



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년05월31일

(11) 등록번호 10-1626012

(24) 등록일자 2016년05월25일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

H01L 21/027 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2011-7005827

(22) 출원일자(국제) 2009년07월13일

심사청구일자 2014년07월11일

(85) 번역문제출일자 2011년03월11일

(65) 공개번호 10-2011-0058810

(43) 공개일자 2011년06월01일

(86) 국제출원번호 PCT/EP2009/058898

(87) 국제공개번호 WO 2010/018039

국제공개일자 2010년02월18일

(30) 우선권주장

61/136,129 2008년08월14일 미국(US)

(뒷면에 계속)

(56) 선행기술조사문헌

WO2008002134 A2

WO2006011105 A1

WO2008061690 A1

KR1020040055694 A

(73) 특허권자

에이에스엠엘 네델란즈 비.브이.

네델란드 5500 아하 벨트호벤 피.오.박스 324

(72) 발명자

켐펜, 안토니우스

네델란드 엔엘-5212 계엘 텐 보쉬 악커스딕크스트
라트 28

바니네, 바딤

네델란드 엔엘-5751 에스베 되르너 엔드라흐트 21
(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인(유)화우

전체 청구항 수 : 총 10 항

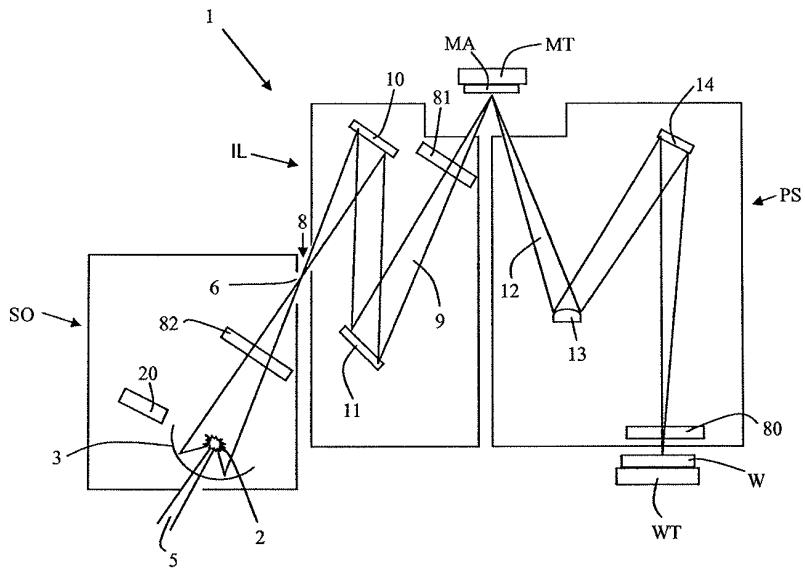
심사관 : 계원호

(54) 발명의 명칭 방사선 소스, 리소그래피 장치 및 디바이스 제조방법

(57) 요약

리소그래피 장치가 원하는 방사선 및 원치않는 방사선을 포함하는 방사선 빔을 생성하도록 구성된 소스, 방사선 빔을 컨디셔닝하고 리소그래피 장치의 작동 중에 수소를 수용하도록 구성된 조명 시스템, 및 패터닝 디바이스를 유지하도록 구성된 지지 구조체를 포함한다. 패터닝 디바이스는 패터닝된 방사선 빔을 형성하기 위하여 방사선 빔의 단면에 패턴을 갖는 방사선 빔을 부여할 수 있다. 기판 테이블은 기판을 유지하도록 구성되고, 투영 시스템은 패터닝된 방사선 빔을 기판의 타겟부 상으로 투영시키도록 구성된다. 리소그래피 장치는 투영 시스템에 들어오는 방사선 빔이 플라즈마에 의해 생성되는 적어도 50 %의 원치않는 방사선을 포함하고, 수소 라디칼을 생성하도록 수소 기체와 상호작용하는 방사선의 괴장을 포함하도록 구성된다.

대 표 도 - 도2



(72) 발명자

이바노프, 블라디미르

러시아 119421 모스크바 노바토로프 스트리트
36-3-336

루프스트라, 에릭

네덜란드 아인트호벤 라켄스트라트 32-34

(30) 우선권주장

61/136,130 2008년08월14일 미국(US)

61/193,373 2008년11월21일 미국(US)

명세서

청구범위

청구항 1

리소그래피 장치에 있어서:

플라즈마를 사용하여 제 1 방사선 및 제 2 방사선을 포함하는 방사선 빔을 생성하도록 구성된 소스 - 상기 제 1 방사선은 기판 상으로 패턴을 투영하기 위하여 사용되는 파장을 갖고, 상기 제 2 방사선은 상기 제 1 방사선의 파장을 제외한파장을 가짐 - ;

상기 방사선 빔을 컨디셔닝하고, 리소그래피 장치의 작동 중에 수소 기체를 수용하도록 구성된 조명 시스템;

패터닝 디바이스를 유지하고, 상기 패터닝 디바이스가 패터닝된 방사선 빔을 형성하기 위하여 방사선 빔의 단면에 패턴을 갖는 방사선 빔을 부여할 수 있도록 구성되는 지지 구조체;

기판을 유지하도록 구성된 기판 테이블; 및

상기 패터닝된 방사선 빔이 기판의 타겟부 상으로 투영되도록 구성된 투영 시스템;

을 포함하고,

상기 리소그래피 장치는, 상기 플라즈마에 의해 생성된 제 2 방사선의 적어도 50 %가 상기 조명 시스템으로 들어오고, 상기 제 2 방사선은 또한 수소 라디칼을 생성하기 위하여 수소 기체와 상호작용하는 방사선의 파장을 포함하도록 구성되는 리소그래피 장치.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 제 1 방사선이 극자외 방사선을 포함하는 리소그래피 장치.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 제 2 방사선이 자외 방사선 또는 심자외 방사선을 포함하는 리소그래피 장치.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 투영 시스템이 리소그래피 장치의 작동 중에 수소 기체를 수용하도록 구성되고,

상기 리소그래피 장치는, 상기 플라즈마에 의해 생성되는 제 2 방사선의 적어도 50 %가 상기 투영 시스템으로 들어가고, 상기 제 2 방사선은 또한 수소 라디칼을 생성하기 위하여 수소 기체와 상호작용하는 방사선의 파장을 포함하도록 구성되는 리소그래피 장치.

청구항 5

제 1항에 있어서,

추가적으로 상기 투영 시스템 내에 제공되는 1 이상의 필터를 포함하고, 상기 1 이상의 필터가 수소 라디칼의 생성에 도움이 되는 제 2 방사선의 파장을 걸러내도록 배열되는 리소그래피 장치.

청구항 6

제 5항에 있어서,

상기 1 이상의 필터가 방사선 빔 끝부분을 수용하는 투영 시스템의 말단에 위치되는 리소그래피 장치.

청구항 7

제 5항에 있어서,

상기 1 이상의 필터가 투영 시스템과 기판 테이블 사이에 위치되는 리소그래피 장치.

청구항 8

제 5항에 있어서,

상기 1 이상의 필터가 리소그래피 장치의 동적 가스 잠금장치에 인접하게 위치되는 리소그래피 장치.

청구항 9

제 5항에 있어서,

상기 1 이상의 필터가 스펙트럼 퓨리티 필터인 리소그래피 장치.

청구항 10

제 1 항 내지 제 9 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 수소 라디칼은 리소그래피 장치 내의 반사 표면들로부터 오염물을 제거하도록 구성된 리소그래피 장치.

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

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본원 발명은 리소그래피 장치 및 극자외 방사선을 생성하는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002]

리소그래피 장치는 기판 상에, 통상적으로는 기판의 타겟부 상에 원하는 패턴을 적용시키는 기계이다. 리소그래피 장치는, 예를 들어 집적 회로(ICs)의 제조시에 사용될 수 있다. 그 경우, 대안적으로 마스크 또는 레티클이라 칭하는 패터닝 디바이스가 IC의 개별층 상에 형성될 회로 패턴을 생성하는데 사용될 수 있다. 이 패턴은 기판(예컨대, 실리콘 웨이퍼) 상의 (예를 들어, 1 개 또는 수 개의 다이의 부분을 포함하는) 타겟부 상으로 전사(transfer)될 수 있다. 패턴의 전사는 통상적으로 기판 상에 제공된 방사선-감응재(레지스트) 층 상으로의 이미징(imaging)을 통해 수행된다. 일반적으로, 단일 기판은 연속하여 패터닝되는 인접한 타겟부들의 네트워크를 포함할 것이다. 알려진 리소그래피 장치는, 한번에 타겟부 상으로 전체 패턴을 노광시킴으로써 각각의 타겟부가 조사(irradiate)되는 스텝파, 및 방사선 범을 통해 주어진 방향("스캐닝" 방향)으로 패턴을 스캐닝하는 한편, 이 방향과 평행한 방향 또는 역-평행 방향으로 기판을 동기적으로 스캐닝함으로써 각각의 타겟부가 조사되는 스캐너를 포함한다.

[0003]

패턴 프린팅의 한계의 이론적 추정은 분해능에 대한 레일리 기준(Rayleigh criterion)에 의하여 주어질 수 있다.

수학식 1

$$CD = k_t * \frac{\lambda}{NA_{ps}} \quad (1)$$

[0004]

[0005]

여기서, λ 는 이용되는 방사선의 파장이고, NA_{ps} 는 패턴을 프린트하는 데 이용되는 투영시스템의 개구수이고, k_t 은 레일리 상수로 불리기도 하는 프로세스 종속 조정 인자(process dependent adjustment factor)이며, CD는 프린트된 피쳐의 피쳐 크기[또는 임계 치수(critical dimension)]이다. 레일리 기준으로부터 피쳐들의 최소 프린트가능 크기의 축소가 3 가지 방식, 즉 노광 파장(λ)을 단축시키거나, 개구수(NA_{ps})를 증가시키거나 또는 k_t 의 값을 감소시킴으로써 얻어질 수 있다.

[0006]

노광 파장을 단축시키며, 따라서 임계 치수를 축소시키기 위하여, 극자외(EUV) 방사선 소스의 이용이 제안되어 왔다. EUV 방사선 소스들은 약 13 nm의 방사선 파장을 출력하도록 구성된다. 따라서, EUV 방사선 소스들은 작은 피쳐 프린팅의 달성을 목표로 하는 중요한 단계를 구성할 수 있다. 가능한 EUV 방사선 소스들로는, 예를 들어 레이저-생성 플라스마 소스(laser-produced plasma source), 방전 플라스마 소스, 또는 전자 저장 링들로부터의 싱크로트론 방사선이 포함된다. 플라스마 소스를 사용하는 경우, 플라스마 생성의 부산물로서 오염 입자들이 생성된다. 일반적으로, 이러한 오염 입자들은, 예를 들어 리소그래피 장치의 반사 표면에 부착되므로 바람직하지 않다. 반사 표면상에 오염 입자들의 축적(build up)은 반사 표면의 반사율을 감소시키고, 결과적으로 리소그래피 장치의 달성가능한 스루풋을 감소시킨다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 리소그래피 장치의 반사 표면 상에 오염 입자들의 축적을 감소시키는 것이 바람직하다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명의 일 실시형태에 따르면, 플라즈마를 사용하여 원하는 방사선 및 원치않는 방사선을 포함하는 방사선 빔을 생성하도록 구성된 소스, 리소그래피 장치의 작동 중에 수소 기체를 수용하기 위하여 방사선 빔을 컨디셔닝(condition)하도록 구성된 조명 시스템, 및 패터닝 디바이스를 유지하도록 구성된 지지 구조체를 포함하는 리소그래피 장치가 제공된다. 패터닝 디바이스는 패터닝된 방사선 빔을 형성하기 위하여 방사선 빔의 단면에 패턴을 갖는 방사선 빔을 부여할 수 있다. 기판 테이블은 기판을 유지하도록 구성되고, 투영 시스템은 기판의 타겟부 상으로 패터닝된 방사선 빔을 투영하도록 구성된다. 리소그래피 장치는 투영 시스템에 들어가는 방사선 빔이 플라즈마에 의해 생성되는 적어도 50 %의 원치않는 방사선을 포함하고, 수소 라디칼을 발생하도록 수소 기체와 상호작용하는 방사선의 파장을 포함하도록 구성된다.

[0009] 본 발명의 일 실시형태에 따르면, 플라즈마를 사용하여 원하는 방사선 및 원치않는 방사선을 포함하는 방사선 빔을 생성하고, 방사선 빔을 컨디셔닝하는 조명 시스템을 통해 방사선 빔을 지향시키며, 패터닝된 방사선 빔을 형성하기 위하여 방사선 빔의 단면에 패턴을 갖는 방사선 빔을 부여하는 패터닝 디바이스 상으로 방사선 빔을 지향시키며, 투영 시스템을 사용하여 기판의 타겟부 상으로 패터닝된 방사선 빔을 투영하고, 조명 시스템 및/또는 투영 시스템으로 수소 기체를 제공하며, 그리고 플라즈마에 의해 생성되는 원치않는 방사선으로 수소 기체로부터 수소 라디칼을 발생시키는 것을 포함하는 디바이스 제조방법이 제공된다. 조명 시스템 및/또는 투영 시스템으로 들어오는 방사선 빔은 수소 라디칼을 발생하는데 사용되는 적어도 50 %의 원치않는 방사선을 포함한다.

[0010] 본 발명의 일 실시형태에 따르면, 플라즈마를 사용하여 방사선 빔을 생성하도록 구성된 소스, 방사선 빔을 컨디셔닝하도록 구성된 조명 시스템, 및 패터닝 디바이스를 유지하도록 구성된 지지 구조체를 포함하는 리소그래피 장치가 제공된다. 상기 패터닝 디바이스는 패터닝된 방사선 빔을 형성하기 위하여 방사선 빔의 단면에 패턴을 갖는 방사선 빔을 부여할 수 있다. 기판 테이블은 기판을 유지하도록 구성되고, 투영 시스템은 기판의 타겟부 상으로 패터닝된 방사선 빔을 투영하도록 구성된다. 1 이상의 소스, 조명 시스템 및 투영 시스템은 리소그래피 장치의 작동 중에 수소 기체 및 불활성 기체를 수용하도록 구성된다. 방사선 빔은 수소 기체에 의해 제공되는 세정량을 증가시키기 위하여 원자화된 수소를 생성하도록 불활성 기체와 상호작용한다.

[0011] 본 발명의 일 실시형태에 따르면, 소스의 일부분을 형성하는 플라즈마를 사용하여 방사선 빔을 생성하고, 방사선 빔을 컨디셔닝 하는 조명 시스템을 통해 방사선 빔을 지향시키며, 패터닝된 방사선 빔을 형성하기 위하여 방사선의 단면에 패턴을 갖는 방사선 빔을 부여하는 패터닝 디바이스 상으로 방사선 빔을 지향시키고, 투영 시스템을 사용하여 기판의 타겟부 상으로 패터닝된 방사선 빔을 투영시키며, 1 이상의 소스에 수소 기체 및 불활성 기체의 혼합물을 제공하고, 그리고 수소 기체에 의해 제공되는 세정량을 증가시키기 위하여 방사선 빔 및 불활성 기체로 원자화된 수소를 생성시키는 것을 포함하는 디바이스 제조방법이 제공된다.

도면의 간단한 설명

[0012] 이하, 대응되는 참조 부호들이 대응되는 부분들을 나타내는 개략적인 첨부도들을 참조하여, 본원 발명의 실시예들이 예시의 방법으로 설명될 것이다.

도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 리소그래피 장치를 개략적으로 나타낸 도;

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 더 상세한 리소그래피 장치를 개략적으로 나타낸 도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0013] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 리소그래피 장치(1)를 개략적으로 도시한다. 상기 장치는 방사선의 방사선 빔(B)을 컨디셔닝 하도록 구성된 조명 시스템(illumination system)(IL)을 포함한다. 또한, 상기 장치는 패터닝 디바이스(예를 들어, 마스크)(MA)를 지지하도록 구성되고, 여하한의 파라미터들에 따라서 패터닝 디바이스를 정확히 위치시키도록 구성된 제 1 위치설정기(PM)에 연결된 지지 구조체(예를 들어, 마스크 테이블)(MT); 기판(예를 들어, 레지스트-코팅된 웨이퍼)(W)을 유지하도록 구성되고, 여하한의 파라미터들에 따라서 기판을 정확하게 위치시키도록 구성된 제 2 위치설정기(PW)에 연결된 기판 테이블(예를 들어, 웨이퍼 테이블)(WT); 및 기판

(W)의 (예를 들어, 1 이상의 다이를 포함하는) 타겟부(C) 상으로 패터닝 디바이스(MA)에 의해 방사선 빔(B)에 부여된 패턴을 투영하도록 구성된 투영 시스템(예를 들어, 굴절 투영 렌즈 시스템 또는 반사 굴절 투영 렌즈 시스템)(PS)을 포함한다.

[0014] 조명 시스템은 방사선을 지향, 성형, 또는 제어하기 위하여, 굴절, 반사, 자기, 전자기, 정전기 또는 다른 타입의 광학 구성요소들, 또는 그들의 여하한의 조합과 같은 다양한 타입들의 광학 구성요소들을 포함할 수 있다.

[0015] 지지 구조체(MT)는 패터닝 디바이스의 방위, 리소그래피 장치의 디자인, 및 예를 들어 패터닝 디바이스가 진공 환경에서 유지되는지의 여부와 같은 다른 조건들에 의존하는 방식으로 패터닝 디바이스를 유지한다. 지지 구조체(MT)는 패터닝 디바이스를 유지하기 위해 기계적, 진공, 정전기, 또는 다른 클램핑 기술들을 사용할 수 있다. 지지 구조체(MT)는, 예를 들어 필요에 따라 고정되거나 이동가능할 수 있는 프레임 또는 테이블일 수 있다. 지지 구조체(MT)는 패터닝 디바이스가 예를 들어 투영 시스템에 대해 원하는 위치에 있도록 보장할 수 있다. 본 명세서의 "레티클" 또는 "마스크"라는 용어의 어떠한 사용도 "패터닝 디바이스"라는 좀 더 일반적인 용어와 동의어로 간주될 수 있다.

[0016] 본 명세서에서 사용되는 "패터닝 디바이스"라는 용어는 기판의 타겟부에 패턴을 생성하기 위하여 방사선 빔의 단면에 패턴을 갖는 방사선 빔을 부여하는데 사용될 수 있는 여하한의 디바이스를 언급하는 것으로 폭넓게 해석되어야 한다. 방사선 빔에 부여된 패턴은, 예를 들어 상기 패턴이 위상-시프팅 피처(phase-shifting feature)들 또는 소위 어시스트 피처(assist feature)들을 포함하는 경우, 기판의 타겟부 내의 원하는 패턴과 정확히 일치하지 않을 수도 있다는 것을 유의하여야 한다. 일반적으로, 방사선 빔에 부여된 패턴은 집적 회로와 같이 타겟부에 생성될 디바이스 내의 특정 기능 층에 해당할 것이다.

[0017] 패터닝 디바이스는 반사형일 수 있다. 패터닝 디바이스의 예로는 마스크, 프로그램가능한 거울 어레이, 및 프로그램가능한 LCD 패널들을 포함한다. 마스크는 리소그래피 분야에서 잘 알려져 있으며, 다양한 하이브리드(hybrid) 마스크 타입들뿐만 아니라, 바이너리(binary)형, 교번 위상-시프트형 및 감쇠 위상-시프트형과 같은 마스크 타입들을 포함한다. 프로그램가능한 거울 어레이의 일 예시는 작은 거울들의 매트릭스 구성을 채택하며, 그 각각은 입사하는 방사선 빔을 상이한 방향으로 반사시키도록 개별적으로 기울어질 수 있다. 기울어진 거울들은 거울 매트릭스에 의해 반사되는 방사선 빔에 패턴을 부여한다.

[0018] 본 명세서에서 사용되는 "투영 시스템"이라는 용어는 사용되는 노광 방사선에 대하여 적절하다면, 굴절, 반사, 카타디옵트릭(catadioptric), 자기, 전자기 및 정전기 광학 시스템, 또는 여하한의 그 조합을 포함하는 것으로서 폭넓게 해석되어야 한다. 본 명세서의 "투영 렌즈"라는 용어의 어떠한 사용도 "투영 시스템"이라는 좀 더 일반적인 용어와 동의어로 간주될 수 있다.

[0019] 본 명세서에 도시된 바와 같이, 상기 장치는 (예를 들어, 반사 마스크를 채택하는) 반사형으로 구성된다.

[0020] 리소그래피 장치는 두 개(듀얼 스테이지) 이상의 기판 테이블 (및/또는 두 개 이상의 패터닝 디바이스 테이블)을 갖는 형태로 구성될 수 있다. 이러한 "다수 스테이지" 기계에서는 추가 테이블이 병행하여 사용될 수 있으며, 또는 하나 이상의 테이블이 노광에 사용되고 있는 동안 하나 이상의 다른 테이블에서는 준비작업 단계가 수행될 수 있다.

[0021] 도 1을 참조하면, 조명 시스템(IL)는 방사선 소스(SO)로부터 방사선 빔을 수용한다. 상기 소스(SO) 및 조명 시스템(IL)은 필요에 따라 빔 전달 시스템과 함께 방사선 시스템이라고도 칭해질 수 있다.

[0022] 조명 시스템(IL)은 방사선의 각도 세기 분포를 조정하는 조정기를 포함할 수 있다. 일반적으로, 조명 시스템의 퓨필 정면 내의 세기 분포의 적어도 외반경 및/또는 내반경 크기(통상적으로는, 각각 외측- σ 및 내측- σ 이라고 함)가 조정될 수 있다. 또한, 조명 시스템(IL)은 인터그레이터 및 콘덴서와 같이, 다양한 다른 구성요소들을 포함할 수도 있다. 조명 시스템은 방사선 빔의 단면에 원하는 균일성(uniformity) 및 세기 분포를 갖기 위해, 방사선 빔을 컨디셔닝 하는데 사용될 수 있다.

[0023] 방사선 빔(B)은 지지 구조체(예를 들어, 마스크 테이블)(MT) 상에 유지되어 있는 패터닝 디바이스(예를 들어, 마스크)(MA) 상에 입사되고, 패터닝 디바이스에 의해 패터닝된다. 패터닝 디바이스(MA)를 가로지른 후, 방사선 빔(B)은 투영 시스템(PS)을 통과하여, 투영 시스템은 기판(W)의 타겟부(C) 상으로 빔을 포커스한다. 제 2 위치 설정기(PW) 및 위치 센서(IF2)(예를 들어, 간접계 디바이스, 리니어 인코더 또는 용량성 센서)의 도움으로, 기판 테이블(WT)은, 예를 들어 방사선 빔(B)의 경로 내에 상이한 타겟부(C)들을 위치시키도록 정확하게 이동될 수 있다. 이와 유사하게, 제 1 위치설정기(PM) 및 또 다른 위치 센서(IF1)는, 예를 들어 마스크 라이브러리(mask

library)로부터의 기계적인 회수 후에, 또는 스캔하는 동안, 방사선 빔(B)의 경로에 대해 패터닝 디바이스(MA)를 정확히 위치시키는데 사용될 수 있다. 일반적으로, 지지 구조체(MT)의 이동은 장-행정 모듈(long-stroke module: 개략 위치설정) 및 단-행정 모듈(short-stroke module: 미세 위치설정)의 도움으로 실현될 수 있으며, 이는 제 1 위치설정기(PM)의 일부분을 형성한다. 이와 유사하게, 기판 테이블(WT)의 이동은 장-행정 모듈 및 단-행정 모듈을 이용하여 실현될 수 있으며, 이는 제 2 위치설정기(PW)의 일부분을 형성한다. (스캐너와는 대조적으로) 스템퍼의 경우, 지지 구조체(MT)는 단-행정 액추에이터에만 연결되거나 고정될 수 있다. 패터닝 디바이스(MA) 및 기판(W)은 패터닝 디바이스 정렬 마크들(M1 및 M2) 및 기판 정렬 마크들(P1 및 P2)을 사용하여 정렬될 수 있다. 비록 예시된 기판 정렬 마크들은 지정된(dedicated) 타겟부들을 차지하고 있지만, 그들은 타겟부들 사이의 공간을 내에 위치될 수도 있다[이들은 스크라이브-레인 정렬 마크(scribe-lane alignment mark)들로 알려져 있다]. 이와 유사하게, 패터닝 디바이스(MA) 상에 1 이상의 다이가 제공되는 상황들에서, 패터닝 디바이스 정렬 마크들은 다이들 사이에 위치될 수 있다.

[0024] 도시된 장치는 다음 모드들 중 적어도 1 이상에서 사용될 수 있다:

1. 스템 모드에서, 지지 구조체(MT) 및 기판 테이블(WT)은 기본적으로 정지 상태로 유지되는 한편, 방사선 빔에 부여되는 전체 패턴은 한번에 타겟부(C) 상에 투영된다[즉, 단일 정적 노광(single static exposure)]. 그 후, 기판 테이블(WT)은 상이한 타겟부(C)가 노광될 수 있도록 X 및/또는 Y 방향으로 시프트된다. 스템 모드에서, 노광 필드의 최대 크기는 단일 정적 노광시에 이미징되는 타겟부(C)의 크기를 제한한다.

2. 스캔 모드에서, 지지 구조체(MT) 및 기판 테이블(WT)은 방사선 빔에 부여된 패턴이 타겟부(C) 상에 투영되는 동안에 동기적으로 스캐닝된다[즉, 단일 동적 노광(single dynamic exposure)]. 지지 구조체(MT)에 대한 기판 테이블(WT)의 속도 및 방향은 투영 시스템(PS)의 확대(축소) 및 이미지 반전 특성에 의하여 결정될 수 있다. 스캔 모드에서, 노광 필드의 최대 크기는 단일 동적 노광시 타겟부의 (스캐닝 되지 않는 방향으로의) 폭을 제한하는 반면, 스캐닝 동작의 길이는 타겟부의 (스캐닝 방향으로의) 높이를 결정한다.

3. 또 다른 모드에서, 지지 구조체(MT)는 프로그램 가능한 패터닝 디바이스를 유지하여 기본적으로 정지된 상태로 유지되고, 방사선 빔에 부여된 패턴이 타겟부(C) 상에 투영되는 동안 기판 테이블(WT)이 이동되거나 스캐닝된다. 이 모드에서, 일반적으로 펄스화된 방사선 소스(pulsed radiation source)가 채택되고, 프로그래밍 가능한 패터닝 디바이스는 기판 테이블(WT)이 각각 이동한 후, 또는 스캔 중에 계속되는 방사선 펄스 사이사이에 필요에 따라 업데이트된다. 이 작동 모드는 앞서 언급된 바와 같은 프로그래밍 가능한 거울 어레이와 같은 프로그래밍 가능한 패터닝 디바이스를 이용하는 마스크없는 리소그래피(maskless lithography)에 용이하게 적용될 수 있다.

[0028] 또한, 상기에 개시된 사용 모드들의 조합 및/또는 변형, 또는 완전히 다른 사용 모드들이 채택될 수도 있다.

[0029] 도 2는 소스(SO), 조명 시스템(IL), 및 투영 시스템(PS)을 포함하는 도 1의 장치를 더 자세히 도시한다. 소스(SO)는, 예를 들어 플라즈마(2)로부터 자외(UV) 방사선 및 심자외(deep ultraviolet: DUV) 방사선, 및 적외(IR) 방사선과 같은 비-EUV 방사선뿐만 아니라 EUV 방사선도 생성한다. 플라즈마(2)가 액적 발생기(20)에 의해 생성되는 Sn 또는 Gd와 같은 적합한 물질의 액적들 상으로 레이저 빔(5)을 지향시킴으로써 생성된다. 레이저 빔(5)은 액적들을 증기화시키고, 이에 의해서 플라즈마(2)를 발생시킨다. 이런 형태의 소스는 레이저 생성 플라즈마(laser produced plasma: LPP) 소스로 불릴 수 있다.

[0030] 플라즈마(2)에 의해 방출되는 방사선은 컬렉터(3)에 의해 모여지고, 중간 포커스(8)로 이동된다. 중간 포커스(8)는 장치에서 소스(SO) 내에 가상 소스 지점(virtual source point: 8)과 같은 역할을 한다. 소스(SO)로부터, 방사선의 빔(9)이 지지 구조체(MT) 상에 위치한 패터닝 디바이스(예를 들어, 마스크)(MA) 상으로 제 1 및 제 2 수직 입사 반사기들(10 및 11)을 통해 조명 시스템(IL) 내에서 반사된다. 패터닝된 빔(12)이 형성되고, 이는 투영 시스템(PS) 내의 제 1 및 제 2 반사 요소들(13 및 14)을 통해서 기판 테이블(WT) 상에 유지되는 기판(W) 상으로 이미징된다. 일반적으로, 도시된 것보다 많은 요소들이 조명 시스템(IL) 및 투영 시스템(PS) 내에 존재할 수 있다.

[0031] (도시되지 않은) 대안적인 배치에서, EUV 방사선이 전기적 방전의 부분적으로 이온화된 플라즈마를 광축 상에서 충돌(collapse)하도록 야기함으로써 생성될 수 있다. 이런 소스는 방전 생성 플라즈마(discharge produced plasma: DPP) 소스라고 불릴 수 있다. Xe, Li, Sn 증기 또는 여타 다른 적합한 기체 또는 증기의 예를 들어 10 Pa의 분압(partial pressure)이 EUV 방사선 방출 플라즈마를 생성하는데 사용될 수 있다.

[0032] 도 2에 도시된 컬렉터(3)가 단일 곡면 거울(single curved mirror)일지라도, 컬렉터는 다른 형태를 취할 수 있

다. 예를 들어, 컬렉터는 2 개의 방사선 컬렉팅 표면을 갖는 슈바르츠실트 컬렉터(Schwarzschild collector)일 수 있다. 대안적인 예시로, 컬렉터는 또 다른 하나에 내포된 다수의 실질적인 원통형 반사기(substantially cylindrical reflectors)를 포함하는 스침 입사 컬렉터(grazing incidence collector)일 수 있다. 상기 스침 입사 컬렉터는 DPP 소스에서 사용하는데 적합할 수 있다.

[0033] 일반적으로, 컬렉터는 플라즈마(2)에 의해 생성된 방사선을 모으고, 모아진 방사선이 방사선 빔을 형성되도록 하기 위하여 포커싱되도록 구성될 수 있다. 방사선 빔은 소스(SO)와 조명 시스템(IL)[도시의 편이를 위해 소스(SO) 및 조명 시스템(IL)에서 별개의 장치로 개략적으로 도시함] 사이의 어퍼처(6)를 통하여 통과할 수 있다. 어퍼처(6)는 원형 장치, 또는 또 다른 모양(예를 들어, 타원형, 정사각형 등)일 수 있다. 어퍼처(6)는, 예를 들어 약 10 cm 미만, 바람직하게는 1 cm 미만의 직경 정도로 작을 수 있다(리소그래피 장치의 광축에서 가로방향으로 측정).

[0034] 레이저 생성 플라즈마(LPP) 소스 또는 방전 생성 플라즈마(DPP) 소스를 사용하는 경우, 오염물(contamination)은 고속 이온들(fast ions) 및/또는 중성 입자들[예를 들어, Sn(주석)]의 형태로 생성될 수 있다. 이러한 오염물은 컬렉터(3)의 반사 표면(들) 상에 축적될 수 있고, 컬렉터의 반사율을 저하시켜, 이로 인해 컬렉터의 효율이 감소될 수 있다. 또한, 오염물은 시간이 지남에 따라(over time) 리소그래피 장치의 다른 반사 구성요소들[예를 들어, 거울들(10, 11, 13, 14) 또는 패터닝 디바이스(MA)]의 반사율을 저하시킬 수 있다. 리소그래피 장치의 스루풋은 노광되는 기판 상에 입사된 EUV 방사선의 세기에 의존한다. 컬렉터 또는 리소그래피 장치의 다른 반사 표면들 상에 오염물의 축적으로 인해 야기되는 여하한의 반사율 감소는 리소그래피 장치의 스루풋을 감소시킬 것이다.

[0035] 본 발명의 일 실시예에서, 리소그래피 장치의 반사 표면의 오염물은 수소 라디칼을 사용하여 제거될 수 있다. 수소 라디칼은 오염물과 반응함으로써 반사 표면으로부터 오염물을 제거한다. 예를 들어, 수소 라디칼은 주석(Sn) 오염물과 반응하여 기체성 SnH_4 를 형성할 수 있고, 이후에 기체성 SnH_4 는 리소그래피 장치의 밖으로 배출될 수 있다. 또 다른 일 실시예에서, 수소 라디칼은 탄소(C) 오염물과 반응하여, 탄화수소를 형성할 수 있고, 이후에 리소그래피 장치 밖으로 배출될 수 있다.

[0036] 오염물 제거뿐만 아니라, 수소 라디칼은 또한 제 1 위치 내에 반사 표면들 상에 오염물의 침적(depositing)을 억제할 수 있다.

[0037] 수소 라디칼은 수소 분자의 해리를 통해 발생될 수 있다. 이러한 해리는 수소 분자에 입사되어, 수소 분자를 원자화하고 수소 라디칼을 형성하도록 야기시키는 플라즈마(2)에 의한 방출된 방사선으로 인해 일어날 수 있다.

[0038] 소스(SO)는 사용하는 동안(즉, 리소그래피 장치의 작동 중)에 수소 분위기(즉, 수소 기체)를 포함할 수 있다. 소스(SO) 내에 수소의 압력은 소스가 LPP 소스 또는 DPP 소스인가에 따라 결정될 수 있다. LPP 소스인 경우, 수소의 압력은, 예를 들어 수십 파스칼, 약 100 Pa, 또는 몇 백 파스칼일 수 있다. DPP 소스인 경우, 수소의 압력은, 예를 들어 2 내지 5 Pa일 수 있고, 예를 들어 3 Pa일 수 있다. 상기 소스 내의 압력은 종종 기본 압력으로 칭해진다.

[0039] 일 실시예에서, 플라즈마는 소스(SO) 내에 (도시되지 않은) 챔버 내에서 생성될 수 있다. 본 명세서에서 플라즈마 챔버로 불리는 챔버는 예를 들어 LPP 소스 내에 존재할 수 있다. 챔버 내에 수소 기체의 압력은 소스(SO)의 나머지 부분(remainder) 내에 수소 기체의 압력보다 높을 수 있다.

[0040] 플라즈마(2)에 의해 방출된 방사선은 (플라즈마 챔버가 존재한다면 플라즈마 챔버를 포함한) 소스(SO) 내에서 수소 기체의 수소 분자를 해리시킴으로써 수소 라디칼을 발생시킨다. 수소 라디칼은 소스 내에 반사 표면들로부터 오염물을 제거하고, 또한 반사 표면들 상에 오염물들의 침적을 억제할 수 있다.

[0041] 수소 라디칼을 생성하기 위하여 플라즈마(2)에 의해 방출된 방사선을 사용하는 것은 몇 가지 이점을 가질 수 있다. 예를 들어, 수소 라디칼을 생성하기 위하여 수소 라디칼 전용 발생기(dedicated hydrogen radical generator)와 같은 하드웨어를 사용할 필요가 없다. 비용뿐만 아니라, 수소 라디칼 전용 발생기는 일반적으로 텅스텐 필라멘트를 사용하여 수소를 해리시킴으로써 작동한다. 텅스텐 필라멘트는 리소그래피 장치 내에서 원치 않는 텅스텐 오염물을 야기할 수 있다. 이런 텅스텐 오염 위험은 수소 라디칼 전용 발생기가 본원 발생의 일 실시예에서 요구되지 않으므로 피한다.

[0042] 수소 라디칼을 생성하기 위하여 플라즈마(2)에 의해 방출된 방사선을 사용하는 추가적인 이점은 리소그래피 장

치의 작동 중에(즉, 리소그래피 장치에 의한 기판의 노광과 동시에) 수행되는 리소그래피 장치의 반사 표면을 세정시킬 수 있다는 점이다.

[0043] 반사 표면 상에 오염물의 축적을 감소시킴으로써 생기는 추가적인 이점은 방사선 흡수에 의해 가열되는 반사 표면의 면적이 감소 된다는 점이다. 이는 반사 표면의 반사율이 다른 경우보다 더 높게 유지되고, 흡수되는 방사선을 줄일 수 있기 때문이다.

[0044] 통상적인 리소그래피 장치에서, 필터는 전형적으로 "원치않는 방사선"이라고 불릴 수 있는, 패터닝 디바이스(MA)에서 기판(W) 상으로 패턴의 투영이 필요하지 않은 방사선의 파장을 걸러내는데 사용된다. 예를 들어, 만약 리소그래피 장치가 기판 상으로 패턴을 투영하기 위하여 EUV 방사선을 사용하도록 구성된다면, 상기 필터는 예를 들어 다른 파장의 원치않는 방사선을 차단하면서, EUV 범위의 파장 내에 있는 파장, 예를 들어 13.5 nm를 갖는 원하는 방사선을 전달하도록 배열된 스펙트럼 퓨리티 필터(spectral purity filter)일 수 있다. 원치않는 방사선은 마찬가지로 소스 내에서 플라즈마에 의해 생성되는 UV, DUV, 및 IR 방사선을 포함할 수도 있다. 통상적으로, 리소그래피 장치의 조명 시스템(IL) 및 투영 시스템(PS)을 통과하는 방사선의 양을 제한하기 위하여, 플라즈마(2)와 인접하게[예를 들어, 소스(SO)의 컬렉터(3)와 어퍼처(6)의 사이] 스펙트럼 퓨리티 필터장치가 제공된다. '스펙트럼 퓨리티 필터'라는 용어는 전자기 스펙트럼의 특정한 원하는 부분(예를 들어, 13.5 nm, 6.7 nm 또는 6.8 nm)을 선택하는 필터를 의미하는 것으로 간주될 수 있다.

[0045] 수소의 수소 라디칼로의 해리는 플라즈마에 의해 생성되는 방사선의 세기 및/또는 플라즈마에 의해 생성되는 방사선의 파장의 작용일 것이다. 이러한 이유로, 본 발명의 일 실시예에서 스펙트럼 퓨리티 필터는 플라즈마(2)에 인접하게 위치되는 대신 조명 시스템(IL) 또는 투영 시스템(PS) 내에 위치된다.

[0046] 본 발명의 일 실시예에서, 스펙트럼 퓨리티 필터(80)는 방사선 빔 끝부분 (radiation beam last)을 수용하는 투영 시스템(PS)의 말단에 위치된다. 스펙트럼 퓨리티 필터(80)가 방사선 빔 끝부분을 수용하는 투영 시스템(PS)에 말단에 위치되므로, 플라즈마(2)에 의해 방출된 걸러지지 않은 방사선이, 소스(SO)를 통하여 통과하는 것뿐만 아니라, 조명 시스템(IL) 및 투영 시스템(PS)을 통하여 통과한다. 이런 걸러지지 않은 방사선은 소스(SO), 조명 시스템(IL) 및 투영 시스템(PS) 내에 존재하는 수소를 해리시킬 수 있고, 이로 인해 컬렉터(3), 조명 시스템 거울(10 및 11) 및 투영 시스템 거울(13 및 14)의 광학 표면을 세정하는 수소 라디칼이 발생한다. 일 실시예에서, 소스(SO)에 의해 생성되고 수소 라디칼을 생성하는 데 사용될 수 있는 적어도 50 %의 원치않는 방사선은 조명 시스템(IL) 및 투영 시스템(PS)을 통하여 통과한다. 일 실시예에서, 소스(SO)에 의해 생성되는 적어도 70 %의 원치않는 방사선은 조명 시스템(IL) 및 투영 시스템(PS)을 통하여 통과한다. 일 실시예에서, 소스(SO)에 의해 생성되는 적어도 90 %의 원치않는 방사선은 조명 시스템(IL) 및 투영 시스템(PS)을 통하여 통과한다.

[0047] 방사선이 반사 표면(10, 11, 13, 14)에 반사될 때마다 손실이 일어나므로, 걸러지지 않은 방사선의 세기는 조명 광학 장치 및 투영 시스템을 통하여 통과할 때마다 점차 줄어들 것이다. 그러나, 걸러지지 않은 방사선은 조명 시스템(IL) 및 투영 시스템(PS)에 들어가기 이전에 스펙트럼 퓨리티 필터에 의해 걸러지는 경우보다 강하다(intense).

[0048] 스펙트럼 퓨리티 필터(80)에 조사(impinge)되는 방사선의 세기는 플라즈마(2)에 인접하게 위치하는 경우의 스펙트럼 퓨리티 필터에 조사되는 방사선의 세기보다 약하다. 이렇게 세기가 감소함으로써, 스펙트럼 퓨리티 필터의 수명이 상당히 증가될 수 있다.

[0049] 본 발명의 일 실시예에서, 스펙트럼 퓨리티 필터(81)는 방사선 빔 끝부분을 수용하는 조명 시스템(IL)의 말단에 위치된다. 스펙트럼 퓨리티 필터(81)가 방사선 빔 끝부분을 수용하는 조명 시스템(IL)의 말단에 위치되므로, 플라즈마(2)에 의해 방출된 걸러지지 않은 방사선이 소스(SO)를 통하여 통과하는 것뿐만 아니라, 조명 시스템(IL)을 통하여 통과한다. 이런 걸러지지 않은 방사선은 소스(SO) 및 조명 시스템(IL) 내에 존재하는 수소를 해리시킬 수 있고, 이로 인해 컬렉터(3), 및 조명 시스템 거울(10 및 11)의 광학 표면을 세정하는 수소 라디칼이 발생한다. 조명 시스템(IL) 내에 스펙트럼 퓨리티 필터를 제공하는 것은 방사선 빔이 패터닝 디바이스(MA) 상으로 입사되기 전에 걸러지는 것을 보장한다. 이는 예를 들어 걸러지지 않은 방사선 빔이 많은 열을 패터닝 디바이스로 이동시키는 경우에 바람직할 수 있다.

[0050] 예를 들어, 스펙트럼 퓨리티 필터(81)가 투영 시스템 내의 스펙트럼 퓨리티 필터(80)뿐만 아니라, 또는 그 대신에 조명 시스템 내에도 제공될 수 있다.

[0051] 조명 시스템 내의 스펙트럼 퓨리티 필터(81) 및 투영 시스템 내의 스펙트럼 퓨리티 필터(80)가 조명 시스템 및

투영 시스템 내에 여타 적당한 위치에 제공될 수 있다. 도 2에 도시된 위치는 단지 일 예시에 지나지 않는다.

[0052] 스펙트럼 퓨리티 필터는 (도 2에 도시된 바와 같이) 투과 필터(80 및 81), 또는 예를 들어 블레이즈 격자(blazed grating)와 같은 반사 필터일 수 있다. 스펙트럼 퓨리티 필터가 투과 필터인 경우, 예를 들어 EUV 방사선과 같이 원하는 방사선(예를 들어, 13.5 nm)에 대해 적어도 40 %, 적어도 60 %, 적어도 80 %, 또는 적어도 90 %의 반사율을 가질 수 있다. 스펙트럼 퓨리티 필터가 반사 필터인 경우, 예를 들어 EUV 방사선과 같이 원하는 방사선(예를 들어, 13.5 nm)에 대해 적어도 40 %, 적어도 60 %, 적어도 80 %, 또는 적어도 90 %의 반사율을 가질 수 있다. DUV 방사선에 대한 EUV 방사선의 스펙트럼 퓨리티 필터의 투과 비율은 100, 1000 또는 10^5 까지 일 수 있다.

[0053] 스펙트럼 퓨리티 필터(80 및 81)는 원치않는 방사선을 걸러내도록 구성될 수 있다. 원치않는 방사선은 패턴을 기판 상으로 투영하는데 사용되는 파장 이외의 파장(예를 들어, 13.5 nm 이외의 파장)을 갖는 방사선으로 정의될 수 있다. 스펙트럼 퓨리티 필터에 의해 반사되거나 흡수될 수 있는 원치않는 방사선은 원하는 방사선보다 더 길거나 더 짧은 파장을 가질 수 있다. 본 발명의 일 실시예에서, 원치않는 방사선 및 원하는 방사선 모두가 수소를 수소 라디칼로 해리시키는데 사용된다. 이는 리소그래피 장치의 소스(SO), 조명 시스템(IL) 또는 투영 시스템(PS) 내에서 발생할 수 있다. 원치않는 방사선은 심자외(DUV) 방사선 및 자외(UV) 방사선을 포함할 수 있다.

[0054] 스펙트럼 퓨리티 필터(80 및 81)는 교번층(alternating layer)의 다-층 구조(multi-layered structure)를 포함할 수 있다. 스펙트럼 퓨리티 필터의 다-층 구조는, 예를 들어 2 내지 200개의 교번층, 10 내지 100개의 교번층, 또는 20 내지 50개의 교번층을 가질 수 있다. 교번층은, 예를 들어 0.2 내지 100 nm, 0.2 내지 20 nm, 또는 0.5 내지 5 nm의 두께를 가질 수 있다. 각각의 교번층은 충분히 일정한 두께의 연속적인 층들을 형성할 수 있다. 교번층의 다-층 구조의 전체 두께는 10 내지 700 nm, 및 100 내지 200 nm의 범위일 수 있다.

[0055] 스펙트럼 퓨리티 필터(80 및 81)의 교번층의 다-층 구조는 상이한 교번층의 여하한의 적합한 개수로 형성될 수 있다. 예를 들어, 이들은 서로 교번하는 두 개의 상이한 층일 수 있다. 대안적으로, 이들은 서로 교번하는 세 개의 상이한 층일 수 있다.

[0056] 스펙트럼 퓨리티 필터(80)의 다-층 구조를 형성하는 교번층은 Zr 및 Si 층; Zr 및 B₄C 층; Mo 및 Si 층; Cr 및 Sc 층; Mo 및 C 층; 그리고 Nb 및 Si 층 중에서 여하한의 조합으로부터 형성될 수 있다. 교번층의 다-층 구조는 이온 연마(ion polishing)에 상관없이 마그네트론 스퍼터링(magnetron sputtering), 에피택시(epitaxy), 이온 스퍼터링 및 e-빔 증발과 같은 여하한의 적합한 기술을 사용하여, 예를 들어 Zr 및 Si의 교번층을 침적시킴으로써 형성될 수 있다. 스펙트럼 퓨리티 필터에 관한 추가적인 정보는 2008년 5월 13일에 특허된 동시-계류증인 미국 특허 7,372,623으로부터 수집될 수 있으며, 본 명세서에서 그 전문이 인용참조된다.

[0057] 본 발명의 일 실시예에서, 1 이상의 방사선 필터가 리소그래피 장치 내에 제공될 수 있다. 예를 들어, 적외 방사선을 차단하는 필터(82)가 소스(SO) 내에 제공될 수 있다. 적외 방사선은 수소 분자의 해리를 통한 수소 라디칼의 생성에는 거의 또는 전혀 도움이 되지 않는다. 적외 방사선은 조명 시스템(IL) 및 투영 시스템(PS) 내에서 거울의 원치않는 가열에 원인이 되므로, 적외선 필터(82)는 적외 방사선이 조명 시스템(IL) 및 투영 시스템(PS)에 들어가기 전에 적외 방사선을 걸러내는데 사용된다. 적외선 필터(82)는, 예를 들어 제거되는 방사선의 파장보다 작은 주기를 갖는 메탈 그리드(metal grid)를 포함할 수 있다.

[0058] 일반적으로, 원하는 파장보다 더 긴 파장을 차단하는 저-대역 필터가 소스(SO)에 인접하게, 소스(SO) 내에, 또는 리소그래피 장치 내의 여타 다른 적합한 위치에 제공될 수 있다.

[0059] 일반적으로, 기판 상으로 패턴의 리소그래피 투영에 사용하는데 적합하지 않고, 수소 라디칼의 생성에 도움이 되지 않는 적어도 일부 파장들을 걸러내는 1 이상의 필터가 소스(SO)에 인접하게, 소스(SO) 내에, 또는 리소그래피 장치 내의 여타 다른 적합한 위치에 제공될 수 있다. 1 이상의 필터가 방사선 빔이 조명 시스템(IL)의 반사기 상에 입사되기 전에 1 이상의 필터에 의해 걸러지도록 제공될 수 있다. 상기에 개시된 적외선 필터(82)는 이러한 종류의 필터 중에 일 예시로 간주될 수 있다.

[0060] 일반적으로, 수소 라디칼의 생성에는 도움이 되나, 기판 상으로 패턴의 리소그래피 투영에 사용하는 데에는 바람직하지 않은 파장을 걸러내는 1 이상의 필터가 투영 시스템(PS) 내에[예를 들어, 기판 테이블(WT)에 인접하게], 조명 시스템(IL) 내에, 또는 여타 다른 적합한 위치에 제공될 수 있다. 상술된 스펙트럼 퓨리티 필

터(80 및 81)은 이러한 종류의 필터 중에 일 예시로 간주될 수 있다.

[0061] 방사선의 여과(filtering)를 제공하는 것뿐만 아니라, 필터는 기판 스테이지(WT)에 인접한 투영 시스템(PS)을 밀봉할 수 있다. 필터가 투영 시스템 뒤에 위치될 수 있으나, 사용 중에는 기판(W)의 위치 앞에 제공될 것이다. 예를 들어, 필터는 기체가 기판 쪽으로 흐르게(blow) 구성되도록 동적 가스 잠금장치(dynamic gas lock)에 인접하게 제공될 수 있다. 이처럼 되는 경우, 필터는 동적 가스 잠금장치에 의해 방출된 기체가 필터의 표면에서 기판 쪽으로 반사되고, 이로 인해 기체의 흐름을 기판 쪽으로 개선시키도록 위치될 수 있다.

[0062] 실질적으로, 수소의 압력은 소스(SO), 및/또는 조명 시스템(IL) 및/또는 투영 시스템(PS) 내에서 동일할 수 있다. 대안적으로, 상기 압력은 각각의 이들의 위치에서 상이할 수 있다. 예를 들어, 주어진 위치에서 수소의 압력은 그 위치에서 반사 표면 상에 발생될 것으로 예상되는 오염의 타입 및 정도를 기반으로 해서 조절될 수 있다. 예를 들어, 더 많은 오염물이 소스(SO) 내에[예를 들어, 컬렉터(3)에] 존재할 수 있고, 예를 들어 오염 물질은 주석(Sn)일 수 있다. 조명 시스템(IL) 및/또는 투영 시스템(PS) 내에는 오염물이 적게 존재할 수 있지만, 오염 물질은 예를 들어 탄소(C)일 수 있다. 그러므로, 수소 압력은 조명 시스템(IL) 내에서 보다 소스(SO) 내에서 더 높을 수 있다. 동일한 이유로, 수소 압력은 투영 시스템(PS) 내에서 보다 조명 시스템(IL)에서 더 높을 수 있다.

[0063] 일 실시예에서, 소스(SO) 내에 수소의 압력 범위는 2 내지 200 Pa 범위 내이고, 약 100 Pa일 수 있다. 일 실시 예에서, 조명 시스템(IL) 및 투영 시스템(PS) 내에 수소의 압력 범위는 0.3 내지 20 Pa 범위 내이고, 약 3 Pa일 수 있다.

[0064] 단일 기체 공급 시스템(single gas supply system)은 리소그래피 장치의 상이한 부분[예를 들어, 소스(SO), 조명 시스템(IL) 및 투영 시스템(PS)]에 수소를 제공하기 위하여 사용될 수 있다. 대안적으로, 각각의 개별 부분은 수소를 제공하도록 적용된 기체 전용 공급 시스템(dedicated gas supply system)을 포함할 수 있다.

[0065] 일 실시예에서, [플라즈마(2)뿐만 아니라] 방사선 소스가 제공될 수 있고, 상기 방사선 소스가 리소그래피 장치 내에서 DUV 및/또는 UV 방사선을 제공하도록 배열되며, 이로 인하여 수소 기체로부터 수소 라디칼의 생성을 돋는다. 예를 들어, DUV 및/또는 UV 방사선을 방출하는 (도시되지 않은) 추가적인 방사선 소스가 투영 시스템(PS) 내에 제공될 수 있다. DUV 및/또는 UV 방사선을 방출하는 추가적인 방사선 소스가 조명 시스템(IL) 내에 제공될 수 있다. 이처럼 되는 경우, 스펙트럼 퓨리티 필터는 추가적인 방사선 소스로부터의 방사선이 리소그래피 장치의 작동 중에 기판(W) 상에 입사되는 것이 차단되도록, 추가적인 방사선 소스와 기판 테이블(WT) 사이에 위치될 수 있다.

[0066] 본 발명의 일 실시예에서, 아르곤 기체가 수소 기체와 함께 리소그래피 장치로 도입될 수 있다. 아르곤은 불활성이므로, 리소그래피 장치의 반사 표면에서 오염물을 제거하는 데에는 직접적으로 도움이 되지 않는다. 그러나, 아르곤은 원자화된 수소의 생성을 도울 수 있다. 이 결과로, 추가적으로 원자화된 수소가 생성될 수 있고, 이에 상응하는 세정 효과의 증가가 나타날 수 있다.

[0067] 아르곤 기체는 방사선 빔으로부터 에너지를 수용할 수 있고, 이 에너지는 이후에 아르곤에서 수소로 이동되며, 수소 분자의 해리를 통해 원자화된 수소의 발생을 야기한다. 아르곤에서 수소로의 이러한 에너지 이동은 방사선 빔에 의해 수소 분자의 직접적인 여기(excitation)보다 수소 분자에 에너지를 제공하는 메카니즘이 더 효과적일 수 있다.

[0068] 방사선 빔에 의해 아르곤으로 제공되는 에너지의 양은 아르곤이 (아르곤의 흡수로 수소에 의해 제공되는 세정량과 비교하여) 수소에 의해 제공되는 세정량에 있어서의 적당한 증가를 제공하기 위하여 충분히 원자화된 수소를 생성할 수 있도록 한다. 원자화된 수소를 생성하기 위하여 아르곤을 가속화하는 전기장, 또는 다른 수단은 필요하지 않다.

[0069] 아르곤 기체가 1 이상의 리소그래피 장치의 소스(SO), 조명 시스템(IL) 및 투영 시스템(PS) 내에 제공될 수 있다.

[0070] 아르곤은 수소 기체와 함께 리소그래피 장치로 도입될 수 있는 2차 기체의 일 예시이다. 2차 기체는 여타의 불활성 기체일 수 있다. 비-불활성 2차 기체는 리소그래피 장치 내에서 원지않는 오염을 야기할 수 있으므로, 불활성 기체가 바람직하다. 예를 들어, 탄소, 산소 또는 질소를 함유하는 기체는 각각 탄소 오염, 거울의 루테늄 층의 산화, 및 질화 주석의 형성을 야기할 수 있다.

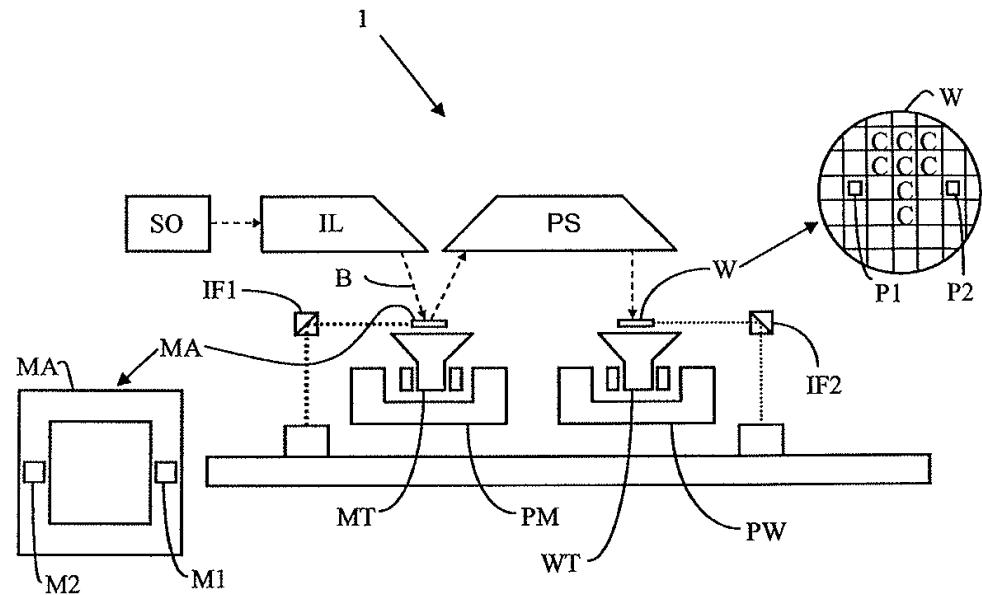
[0071] 리소그래피 장치 내에 제공되는 2차 기체의 양은 수소 기체의 양보다 더 적을 수 있다. 예를 들어, 기체 혼합

물은 적어도 80 %의 수소, 적어도 90 %의 수소, 적어도 95 % 또는 적어도 99 %의 수소를 포함할 수 있다.

- [0072] 상기 혼합물 내에 존재하는 2차 기체의 양을 선택하는 경우, 2차 기체의 최대량은 (수소 라디칼의 생성을 증가 시키므로써) 최대로 증대된 세정 효과를 제공할 것이지만, 이는 또한 리소그래피 장치의 반사 표면 상에 2차 기체 분자의 스퍼터링으로 인해 야기되는 상당한 정도의 손상을 야기할 수도 있다는 점이 고려되어야 한다. 반사 표면의 손상을 야기할 수 있는 스퍼터링의 정도는 2차 기체의 분자량에 의존할 수 있다. 예를 들어, 스퍼터링으로 인한 반사 표면의 현저한 손상을 일으키지 않도록 2차 기체로서 아르곤 보다는 헬륨의 최대 비율을 사용하는 것이 가능할 수 있다.
- [0073] 본 발명의 일 실시예의 상기 서술내용은 리소그래피 장치의 반사 표면에 관한것이다. 이것들은 리소그래피 장치의 광학 표면의 예시로서 간주될 수 있다. 리소그래피 장치의 모든 광학 표면이 반사형일 필요는 없다.
- [0074] 상기에 사용된 극자외(EUV) 방사선이라는 용어는 20 nm미만, 예를 들어 10 내지 20 nm의 범위 내, 예를 들어 13 내지 14 nm의 범위 내, 5 내지 10 nm의 범위 내, 예를 들어 6.7 nm 또는 6.8 nm와 같은 파장을 갖는 전자기 방사선을 의미하는 것으로 해석될 수 있다.
- [0075] 특정 사용예들이 ICs의 제조에 있어서 리소그래피 장치의 사용에 대하여 본 명세서 내에 작성될 수 있으나, 본 명세서에 기재된 리소그래피 장치는 집적 광학 시스템의 제조부(manufacture), 마그네틱 도메인 메모리용 안내 및 검출 패턴, 평판 디스플레이(flat-panel display), 액정 디스플레이(LCD), 박막 자기 헤드 등과 같은 다른 적용예들을 가질 수 있는 것으로 이해되어야 한다. 이러한 대안적인 적용예에 관한 내용에서, 본 명세서의 "웨이퍼" 또는 "다이"라는 용어의 어떠한 사용도 각각 "기판" 또는 "타겟부"라는 좀 더 일반적인 용어와 동의어로 간주될 수 있음을 이해하여야 한다. 본 명세서에서 언급되는 기판은 노광 전후에, 예를 들어 트랙(전형적으로, 기판에 레지스트 층을 도포하고 노광된 레지스트를 현상하는 툴), 메트롤로지 툴 및/또는 검사 툴에서 처리될 수 있다. 적용가능하다면, 이러한 기판 처리 툴과 다른 기판 처리 툴에 본 명세서의 기재 내용이 적용될 수 있다. 또한, 예를 들어 다층 IC를 생성하기 위하여 기판이 한번 이상 처리될 수 있으므로, 본 명세서에 사용되는 기판이라는 용어는 이미 여러번 처리된 층들을 포함한 기판을 나타낼 수도 있다.
- [0076] 상기 서술내용은 예시를 위한 것이지, 제한하려는 것이 아니다. 따라서, 본 기술 분야의 당업자라면 아래에 설명되는 청구항들의 범위를 벗어나지 않고 서술된 본 발명에 대한 변형예가 행해질 수도 있음을 이해하여야 한다.
- [0077] 본 발명은 실시예에 개시된 바와 같은 리소그래피 장치의 사용에 또는 리소그래피 장치의 사용으로 제한되지 않는다. 또한, 도면은 통상적으로 본 발명을 이해하는데 필요한 구성요소 및 특징만을 포함한다. 그 밖에, 리소그래피 장치의 도면은 개략도이며 실제 크기는 아니다. 본 발명은 개략도에 도시된 이러한 요소들(예를 들어, 개략도에 도시된 거울의 개수)로 제한되지 않는다.
- [0078] 본 기술 분야의 당업자는 상기에 개시된 실시예들이 조합될 수 있음을 이해할 것이다.

도면

도면1



도면2

