 바와 같이, 반사면이 원통면의 일부에 한정되고, 중심각이 2Φ 인 경우, 도 6에 도시된 바와 같이, 광선 벡터(P2)는 xy 평면상에 중심각 4Φ 의 원호(601)로서 존재한다.

다음에, 상기 원통면 미러에 평행광이 입사의 결과로서 형성되는 2차 광원의 위치에 초점을 가지는 초점거리 f의 회전 포물면 미러와 이 미러로부터 거리 f만큼 떨어진 위치에 배치된 피조명면이 있다고 상정한다. 2차 광원은 원주형상의 발산광이 방출되어 초점거리 f의 미러에 반사된 후, 평행광으로 변환된다. 반사된 광은 반경 $f \times \cos\theta$ 로 중심각 2Φ 의 원호형상의 단면을 가진 시트 빔(sheet beam)이 된다. 따라서 도 6에 도시된 바와 같이, 피조명 면의 반경 $f \times \cos\theta$ 로 중심각 4Φ 의 원호형상의 영역(601)만이 조명되게 된다.

이전 설명에서는 1개의 원통면 미러에 대해서 언급한다. 다음에, 도 2를 참조하면서, 다수의 원통면을 넓은 면적에 평행하게 다수 배치하고, 어떤 비임의 직경을 가지는 평행광(10')을 도 1에 나타낸 방향으로 수광하는 적분기(11a)에 대해 설명한다.

도 2에서, (11a)는 상기 적분기이고, (11b)는 평면 미러이며, (11c)는 회전 포물면 미러이고, (12)는 원호형상의 개구부를 가지는 슬릿이다. 상기 회전 포물면 미러(11c)는 축(201AX)의 주위를 중심으로 대칭이고, 초점(202)을 가진 포물선을 축(201AX)을 중심으로 회전함으로써 형성된 면의 일부인 반사면을 가진 미러이다. 상기 초점(202)과 미러면 유효부의 중심점(204) 사이의 거리는 초점거리 f 가 된다. 또, 점(204)과 원호슬릿(12) 사이의 거리는 대략 상기 초점거리 f 와 동일해지도록 설정되어 있다.

회전 포물면 미러의 회전축(201AX)이 적분기(11a)의 반사면 또는 반사면 부근에, 반사면과 평행하게 배치되고, 상기 원통면과 정렬되도록, 회전 포물면 미러(11c)가 배치된다. 도시된 바와 같이, 회전 포물면 미러(11c)위의 유효부 중심점(204)과 초점(202) 사이에는 평면 미러(11b)가 배치되고, 미러(11b)의 반사면에 대해서 초점(202)에 대칭인 점(202')이 적분기(11a)의 반사면 유효부의 대략 중심 위치된다. 즉, 위치(204)로부터 위치(202')까지의 광로 길이가 초점거리 f 와 동일하다.

이러한 배치에 의해, 위치(202')와 회전 포물면 미러(11b)는 회전 포물면 미러(11b)의 초점거리 f 만큼 떨어지는 것으로 되고, 원호 슬릿(12)과 회전 포물면 미러(11b)의 초점거리 f 만큼 떨어지는 것으로 된다. 즉 위치(202')와 원호 슬릿(12)은 서로 거의 푸리에 변환면(Fourier conversion surface)의 관계를 가지게 된다. 따라서, 대략 평행한 EUV광(10')이 도시된 바와 같이 적분기(11a)에 대한 입사에 의해, 원호 슬릿(12)의 개구부 또는 그 부근에 집광 된다.

회전 포물면 미러(11c)에 대해 EUV광은 주광선의 저입사각도(ξ)는 0° 내지 45° 의 각도, 구체적으로는 20° 이하이다. 이에 의해 원호 슬릿(12)에 집광되는 경우 초점 흐림량을 저감하여, 오히려 고입사각 보다도 원호 개구부 부근의 집광효율을 높일 수가 있다. 이에 의해 차폐로 인한 광의 손실을 억제하는 것이 가능해져, 조명계 효율을 향상시킨다.

복수의 원통면을 평행하게 배치한 미러에서 반사된 광은 상술한 바와 같이 동일한 각도 분포를 가지기 때문에, 적분기(11a)의 광 입사각을 ε 로 하면, 원호 슬릿(12)의 부근에는 반경 $f \times \cos \varepsilon$ 의 원호형상의 영역이 조명되게 된다. 원호 슬릿(12) 부근의 하나의 점에 입사하는 광은 복수의 원통면을 평행하게 배치한 조명된 영역 전역으로부터 초래하므로, D를 대략 평행한 EUV광(10')의 빔의 직경으로 하면, 그 각도 범위 (즉, 집광 NA) γ 는

$$\gamma = D/f$$

가 된다.

이 경우, 원호형상의 조명된 영역은 다수의 원통면이 적분기(11a)에 대해 광을 중첩하므로, 광도의 균일성을 유지한다. 즉 이에 의해 효과적이고 균일한 원호 조명을 달성할 수 있다.

도 1에 돌아와, 본 실시예의 노광 방법에 대해 계속 설명한다. 도시된 바와 같이 마스크 블레이드(13)는 원호 슬릿(12)의 개구부 부근에 형성된 원호형상의 조명된 영역을 부분적으로 제한하고 마스크 결상계(14)는 상기 원호형상의 조명된 영역을 소망한 배율로 확대 또는 축소한다. 그 결과로서, 마스크 스테이지(17)에 의해 유지된 반사형 마스크(16)에, 소망한 입사각도로 상기 원호형상의 조명된 영역을 도입함으로써 반사형 마스크(16)는 원호형상으로 조명된다. 상기 원호의 조명된 영역의 곡률중심은 투영광학계(18)의 광축(18AX)과 일치한다.

투영광학계(18)계가 원호형상의 조명된 반사형 마스크(16)로부터 회로패턴 정보를 가지는 반사된 EUV 반사광을 노광에 적절한 배율로 감광재가 도포된 웨이퍼 (19)에 투영하는 경우, 회로 패턴의 노광이 행해진다.

상기 웨이퍼(19)는 웨이퍼 스테이지(20)에 고정되고, 도시하지 않는 레이저 간섭계 등의 거리 측정장비의 제어하에 지면 상에서 상하 전후에 평행이동을 형성하는 기능을 한다. 전면 스캔 노광은, 예를 들면, 지면에 평행한 방향으로 속도 v 로 주사될 반사형 마스크(16)와, M이 투영광학계(18)의 배율이면, 지면에 평행한 방향으로 속도 v/M 에서 동시에 동기 주사될 웨이퍼(19)를 필요로 한다.

상기 투영광학계(18)는 복수의 다층막 반사형 미러로 구성되고, 축외의 가는 원호형상의 영역이 양호한 결상 성능이 형성된다. 상기 투영광학계(18)는 상기 마스크(16)상의 패턴을 웨이퍼(19)표면에 축소된 크기를 투영하도록 형성되고, 상측(웨이퍼측) 텔레센트릭계를 형성한다. 상기 투영광학계(18)는 물체측(반사형 마스크측)이, 반사형 마스크(16)에 입사하는 조명광파의 물리적 간섭을 피하도록, 비텔레센트릭하게 형성되고, 예를 들면, 본 실시예는 물체측 주광선이 마스크(16)의 법선 방향에 대해 약 6° 만큼 기울어져 있다.

이하에서는,

- (1) 원호 조명을 이용한 스캔 노광
- (2) 원호 슬릿(12)을 이용함으로써 불균일한 노광 보정방법
- (3) 스캔 노광시의 마스크 블레이드 (13)의 동작
- (4) 마스크 결상계의 구성

에 대해 이 순서로 상세하게 설명한다.

도 7a 및 도 7b는 각각 웨이퍼면에 대한 스캔 노광 개시 및 종료 상태를 나타내는 도면이다. 도시된 바와 같이, (701)은 웨이퍼 면의 원호형상의 조명된 영역을 나타내며, (702)는 노광 대상이 되는 노광영역을 나타낸다. 이 도면에서 노광 영역 (702)은 웨이퍼 스테이지 구동하는 경우 지면의 좌측에서 우측으로 이동한다. 상기 원호형상의 조명된 영역(701)이 상대적으로 노광된 영역(702)을 주사하도록 형성되어 있다. 노광 개시 및 종료에서, 원호형상의 조명된 영역(701)이 노광 영역 (702) 이외의 부분을 조명하는 것을 방지하도록 마스크 블레이드가 작동한다. 이것은 마스크 블레이드의 동작에서 설명한다.

상기 내용은 본 실시예의 주사 방향에 대해서, 상대적으로 역방향으로 스캔 노광에 적용가능하다.

상기의 스캔 노광에서, 원호 슬릿(12)에 의해 불균일한 노광을 보정하는 방법에 대해 상세하게 설명한다. 도 8에 도시된 바와 같이, (810)은 원호 슬릿(12)의 슬릿폭(811)을 부분적으로 바꾸기 위한 다수의 가동 에지(movable edge)를 나타낸다. (811)은 원호형상의 조명된 영역을 형성하기 위한 슬릿 개구부를 나타낸다. (812)는 상기 적분기(11a) 및 미러계 (11b,11c)에 의해 형성된 원호형상의 조사된 영역을 나타내며, 이 조명된 영역이 슬릿 개구부(811)을 통과하는 광을 형성한다.

스캔 노광에 의해, 반사형 마스크(16)의 회로패턴의 축소된 크기를 웨이퍼 (19)에 전사할 때에, 원호 슬릿내에 불균일한 광도가 있는 경우, 불균일한 노광이 발생한다. 이 문제에 대한 하나의 해결책은 도시하지 않는 구동계를 이용하여, 가동 에지부(810)를 원호 슬릿내에서 상대적으로 강한 광도를 형성하는 좁은 슬릿폭에만 이동하고, 소망한 양 만큼 스캔 노광하기 위해 광량을 줄인다. 그 결과로서, 적산한 결과로 전체 노광면에 대해 균일한 강도로 노광하는 것이 가능해진다.

마스크 블레이드(13)는 4 개의 차광판(801, 802, 803, 804)을 포함하고, 상하의 차광판(803, 804)은 원호 슬릿 개구부 (812)에서 원호형상의 조명된 영역(812)의 양단에서 차광하고, 도 7a에 도시된 바와 같이 노광영역(702)의 세로의 폭(스캔폭)을 규정한다.

도 9를 참조하면서, 이하에 기재된 바와 같이, 차광판(801, 802)은 스캔 노광에서 원샷(one-shot)의 노광개시로부터 노광종료까지, 횡방향으로 이동하고 애퍼처를 개폐함으로써, 노광 영역(702)의 횡폭(스캔 길이)을 형성한다.

도 9의 (A1) 내지 (A5)는 스캔 노광의 개시부터 종료까지를 시계열로 나타낸 것이고, (B1) 내지 (B5)는 각각 (A1) 내지 (A5) 상태에서의 마스크 블레이드 (13)의 차광판(801, 802)의 작용을 나타낸 것이다.

노광이 개시되려고 하는 상태(A1)가 되면, (B1)상태에서 차광판(802)은 우측으로 이동을 개시하여, 애퍼처를 개방한다. 원호형상의 조명된 영역(701)은 이 상태에서 차광되고, 도시는 되어 있지만 실제로는 조명되지 않는다. (A2)에 도시된 바와 같이 스캔 노광이 개시되면, 노광영역(702)으로부터 원호형상의 조명된 영역(701)의 투영을 차광하도록, (B2)상태에서 도시된 바와 같이 차광판(802)이 이동한다. (A3)에 도시된 바와 같이, 원호형상의 조명된 영역(701)이 스캔 노광하기 위한 노광된 영역(702)내로 이동하고, (B3)에 도시된 바와 같이, 차광판(802)은 슬릿 개구부 (811)가 완전히 개방하도록 우측으로 이동한다. (A4)에 도시된 바와 같이 스캔 노광이 거의 종료되면, 노광된 영역(702)으로부터 원호형상의 조명된 영역(701)의 투영을 차광하도록, 차광판(801)이 차례로 이동한다. (A5)에 도시된 바와 같이 스캔 노광이 완료했을 때에는, 차광판(801)이 이동하여 슬릿 개구부(811)를 완전하게 차폐한다. 이상의 일련의 동작에 의해, 소망한 노광된 영역에 대해서 스캔노광을 제공한다.

다음에, 마스크 결상계(14)의 상세한 것에 대해서 도 10을 참조하면서 설명한다. 마스크 결상계(14)는 상기 마스크 블레이드(13)를 물체면으로서, 반사형 마스크(16)(도면에서는 위치 102)를 상면으로서 이용하고, 반사형 다층막을 포함하는 결상 광학계이다. 이 결상계는 공통축(광축)(10AX)을 대략 중심으로 배치하는 물체측의 원호 영역에 소망한 배율을 적용함으로써, 투영계(18)에 대해서 적합한 원호형상의 조명된 영역을 형성하고 결상하는 기능을 하는 공축광학계이다.

도시된 바와 같이, (14a), (14b), (14c), (14d)는 회전 대칭에 대해서 중심축(10AX)을 이용하고, 오목 또는 볼록의 구면 또는 비구면 미러이며, 본 실시예에서는 (14a)로부터 차례로 오목, 오목, 볼록, 오목이 된다. 개구 조리개(15)를 배치한 마스크 결상계(14)의 동공면은 미러(14b)의 반사면이나 반사면 부근에 배치된다. 상기 개구 조리개(15)는 개구부 패턴을 바꾸고, 반사형 마스크측의 조명광의 수렴각(이른바 코히어런스 팩터(coherence factor)(σ))을 바꾸거나 또는 이하 상세하게 기재된 바와 같이, 변형된 조명을 제공한다:

원호 슬릿(12)의 부근에 배치된 마스크 블레이드(13)의 위치에 집광된 EUV광은 그 주광선이 회전 대칭축(10AX)에 대해서 평행한 상태 즉 물체측 텔레센트릭하면서 마스크 결상계(14)에 입사한다. 입사한 광은 상기 4매의 미러 및 개구 조리개(15)를 통하여 상면(102)에 집광된다. 상측은 비텔레센트릭한 구성을 가지고 있으며, 주광선(103)의 상면(102)의 입사각도(101)(주광선(103)과 회전 대칭축(10AX)사이의 각도)는 마스크면 법선에 대한 투영광학계(18)의 물체측 주광선의 경사각과 대략 같아지도록 설정되어 있는 것에 유의한다. 즉, 반사형 마스크의 조명된 영역의 각 위치에 대응하여 결상계(14a 내지 14d)의 마스크측 주광선과 회전 대칭축(10AX)사이의 각도는 투영광학계의 마스크측 주광선과 마스크면의 법선 사이의 각도와 대략 같아지도록 설정되어 있다. 본 실시예는 입사각도(101)가 약 6° 로 설정되어 있어 투영광학계(18)의 마스크측의 주광선과 마스크면의 법선 사이의 각도와 동일하게 된다. 투영광학계의 광축(18AX)이 마스크면의 법선과 평행하므로, 투영광학계의 광축(18AX)과 투영광학계(18)의 마스크측의 주광선 사이의 각도도 동일하다. 따라서, 결상계의 마스크측 주광선과 결상계의 광축 사이의 각도는 투영광학계의 마스크측 주광선과 마스크면 법선 사이의 각도와 대략 같아진다. 결상면은 상측의 초점이 흐려지는 것을 적절하게 보정하고, 상면에서 스포트 직경이 5 mm이하, 바람직하게는 1mm이하가 되도록 설계되고 있다.

평면 미러(14e)가 도 1에 도시된 마스크 결상계(14)의 상측 광(14')을 반사하고, 상측 광을 반사형 마스크(16)의 방향으로 각도를 두었을 경우에, 상기 광(14')에 의해 형성된 원호의 조명된 영역의 방향이 반전되고, 그 원호의 중심은 투영계(18)의 중심축(18AX)과 반사형 마스크면 사이의 교점에 일치한다. 상기 입사각도(101)에 의해 상기 광(14')의 주광선을 반사형 마스크 위의 반사면에 대해서 투영광학계(18)의 물체측 광(18')의 주광선과 대략 일치하도록 배치하는 것이 가능해진다.

다음에 마스크 결상계(14)에서 개구 조리개(15)의 전환에 의해, 코히어런스 팩터 σ 를 변경하고 환형 조명 등의 변형된 조명을 제공하는 방법에 대해 설명한다. 개구 조리개(15)(즉 마스크 결상계의 동공면)와 투영광학계(18)의 동공면은 서로 공액인 관계에 있다. 따라서, 개구 조리개(15)의 개구부 패턴, 즉 광의 투과 패턴이, 투영광학계 동공면에 대해 광원 화상 즉 유효 광원 분포와 대응한다. 도 11a 내지 도 11d는 개구조리개(15)의 개구형상의 예를 도시한 도면이다. 도 11a의 조리개는 원형 개구부를 가지며, 통상 조명의 대 σ 에 대응한다. 도 11b의 조리개는 원형 개구부를 가지며, 통상 조명의 소 σ 에 대응한다. 도 11c의 조리개는 원형 개구부를 가지며, 통상 환형 조명모드에 대응한다. 도 11d의 조리개는 4개의 개구부를 가지고, 사중극 조명의 모드에 대응한다.

몇개의 개구부 패턴을 예를 들면 터릿에 대해 준비하고, 도시하지 않은 개구 조리개 구동계를 이용하여 이 터릿을 회전시킴으로써, 소망한 개구부 형상으로 전환하는 것이 가능하다. 터릿을 이용하는 대신에 다른 기계적인 방법, 예를 들면 선형으로 배치되는 복수의 개구 조리개를 전환하여 사용되어도 되고, 아이리스 조리개(iris stop)를 사용해도 된다.

<제 2 실시예>

다음에, 제 1 실시예의 노광장치를 이용한 디바이스의 제조 방법의 실시예를 설명한다. 도 15는 디바이스(즉, IC 및 LSI 등의 반도체 칩, LCD, CCD 등)의 제조를 설명한 제조흐름도이다. 여기서 예로서 반도체 칩의 제조 방법을 설명한다. 스텝 1(회로설계)은 반도체 디바이스의 회로를 설계한다. 스텝 2(마스크 제작)는 설계된 회로패턴을 가지는 마스크를 형성한다. 스텝 3(웨이퍼 제조)은 실리콘 등의 재료를 이용하여 웨이퍼를 제조한다. 스텝 4(웨이퍼 프로세스)는 전공정으로 칭하며 상기 마스크와 웨이퍼를 이용하여, 포토리소그래피에 의해 웨이퍼상에 실제의 회로를 형성한다. 스텝 5(조립)는 후속 공정으로 칭하며 스텝 4에서 형성된 웨이퍼를 반도체 칩으로 형성하고, 어셈블리 스텝(예를 들면, 다이싱, 본딩), 패키징 스텝(칩 밀봉) 등을 포함한다. 스텝 6(검사)은 스텝 5에서 제조된 반도체 디바이스의 유효성 테스트, 내구성 테스트 등의 각종 테스트를 행한다. 이들 스텝을 거쳐서, 반도체 디바이스가 완성되고, 출하(스텝 7)된다.

도 16은 상기 웨이퍼 프로세스의 상세한 흐름도이다. 스텝 11(산화)은 웨이퍼의 표면을 산화시킨다. 스텝 12(CVD)는 웨이퍼의 표면에 절연막을 형성한다. 스텝 13(전극 형성)은 웨이퍼상에 전극을 증착 등에 의해 형성한다. 스텝 14(이온주입)는 웨이퍼에 이온을 주입한다. 스텝 15(레지스트 처리)는 웨이퍼에 감광재를 도포한다. 스텝 16(노광)은 제 1 실시예의 노광장치를 이용하여 마스크 위의 회로패턴을 웨이퍼에 노광한다. 스텝 17(현상)은 노광된 웨이퍼를 현상한다. 스텝 18(에칭)은 현상된 레지스트 이외의 부분을 에칭한다. 스텝 19(레지스트 박리)는 에칭 후 불필요해진 레지스트를 제거한다. 이들 스텝을 반복하여 행하고 웨이퍼 상에 회로 패턴이 형성된다.

본 실시예의 제조 방법을 이용하면, 제조하기가 어려웠던 고집적도의 디바이스를 제조하는 것이 가능하게 된다.

본 실시 형태에서는 13.5nm의 EUV광을 이용하는 조명계에 대해 설명하지만, 본 발명은 다른 광, 예를 들면, 파장 5m 내지 200nm의 파장을 가진 EUV 또는 X-선 영역의 광을 이용하는 또 다른 조명 광학계에도 적용할 수가 있다. 20nm 내지 5nm의 파장을 가진 광에 대해서는 렌즈로서 적용할 수 있는 유리재료는 존재하지 않고 광학계는 미러만을 포함하여야 한다. 따라서, 본 발명은 이 영역을 이용하는 조명 광학계에 효과적으로 적용가능하다.

본 발명의 다수의 명백하고, 광범위하게 상이한 실시예가, 본 발명의 정신과 범주를 이탈함이 없이 이루어질수 있으므로, 본 발명은 청구항을 제외하고는 그 특정한 실시예에 한정되지 않는 것으로 이해 되어야 한다.

발명의 효과

본 발명에 의하면, 조명되는 영역을 규정하는 애퍼처와 레티클 사이의 결상계를 분명히 하는 것과 동시에, 그 결상계를 가지는 조명 광학계를 포함한 노광장치를 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명에 의한 실시예의 개략도

도 2는 평행한 광을 수광하는 적분기의 도면

도 3a는 복수의 불록한 원통형 표면을 가진 반사형 적분기의 개략도

도 3b는 복수의 오목한 원통형 표면을 가진 반사형 적분기의 개략도

도 4는 적분기의 단면 형상을 나타내는 도면

도 5는 원통면에서 반사된 광의 각도 분포를 설명하는 도면

도 6은 원통면에서 반사된 광에 의해 형성된 원호영역을 나타낸 도면

도 7a는 스캔 노광의 개시 상태를 나타내는 도면

도 7b는 스캔 노광의 종료 상태를 나타내는 도면

도 8은 가변 원호슬릿 및 마스크 블레이드의 개략도

도 9는 스캔 노광중의 마스크 블레이드의 동작을 나타내는 도면

도 10은 마스크 결상계의 개략도

도 11a는 통상 조명의 대 σ 모드에 대응하는 개구조리개를 나타낸 도면

도 11b는 통상 조명의 소 σ 모드에 대응하는 개구조리개를 나타낸 도면

도 11c는 환형조명모드에 대응하는 개구조리개를 나타낸 도면

도 11d는 4중극 조명모드에 대응하는 개구조리개를 나타낸 도면

도 12는 종래예의 개략도

도 13은 종래의 반사형 적분기의 개략적 사시도

도 14는 종래의 조명되는 영역과 노광되는 원호 영역을 나타내는 도면

도 15는 디바이스(IC 및 LSI 등의 반도체 칩, LCD, CCD 등)의 제조 흐름도

도 16은 도 15에 도시된 웨이퍼 프로세스의 스텝 4에 대한 상세한 흐름도

<도면부호의 간단한 설명>

1: 여기 레이저광 2: 플라스마 발광점

4: 집광미러 8: 진공 용기

10a, 10b: 평행 변환 광학계 11a: 적분기

12: 가변 원호 슬릿 13: 마스크 블레이드

14: 마스크 결상계 15: 개구 조리개

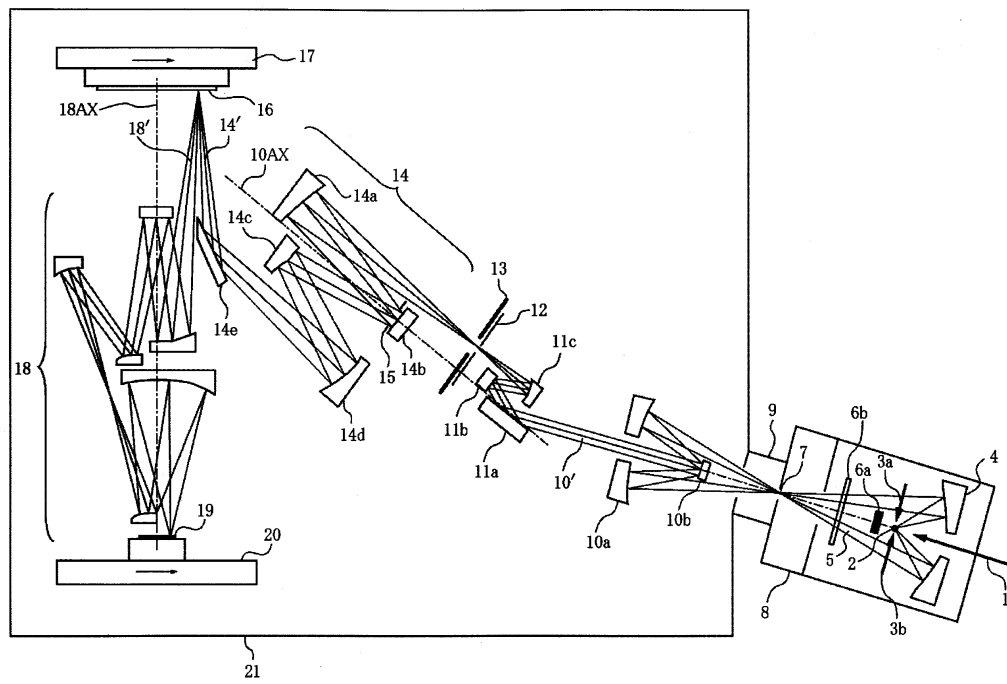
16: 반사형 마스크 17: 마스크 스테이지

18: 투영광학계 19: 웨이퍼

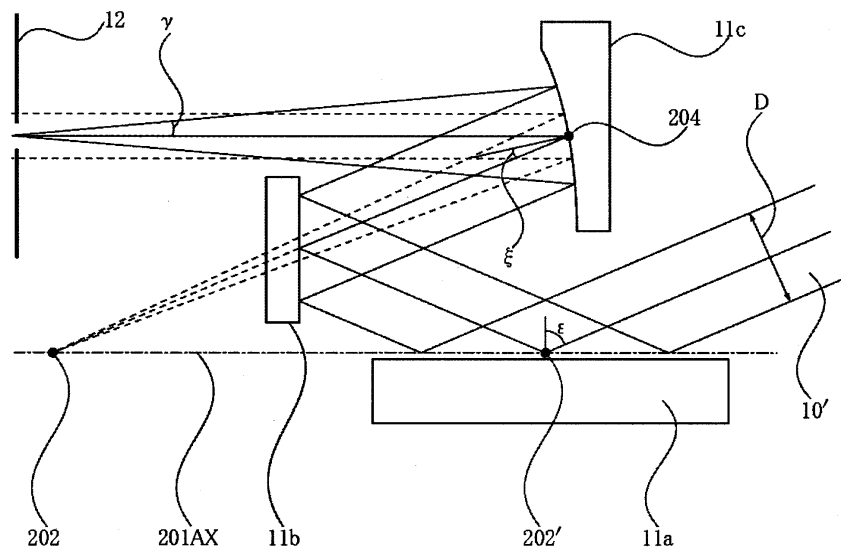
20: 웨이퍼 스테이지 21: 진공 용기

도면

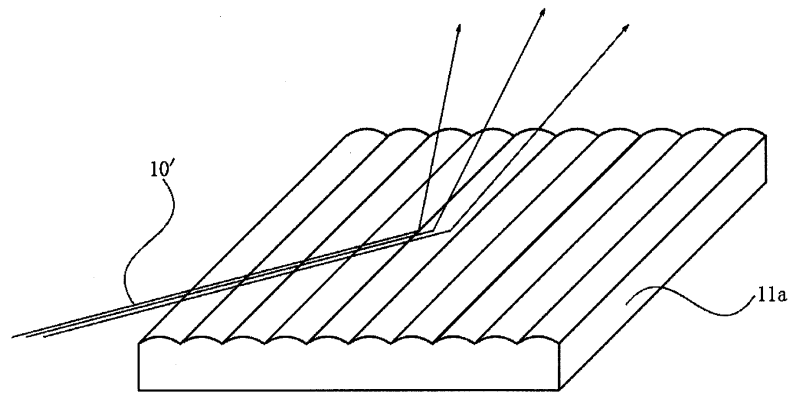
도면1



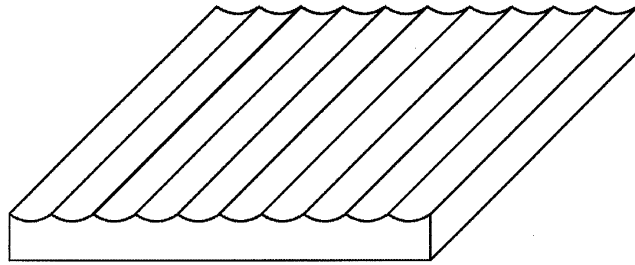
도면2



도면3

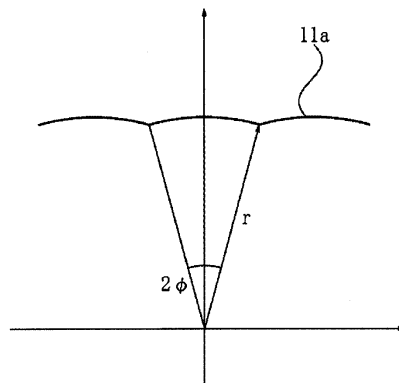


A

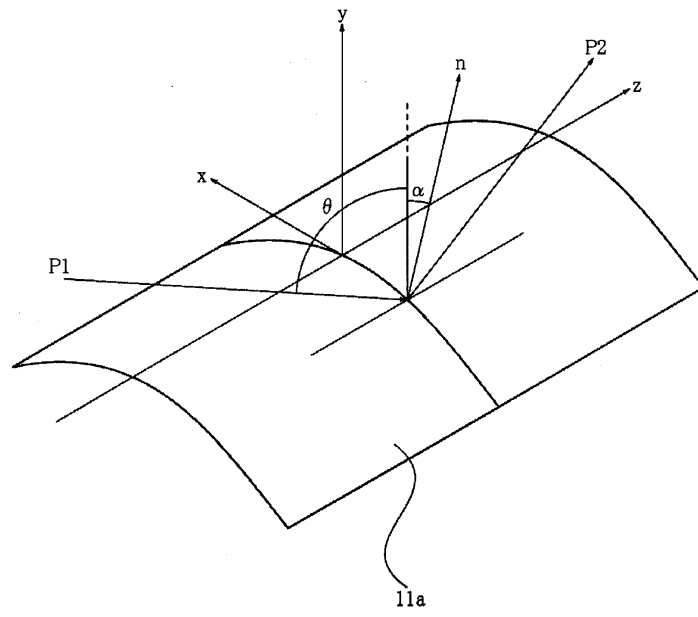


B

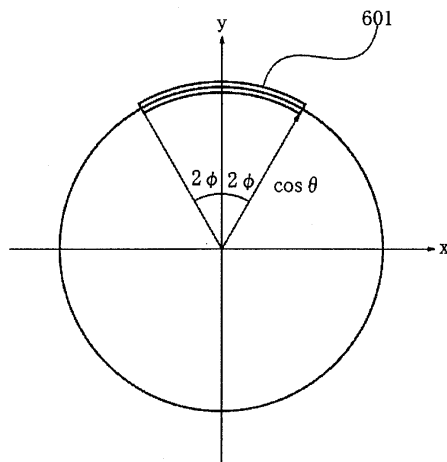
도면4



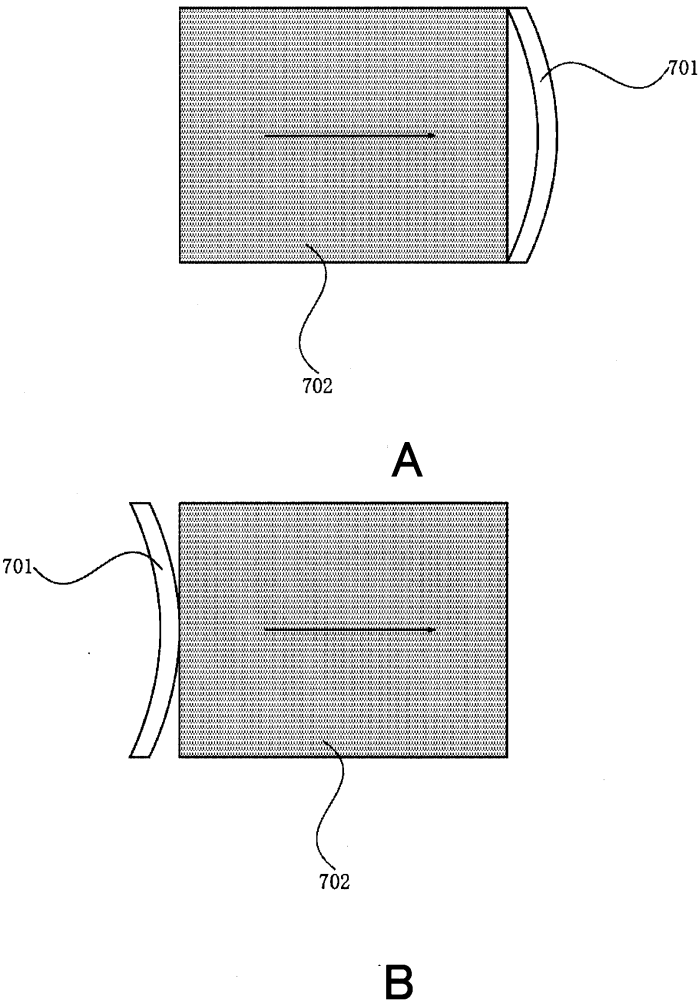
도면5



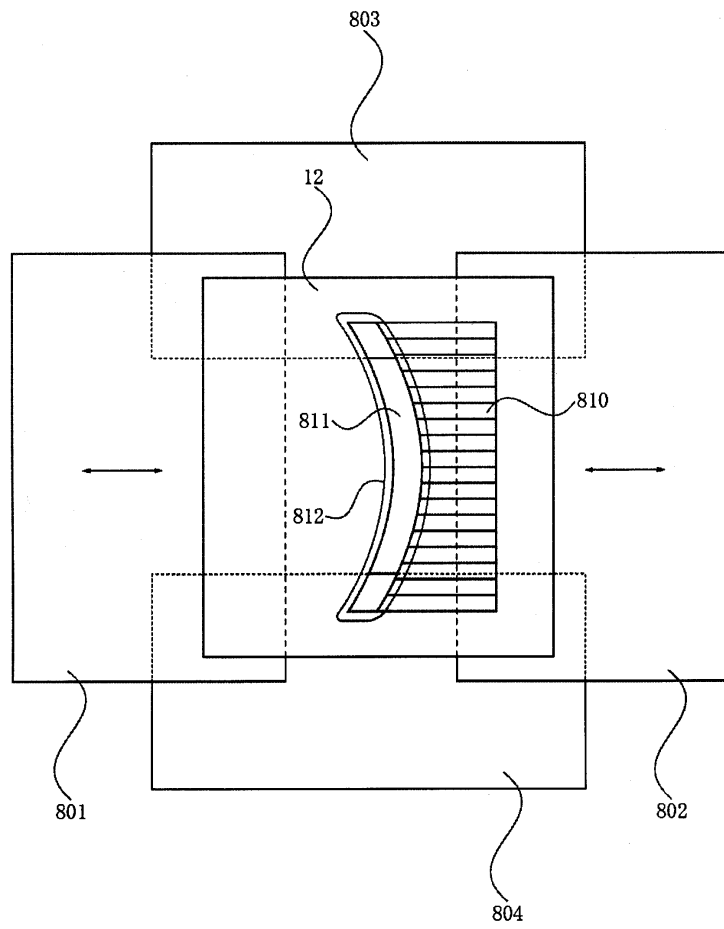
도면6



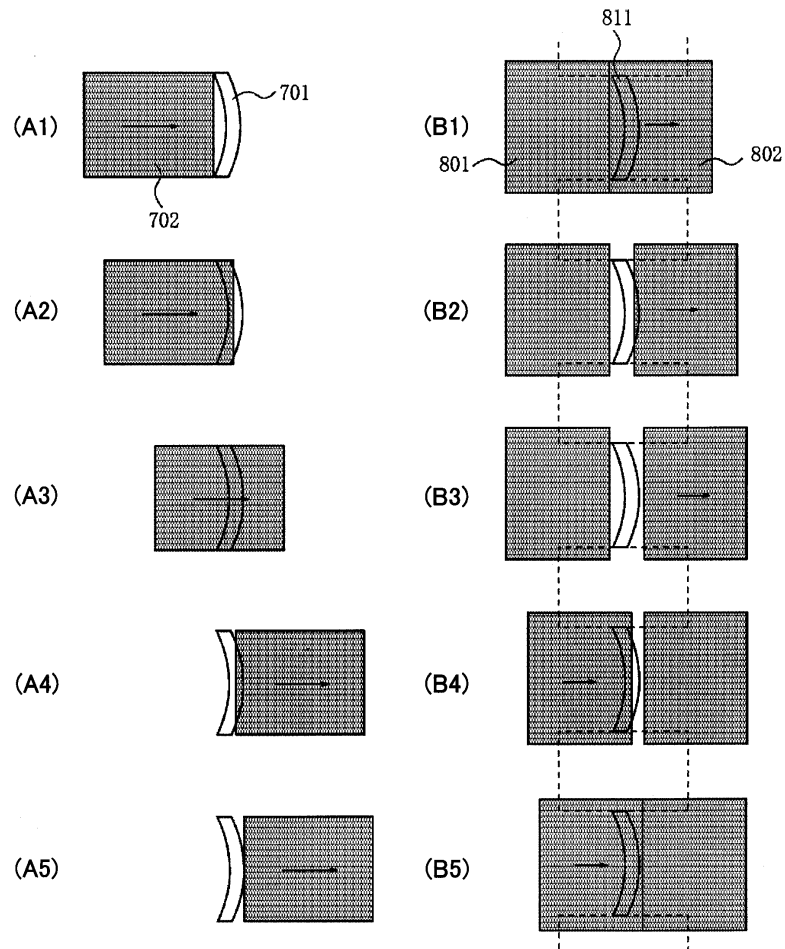
도면7



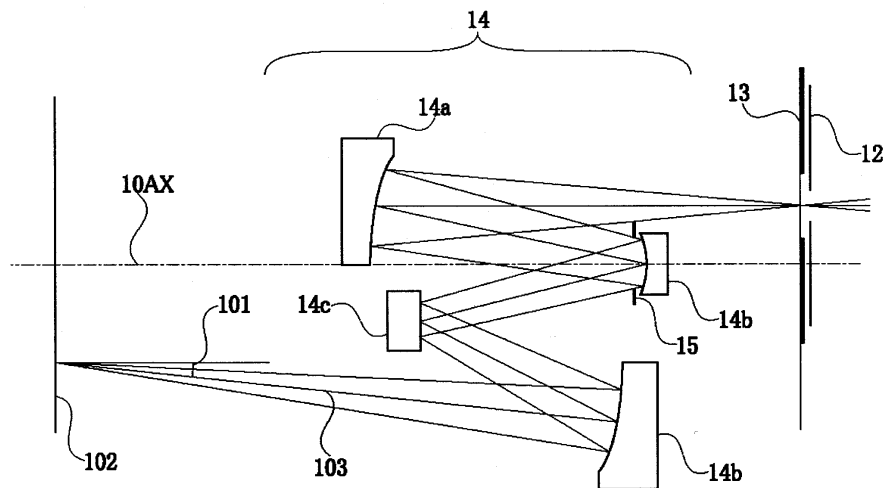
도면8



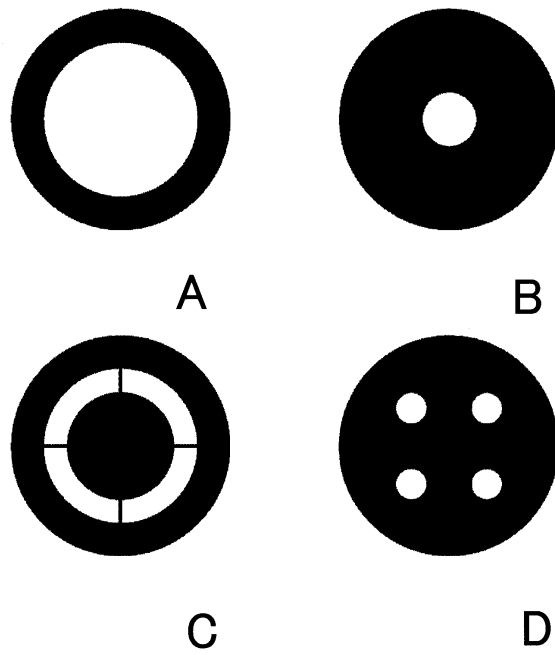
도면9



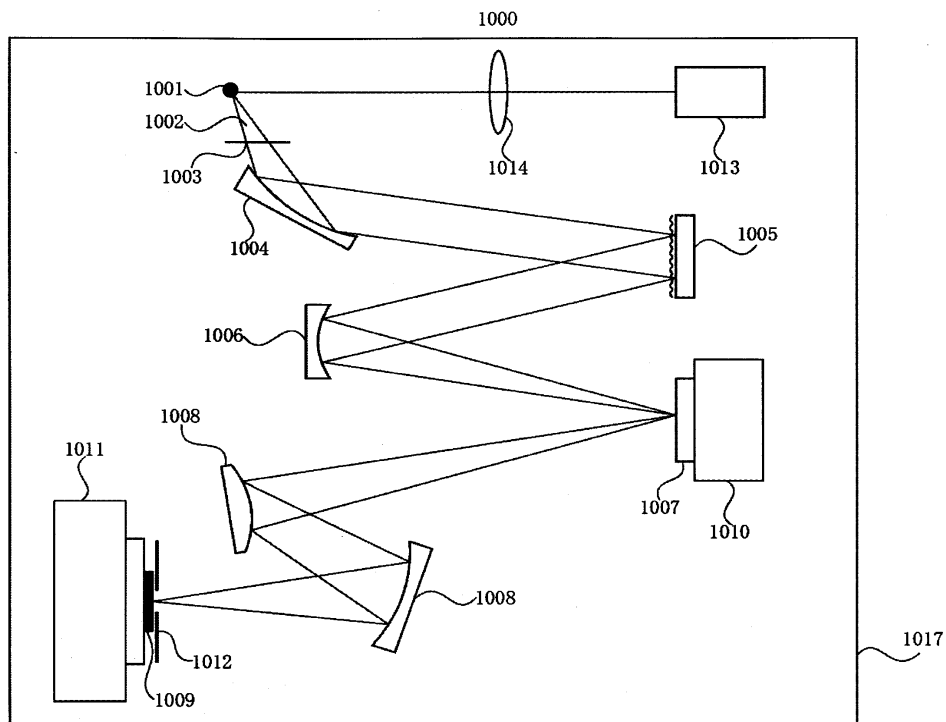
도면10



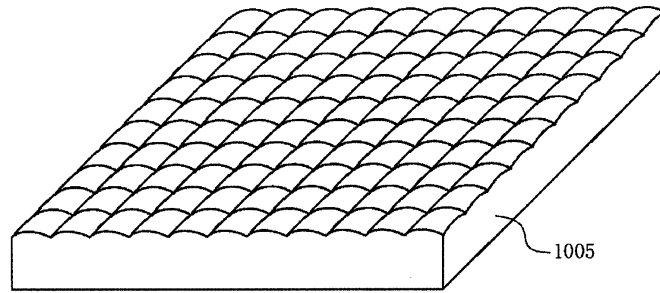
도면11



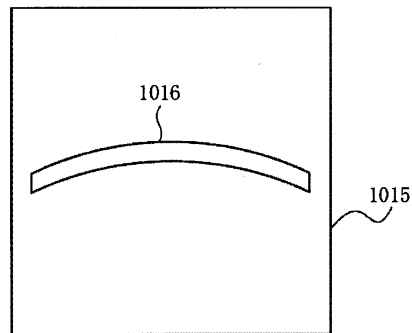
도면12



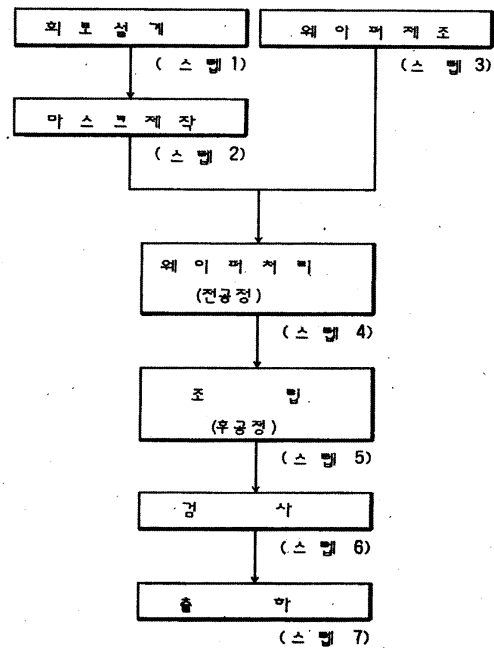
도면13



도면14



도면15



도면16

