



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년05월10일

(11) 등록번호 10-1619272

(24) 등록일자 2016년05월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

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

(21) 출원번호 10-2011-7004189

(22) 출원일자(국제) 2009년07월15일

심사청구일자 2014년07월15일

(85) 번역문제출일자 2011년02월23일

(65) 공개번호 10-2011-0049821

(43) 공개일자 2011년05월12일

(86) 국제출원번호 PCT/EP2009/059045

(87) 국제공개번호 WO 2010/012588

국제공개일자 2010년02월04일

(30) 우선권주장

61/084,759 2008년07월30일 미국(US)

61/092,443 2008년08월28일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

JP2006501660 A*

JP2005354062 A

JP2000100685 A

WO2007054291 A1

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

에이에스엠엘 네델란즈 비.브이.

네델란드 5500 아하 벨트호벤 피.오.박스 324

(72) 발명자

클라센, 미첼

네델란드 엔엘-5611 엔요트 아인트호벤 쿠일렌스
트라트 3

그로에네벨트, 로지어

네델란드 엔엘-5614 베아 아인트호벤 부르크플레
인 8
(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인(유)화우

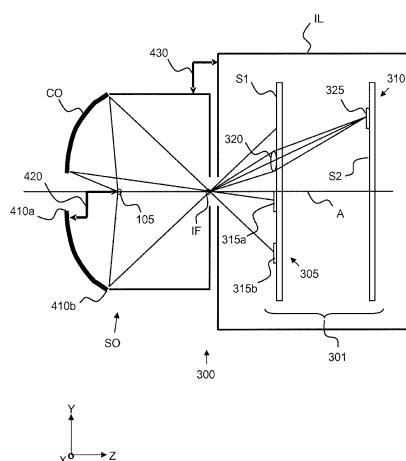
전체 청구항 수 : 총 14 항

심사관 : 심병로

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

(57) 요약

리소그래피 장치(1)는 컬렉터(CO) 및 방사선 소스(105)를 포함하는 소스 모듈(SO) - 상기 컬렉터(CO)는 상기 방사선 소스(105)로부터 방사선을 수집하도록 구성됨 - ; 상기 컬렉터(CO)에 의해 수집된 상기 방사선을 컨디셔닝하고, 방사선 빔을 제공하도록 구성된 일루미네이터(IL); 및 상기 일루미네이터(IL)에 대해 고정된 위치 관계에 배치된 검출기(301) - 상기 검출기(301)는 상기 컬렉터(CO)에 대한 상기 방사선 소스(105)의 위치 및 상기 일루미네이터(IL)에 대한 상기 소스 모듈(SO)의 위치를 결정하도록 구성됨 - 를 포함한다.

대 표 도 - 도4

(72) 발명자
스트류켄, 알렉산더
네덜란드 앤엘-5629 엔데 아인트호벤 오페라 31

스빈켈스, 게라르두스후베르투스
네덜란드 앤엘-5623 엘테 아인트호벤 제네랄 코엔
데르스란 27

명세서

청구범위

청구항 1

리소그래피 장치에 있어서,

사용 시, 방사선 방출 플라즈마를 제공하도록 구축되고 배치된 방사선 소스 및 컬렉터를 포함하는 소스 모듈 - 상기 컬렉터는 상기 방사선 방출 플라즈마로부터 방사선을 수집하도록 구성됨 - ;

상기 컬렉터에 의해 수집된 상기 방사선을 컨디셔닝하고, 방사선 빔을 제공하도록 구성된 일루미네이터; 및

상기 일루미네이터에 대해 고정된 위치 관계로 배치된 검출기 - 상기 검출기는, 상기 일루미네이터에 대한 상기 소스 모듈의 이동으로부터 상기 컬렉터에 대한 상기 방사선 방출 플라즈마의 이동을 분리시키고, 상기 컬렉터에 대한 상기 방사선 방출 플라즈마의 위치 및 상기 일루미네이터에 대한 상기 소스 모듈의 위치를 측정하도록 구성됨 -

를 포함하는 리소그래피 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 검출기는 3 개의 독립적인 병진 자유도들로 상기 컬렉터에 대해 상기 방사선 방출 플라즈마의 위치를 측정하도록 구성되는 리소그래피 장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 검출기는 3 개의 독립적인 병진 자유도들 및 2 개의 독립적인 회전 자유도들을 포함하는 5 개의 자유도들로 상기 일루미네이터에 대해 상기 소스 모듈의 위치를 측정하도록 구성되는 리소그래피 장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 검출기는 상기 일루미네이터의 제 1 표면에 장착된 복수의 제 1 센서들을 포함하는 제 1 브랜치(branch)를 포함하고, 상기 복수의 제 1 센서들은 상기 컬렉터에 대해 상기 방사선 방출 플라즈마의 위치를 결정하도록 구성되는 리소그래피 장치.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 제 1 센서들은 하나의 방향을 따라 입사 방사선 세기의 변화의 위치를 감지하도록 구축되고 배치된 리소그래피 장치.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 제 1 센서들은 상기 컬렉터에 의해 반사된 상기 방사선 빔의 내측 에지의 위치를 감지하도록 구성된 센서, 및 상기 컬렉터에 의해 반사된 상기 방사선 빔의 외측 에지의 위치를 감지하도록 구성된 또 다른 센서를 포함하는 리소그래피 장치.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 내측 예지는 내측 명암(bright-dark) 방사선 세기 변화이고, 상기 외측 예지는 외측 명암 방사선 세기 변화인 리소그래피 장치.

청구항 8

제 4 항에 있어서,

상기 검출기는 상기 일루미네이터의 제 2 표면에 장착된 복수의 제 2 센서들을 포함하는 제 2 브랜치를 포함하고, 상기 복수의 제 2 센서들은 상기 일루미네이터에 대해 상기 소스 모듈의 위치를 결정하도록 구성된 리소그래피 장치.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 제 2 센서들은 2 개의 방향들을 따라 입사 방사선 세기의 변화의 위치를 감지하도록 구축되고 배치된 리소그래피 장치.

청구항 10

디바이스 제조 방법에 있어서,

방사선 방출 플라즈마를 생성하도록 방사선 소스를 이용하는 단계;

컬렉터를 이용하여 상기 방사선 방출 플라즈마에 의해 생성된 방사선을 수집하는 단계 - 상기 방사선 소스 및 상기 컬렉터는 리소그래피 장치의 소스 모듈의 일부분임 - ;

방사선 빔을 제공하도록, 일루미네이터를 이용하여 상기 컬렉터에 의해 수집된 상기 방사선을 컨디셔닝하는 단계;

상기 일루미네이터에 대한 상기 소스 모듈의 이동으로부터 상기 컬렉터에 대한 상기 방사선 방출 플라즈마의 이동을 분리시키는 단계; 및

상기 컬렉터에 대한 상기 방사선 방출 플라즈마의 위치 및 상기 일루미네이터에 대한 상기 소스 모듈의 위치를 검출하는 단계를 포함하는 디바이스 제조 방법.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 일루미네이터에 대해 상기 소스 모듈의 회전 방위를 검출하는 단계를 더 포함하는 디바이스 제조 방법.

청구항 12

제 10 항 또는 제 11 항에 있어서,

상기 검출하는 단계를 위해 사용되는 검출기는 상기 일루미네이터의 제 1 표면에 장착된 복수의 제 1 센서들을 포함하는 제 1 브랜치를 포함하고, 상기 복수의 제 1 센서들은 상기 컬렉터에 대해 상기 방사선 방출 플라즈마의 위치, 및 상기 일루미네이터에 대해 상기 소스 모듈의 회전 방위를 결정하도록 구성되는 디바이스 제조 방법.

청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 검출기는 상기 일루미네이터의 제 2 표면에 장착된 복수의 제 2 센서들을 포함하는 제 2 브랜치를 더 포함하고, 상기 복수의 제 2 센서들은 상기 일루미네이터에 대해 상기 소스 모듈의 위치를 결정하도록 구성되는 디바이스 제조 방법.

청구항 14

리소그래피 장치에서 일루미네이터에 대한 소스 모듈의 위치 및 컬렉터에 대한 방사선 방출 플라즈마의 위치를

결정하도록 구성된 검출기에 있어서,

상기 소스 모듈은 상기 방사선 방출 플라즈마를 제공하도록 구축되고 배치된 방사선 소스 및 상기 컬렉터를 포함하며, 상기 컬렉터는 상기 방사선 방출 플라즈마로부터 방사선을 수집하도록 구성되고, 상기 일루미네이터는 상기 컬렉터에 의해 수집된 상기 방사선을 컨디셔닝하고 방사선 빔을 제공하도록 구성되며, 상기 검출기는:

상기 일루미네이터의 제 1 표면에 장착된 복수의 제 1 센서들을 포함하는 제 1 브랜치 - 상기 복수의 제 1 센서들은 상기 컬렉터에 대한 상기 방사선 방출 플라즈마의 위치, 및 상기 일루미네이터에 대한 상기 소스 모듈의 회전 방위를 결정하도록 구성됨 - ; 및

상기 일루미네이터의 제 2 표면에 장착된 복수의 제 2 센서들을 포함하는 제 2 브랜치 - 상기 복수의 제 2 센서들은 상기 일루미네이터에 대한 상기 소스 모듈의 위치, 및 상기 컬렉터에 대한 상기 방사선 방출 플라즈마의 위치를 결정하도록 구성됨 - 를 포함하고,

상기 검출기는, 상기 일루미네이터에 대한 상기 소스 모듈의 이동으로부터 상기 컬렉터에 대한 상기 방사선 방출 플라즈마의 이동을 분리시키도록 구성되는 검출기.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 20 nm 보다 더 짧은 파장의 방사선을 이용하는 리소그래피 장치, 및 이러한 방사선을 이용하는 디바이스 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 리소그래피 장치는 기판 상에, 통상적으로는 기판의 타겟부 상에 원하는 패턴을 적용시키는 기계이다. 리소그래피 장치는, 예를 들어 접적 회로(IC)의 제조시에 사용될 수 있다. 이 예시에서, 대안적으로 마스크 또는 레티클이라 칭하는 패터닝 디바이스가 IC의 개별 층 상에 형성될 회로 패턴을 생성하기 위해 사용될 수 있다. 이 패턴은 기판(예컨대, 실리콘 웨이퍼) 상의 (예를 들어, 다이의 일부분, 한 개 또는 수 개의 다이를 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. 공지된 리소그래피 장치는, 한번에 타겟부 상으로 전체 패턴을 노광함으로써 각각의 타겟부가 조사(irradiate)되는 스텝들, 및 방사선 빔을 통해 주어진 방향("스캐닝"- 방향)으로 패턴을 스캐닝하는 한편, 이 방향과 평행한 방향(같은 방향으로 평행한 방향) 또는 역-평행 방향(반대 방향으로 평행한 방향)으로 기판을 동기적으로 스캐닝함으로써 각각의 타겟부가 조사되는 스캐너들을 포함한다.

[0003] 패턴 프린팅 한계들의 이론적 추정은 수학식 1로 나타낸 바와 같은 분해능에 대한 레일리 기준(Rayleigh criterion)에 의해 설명될 수 있다:

수학식 1

$$CD = k_1 * \frac{\lambda}{NA_{PS}}$$

[0004] 여기서, λ 는 사용되는 방사선의 파장이고, NA_{PS} 는 패턴을 프린트하는데 사용된 투영 시스템의 개구수(numerical aperture)이며, k_1 은 레일리 상수라고도 칭하는 공정 의존성 조정 인자이고, CD는 프린트된 피쳐의 피쳐 크기(또는 임계 치수)이다. 수학식 1에 따르면, 피쳐들의 프린트 가능한 최소 크기의 감소는 세 가지 방식, 즉 노광 파장 λ 를 단축시킴으로써, 개구수 NA_{PS} 를 증가시킴으로써, 또는 k_1 의 값을 감소시킴으로써 얻어질 수 있다.

[0006] 노광 파장을 단축시키고, 이에 따라 프린트 가능한 최소 크기를 감소시키기 위해, 극자외(EUV) 방사선 소스를 사용하는 것이 제안되었다. EUV 방사선 소스들은 20 nm 미만의, 더 구체적으로는 약 13 nm의 방사선 파장을 출력하도록 구성된다. 따라서, EUV 방사선 소스들은 작은 피쳐들의 프린팅을 달성하도록 다가가는데 상당히 기여할 수 있다. 이러한 방사선은 극자외선 또는 소프트(soft) x-레이이라 칭하며, 가능한 소스들로는 예를 들어 레이저

-생성 플라즈마 소스들, 방전 플라즈마 소스들, 또는 전자 저장 링들로부터의 싱크로트론 방사선(synchrotron radiation)을 포함한다.

[0007] 예를 들어, 방사선 방출 플라즈마를 이용하여 극자외 방사선(EUV radiation) 및 EUV를 능가하는 방사선(beyond EUV radiation)이 생성될 수 있다. 플라즈마는, 예를 들어 적합한 물질(예를 들어, 주석)의 입자들에 레이저를 지향시킴으로써, 또는 적합한 가스 또는 증기(예를 들어, Xe 가스 또는 Li 증기)의 기류(stream)에 레이저를 지향시킴으로써 생성될 수 있다. 결과적인 플라즈마는 EUV 방사선(또는 더 짧은 파장을 갖는 EUV를 능가하는 방사선)을 방출하며, 이는 포커싱 거울 또는 스침 입사 컬렉터(grazing incidence collector)와 같은 컬렉터를 이용하여 수집된다.

[0008] 컬렉터의 방위 및/또는 위치는 방사선이 컬렉터로부터 지향되는(예를 들어, 컬렉터로부터 반사되는) 방향을 결정할 것이다. 방사선이 리소그래피 장치의 상이한 부분들로 정확히 지향될 필요가 있을 것이며, 따라서 컬렉터가 특정 방향으로 방사선을 지향시키는 것이 중요하다. 리소그래피 장치가 구축되고 처음 사용될 때, 컬렉터는 이러한 특정 방향으로 방사선을 지향시키는 것을 보장할 수 있다. 하지만, 시간이 지남에 따라, 방사선 범이 이 특정 방향으로 항상 지향되는 것을 보장하는 것이 어려울 수 있다. 예를 들어, 리소그래피 장치의 부분들(예를 들어, 방사선 소스의 부분들)의 이동은 방사선의 방향을 전향(shift)시킬 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, (예를 들어, 유지보수를 위해) 리소그래피 장치의 일부분들이 교체될 때, 교체 부분들의 매우 사소한 오정렬이 방사선의 방향을 전향시킬 수 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0009] 그러므로, 방사선 범의 경로를 따라 더 멀리 위치된 리소그래피 장치의 부분들 및 방사선 소스의 컬렉터를 정렬 또는 재-정렬(re-align)하는 것이 바람직하다. 일루미네이터(때때로, "조명 시스템" 또는 "조명 구성부"라고도 함)는 컬렉터에 의해 지향된 방사선을 수용하는 리소그래피 장치의 일부분이기 때문에, 방사선 소스의 컬렉터 및 일루미네이터를 정렬 또는 재-정렬하는 것이 바람직하다.

[0010] 컬렉터 및 일루미네이터를 정렬하는 제안된 방법은 컬렉터에 발광 다이오드(LED)들을 부착하는 것을 수반한다. LED들에 의해 방출된 방사선의 측정은 디폴트(또는 기준) 위치에 대해 컬렉터의 방위(예를 들어, 기울기) 및/또는 위치를 결정하기 위해 사용될 수 있다. 하지만, 이 방법이 갖는 문제점은 LED들이 컬렉터를 둘러싼 거친 환경을 이겨낼 만큼 견고하지(robust) 않을 수 있다는 점이다. 예를 들어, EUV 방사선으로의 장시간 노출 및 높은 온도는 LED들을 빨리 손상시키거나 파손시킬 수 있다. 또한, LED들은 시간이 지남에 따라 LED들의 위치의 이탈(drift)이 존재하지 않거나 거의 존재하지 않으면서 높은 정확도로 컬렉터에 부착되어야 한다. 이러한 조건들이 주어진다면, LED-기반 구현은 달성하기 어렵다.

과제의 해결 수단

[0011] 본 발명의 일 실시형태에 따르면, 사용 시 방사선 방출 플라즈마를 제공하도록 구축되고 배치된 방사선 소스 및 컬렉터를 포함하는 소스 모듈 - 상기 컬렉터는 상기 방사선 방출 플라즈마로부터 방사선을 수집하도록 구성됨 - ; 상기 컬렉터에 의해 수집된 상기 방사선을 컨디셔닝하고, 방사선 범을 제공하도록 구성된 일루미네이터; 및 상기 일루미네이터에 대해 고정된 위치 관계로 배치된 검출기 - 상기 검출기는 상기 컬렉터에 대한 상기 방사선 방출 플라즈마의 위치 및 상기 일루미네이터에 대한 상기 소스 모듈의 위치를 결정하도록 구성됨 - 를 포함하는 리소그래피 장치가 제공된다.

[0012] 본 발명의 또 다른 실시형태에서, 방사선 방출 플라즈마를 생성하도록 방사선 소스를 이용하는 단계; 컬렉터를 이용하여 상기 방사선 방출 플라즈마에 의해 생성된 방사선을 수집하는 단계 - 상기 방사선 소스 및 상기 컬렉터는 리소그래피 장치의 소스 모듈의 일부분임 - ; 방사선 범을 제공하도록, 일루미네이터를 이용하여 상기 컬렉터에 의해 수집된 상기 방사선을 컨디셔닝하는 단계; 및 상기 컬렉터에 대한 상기 방사선 방출 플라즈마의 위치 및 상기 일루미네이터에 대한 상기 소스 모듈의 위치를 검출하는 단계를 포함하는 디바이스 제조 방법이 제공된다.

[0013] 본 발명의 또 다른 실시형태에서, 리소그래피 장치에서 일루미네이터에 대한 소스 모듈의 위치 및 컬렉터에 대한 방사선 방출 플라즈마의 위치를 결정하도록 구성된 검출기가 제공되고, 상기 소스 모듈은 상기 방사선 방출 플라즈마를 제공하도록 구축되고 배치된 방사선 소스 및 상기 컬렉터를 포함하며, 상기 컬렉터는 상기 방사선 방출 플라즈마로부터 방사선을 수집하도록 구성되고, 상기 일루미네이터는 상기 컬렉터에 의해 수집된 상기 방

사선을 컨디셔닝하고 방사선 빔을 제공하도록 구성되며, 상기 검출기는 상기 일루미네이터의 제 1 표면에 장착된 복수의 제 1 센서들을 포함하는 제 1 브랜치(branch) - 상기 복수의 제 1 센서들은 상기 컬렉터에 대한 상기 방사선 방출 플라즈마의 위치 및 상기 일루미네이터에 대한 상기 소스 모듈의 회전 방위를 결정하도록 구성됨 - , 및 상기 일루미네이터의 제 2 표면에 장착된 복수의 제 2 센서들을 포함하는 제 2 브랜치 - 상기 복수의 제 2 센서들은 상기 일루미네이터에 대한 상기 소스 모듈의 위치를 결정하고, 상기 컬렉터에 대한 상기 방사선 방출 플라즈마의 위치를 결정하도록 구성됨 - 를 포함한다.

도면의 간단한 설명

[0014]

이하 대응하는 참조 부호들이 대응하는 부분들을 나타내는 첨부된 개략적인 도면들을 참조하여, 단지 예시의 방식으로만 본 발명의 실시예들을 설명할 것이다:

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

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 소스 모듈 및 일루미네이터를 개략적으로 도시한 도면;

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 리소그래피 장치의 다면화된(faceted) 광학 요소 및 컬렉터의 상대 위치들을 개략적으로 도시한 도면;

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 방사선 방출 플라즈마 및 컬렉터를 포함하는 소스 모듈, 조명 모듈 및 검출 및 정렬 시스템을 도시한 도면;

도 5a는 본 발명의 일 실시예에 따른 소스 모듈 변위로 인한 원거리 필드 변화(far field change)를 도시한 도면;

도 5b는 본 발명의 일 실시예에 따른 축방향(axial) 플라즈마 변위로 인한 원거리 필드 변화를 도시한 도면;

도 5c는 본 발명의 일 실시예에 따른 측면방향(lateral) 플라즈마 변위로 인한 원거리 필드 변화를 도시한 도면;

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 이미징 브랜치를 도시한 도면;

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 화살표로 시상(sagittal) 및 자오면 배율(meridional magnification)들 간의 차이를 개략적으로 나타낸 도면; 및

도 8은 본 발명의 일 실시예에 따른, 2 개의 직교 센서 - 강성(rigid) 및 플라즈마 이동들을 분리시키는 거울 쌍들을 이용하는 검출 방식을 개략적으로 도시한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015]

도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 리소그래피 장치(1)를 개략적으로 도시한다. 상기 장치(1)는 방사선 빔(B)(예를 들어, EUV 방사선)을 컨디셔닝하도록 구성된 조명 시스템(일루미네이터)(IL)을 포함한다. 패터닝 디바이스 지지체(예를 들어, 마스크 테이블)(MT)는 패터닝 디바이스(예를 들어, 마스크)(MA)를 지지하도록 구성되고, 소정 파라미터들에 따라 패터닝 디바이스를 정확히 위치시키도록 구성된 제 1 위치설정 디바이스(PM)에 연결된다. 기판 테이블(예를 들어, 웨이퍼 테이블)(WT)은 기판(예를 들어, 레지스트-코팅된 웨이퍼)(W)을 유지하도록 구성되고, 소정 파라미터들에 따라 기판을 정확히 위치시키도록 구성된 제 2 위치설정 디바이스(PW)에 연결된다. 투영 시스템(예를 들어, 반사 투영 렌즈 시스템)(PL)은 기판(W)의 (예를 들어, 1 이상의 다이를 포함하는) 타겟부(C) 상으로 패터닝된 방사선 빔(B)을 투영하도록 구성된다.

[0016]

조명 시스템은 방사선을 지향, 성형, 또는 제어하기 위하여, 굴절, 반사, 자기, 전자기, 정전기 또는 다른 형태의 광학 구성요소들, 또는 이의 여하한의 조합과 같은 다양한 형태의 광학 구성요소들을 포함할 수 있다.

[0017]

패터닝 디바이스 지지체(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. 패터닝 디바이스 지지체는 패터닝 디바이스를 유지하기 위해 기계적, 진공, 정전기, 또는 다른 클램핑 기술들을 이용할 수 있다. 패터닝 디바이스 지지체는, 예를 들어 필요에 따라 고정되거나 이동가능할 수 있는 프레임 또는 테이블일 수 있다. 패터닝 디바이스 지지체는, 패터닝 디바이스가 예를 들어 투영 시스템에 대해 원하는 위치에 있을 것을 보장할 수 있다.

[0018]

본 명세서의 "레티클" 또는 "마스크"라는 용어의 어떠한 사용도 "패터닝 디바이스"라는 좀 더 일반적인 용어와

동의어로 간주될 수 있다.

[0019] 본 명세서에서 사용되는 "패터닝 디바이스"라는 용어는, 기판의 타겟부에 패턴을 생성하기 위해서, 방사선 빔의 단면에 패턴을 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.

[0020] 패터닝 디바이스는 투과형 또는 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, 교변 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.

[0021] 본 명세서에서 사용되는 "투영 시스템"이라는 용어는, 사용되는 노광 방사선에 대하여, 또는 진공의 사용과 같은 다른 인자들에 대하여 적절하다면, 굴절, 반사, 카타디옵트릭(cataadioptric), 자기, 전자기 및 정전기 광학 시스템, 또는 이의 여하한의 조합을 포함하는 여하한의 타입의 투영 시스템을 내포하는 것으로서 폭넓게 해석되어야 한다. 본 명세서의 "투영 렌즈"라는 용어의 어떠한 사용도 "투영 시스템"이라는 좀 더 일반적인 용어와 동의어로 간주될 수 있다.

[0022] 본 명세서에 도시된 바와 같이, 상기 장치는 예를 들어 반사 마스크를 채택하는 반사형으로 구성된다. 대안적으로, 상기 장치는 예를 들어 투과 마스크를 채택하는 투과형으로 구성될 수 있다.

[0023] 리소그래피 장치는 2 개(듀얼 스테이지) 이상의 기판 테이블 (및/또는 2 이상의 마스크 테이블)을 갖는 형태로 구성될 수 있다. 이러한 "다수 스테이지" 기계에서는 추가 테이블이 병행하여 사용될 수 있으며, 또는 1 이상의 테이블이 노광에 사용되고 있는 동안 1 이상의 다른 테이블에서는 준비작업 단계가 수행될 수 있다.

[0024] 도 1을 참조하면, 일루미네이터(IL)는 소스 모듈(SO)로부터 방사선을 수용한다. 상기 소스 모듈(SO) 및 일루미네이터(IL)는 방사선 시스템이라고도 칭해질 수 있다. 일반적으로, 상기 소스 모듈(SO)은 사용 시 방사선 방출 플라즈마를 제공하도록 구축되고 배치된 방사선 소스 및 컬렉터를 포함한다.

[0025] 상기 일루미네이터(IL)는 방사선 빔의 각도 세기 분포를 조정하도록 구성된 조정 디바이스(AD)(도 1에 도시되지 않음)를 포함할 수 있다. 일반적으로, 일루미네이터의 퓨필 평면 내의 세기 분포의 적어도 외반경 및/또는 내반경 크기(통상적으로, 각각 외측- σ 및 내측- σ 라 함)가 조정될 수 있다. 또한, 일루미네이터(IL)는 인터그레이터(IN)와 같은 다양한 다른 구성요소들을 포함할 수도 있다. 일루미네이터는 방사선 빔의 단면에 원하는 균일성(uniformity) 및 세기 분포를 갖기 위해 방사선 빔을 컨디셔닝하는데 사용될 수 있다.

[0026] 상기 방사선 빔(B)은 패터닝 디바이스 지지체(예를 들어, 마스크 테이블)(MT) 상에 유지되어 있는 패터닝 디바이스(예를 들어, 마스크)(MA) 상에 입사되며, 패터닝 디바이스에 의해 패터닝된다. 패터닝 디바이스(예를 들어, 마스크)(MA)에 의해 반사된 후, 상기 방사선 빔(B)은 투영 시스템(PL)을 통과하며, 이는 기판(W)의 타겟부(C) 상에 상기 빔을 포커스한다. 제 2 위치설정 디바이스(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 위치설정 디바이스(PM) 및 또 다른 위치 센서(IF1)(예를 들어, 간접계 디바이스, 리니어 인코더 또는 용량성 센서)는, 예를 들어 마스크 라이브러리(mask library)로부터의 기계적인 회수 후에, 또는 스캔하는 동안, 방사선 빔(B)의 경로에 대해 패터닝 디바이스(예를 들어, 마스크)(MA)를 정확히 위치시키는데 사용될 수 있다. 일반적으로, 패터닝 디바이스 지지체(예를 들어, 마스크 테이블)(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 위치설정 디바이스(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 위치설정 디바이스(PW)의 일부분을 형성한다. 스캐너와는 대조적으로, 스텝퍼의 경우, 패터닝 디바이스 패턴 지지체(예를 들어, 마스크 테이블)(MT)은 단-행정 액추에이터에만 연결되거나 고정될 수 있다. 패터닝 디바이스(예를 들어, 마스크)(MA) 및 기판(W)은 패터닝 디바이스 정렬 마크들(M1, M2) 및 기판 정렬 마크들(P1, P2)을 이용하여 정렬될 수 있다. 비록, 예시된 기판 정렬 마크들은 지정된(dedicated)

타겟부들을 차지하고 있지만, 이들은 타겟부들 사이의 공간들 내에 위치될 수도 있다. 이들은 스크라이브-레인 정렬 마크(scribe-lane alignment mark)들로 알려져 있다. 이와 유사하게, 패터닝 디바이스(예를 들어, 마스크)(MA) 상에 1 이상의 다이가 제공되는 상황들에서, 패터닝 디바이스 정렬 마크들은 다이들 사이에 위치될 수 있다.

[0027] 도시된 장치는 다음의 모드들 중 적어도 하나에서 사용될 수 있다:

1. 스텝 모드에서, 패터닝 디바이스 지지체(예를 들어, 마스크 테이블)(MT) 및 기판 테이블(WT)은 본질적으로 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. 스텝 모드에서, 노광 필드의 최대 크기는 단일 정적 노광시에 이미징되는 타겟부(C)의 크기를 제한한다.

2. 스캔 모드에서, 패터닝 디바이스 지지체(예를 들어, 마스크 테이블)(MT) 및 기판 테이블(WT)은 방사선 빔에 부여된 패턴이 타겟부(C) 상에 투영되는 동안에 동기적으로 스캐닝된다[즉, 단일 동적 노광(single dynamic exposure)]. 패터닝 디바이스 지지체(예를 들어, 마스크 테이블)(MT)에 대한 기판 테이블(WT)의 속도 및 방향은 투영 시스템(PL)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, 패터닝 디바이스 지지체(예를 들어, 마스크 테이블)(MT)은 프로그램 가능한 패터닝 디바이스를 유지하여 본질적으로 정지된 상태로 유지되며, 방사선 빔에 부여된 패턴이 타겟부(C) 상에 투영되는 동안, 기판 테이블(WT)이 이동되거나 스캐닝된다. 이 모드에서는, 일반적으로 펄스화된 방사선 소스(pulsed radiation source)가 채택되며, 프로그램 가능한 패터닝 디바이스는 기판 테이블(WT)의 매 이동 후, 또는 스캔 중에 계속되는 방사선 펄스 사이사이에 필요에 따라 업데이트된다. 이 작동 모드는 앞서 언급된 바와 같은 탑재의 프로그램 가능한 거울 어레이와 같은 프로그램 가능한 패터닝 디바이스를 이용하는 마스크없는 리소그래피(maskless lithography)에 용이하게 적용될 수 있다.

[0031] 또한, 상술된 사용 모드들의 조합 및/또는 변형, 또는 완전히 다른 사용 모드들이 채택될 수도 있다.

[0032] 도 2는 도 1을 참조하여 설명되고 도시된 일루미네이터(IL) 및 소스 모듈(SO)을 더 상세히 나타낸 개략도이다. 도 2는 2 개의 다면화된 광학 요소들(100 및 160)을 갖는 일루미네이터(IL)를 통과하는 방사선 빔의 빔 경로를 반사적 표현(reflective representation)으로 나타낸 것이다. 상기 빔 경로는 개략적으로 축 A로 표시된다. 상기 축 A는 컬렉터(CO)와 연계된 제 1 및 제 2 초점을 연결한다. 방사선 방출 플라즈마(105) - 이후, 방사선 소스 모듈(SO)의 방출 지점(105)이라고도 함 - 는 이상적으로 컬렉터의 제 1 초점에 배치된다. 방사선 소스 모듈(SO)의 방출 지점(105)으로부터 방출된 방사선은 컬렉터 거울(CO)에 의해 수집되며, 축 A를 중심으로 모이는 (centered) 수렴 광 다발(convergent light bundle)로 변환된다. 방출 지점(105)의 이미지는 이상적으로 제 2 초점에 위치되며; 이 공칭 위치(nominal position)의 이미지는 중간 포커스(IF)라고도 칭해진다. 제 1 광학 요소(100)는 제 1 래스터 요소 플레이트(raster element plate: 120) - 필드 패싯 거울(Field Facet Mirror) 프레임 또는 FFM 프레임이라고도 함 - 상에 배치된 필드 래스터 요소들(110)을 포함한다. 필드 래스터 요소들(110)은 (다면화된) 광학 표면 - 광학 표면(125) 또는 필드 패싯 거울 표면 또는 FFM 표면이라고도 함 - 을 효율적으로 구성한다. 필드 래스터 요소들(110)은 제 1 광학 요소(100) 상에 도달한 방사선 빔을 복수의 광 채널들로 분할하고, 제 2 광학 요소(160)의 대응하는 퓨필 래스터 요소들(150)에서 2차 광 소스들(130)을 생성한다. 퓨필 래스터 요소들은 (다면화된) 제 2 광학 표면 - 광학 표면(140) 또는 퓨필 패싯 거울 표면 또는 PFM 표면이라고도 함 - 을 효율적으로 구성한다. 제 2 광학 요소(160)의 퓨필 래스터 요소들(150)은 퓨필 래스터 요소 플레이트(170) - 퓨필 패싯 거울 프레임 또는 PFM 프레임이라고도 함 - 상에 배치된다. 2차 광 소스들(130)은 조명 시스템의 퓨필에 배치된다. 도 2에서 제 2 광학 요소(160) 하류에 도시되지 않은 광학 요소들은 일루미네이터(IL)의 출구 퓨필(도 2에 도시되지 않음) 상에 상기 퓨필을 이미징하는 역할을 할 수 있다. 투영 시스템의 입구 퓨필은 [소위 "쾰러 조명(Köhler illumination)"에 따라] 일루미네이터(IL)의 출구 퓨필과 일치한다. 반사 일루미네이터(IL)는 예를 들어 스침 입사 필드 거울(GM)과 같은 광학 요소들을 더 포함할 수 있으며, 이는 필드-이미징 및 필드-형상화를 위해 구축되고 배치된다.

[0033] 제 1 및 제 2 광학 요소들(100 및 160)의 래스터 요소들(110 및 150)은 각각 거울들로서 구축된다. 래스터 요소들(110 및 150)은 특정한 방위(예를 들어, 위치 및 경사 각도)를 갖고 래스터 요소 플레이트들(120 및 170)

상에 각각 배치된다. 필드 레스터 요소 플레이트(120) 상의 개별 필드 레스터 요소들(110)의 사전선택된 방위(예를 들어, 경사 각도)로, 퓨필 레스터 요소 플레이트(170) 상의 대응하는 퓨필 레스터 요소들(150)에 대해 필드 레스터 요소들(110) 내의 각각의 요소의 일-대-일 할당을 배정(fix)할 수 있다.

[0034] 마스크(MA)와 일치하는 대상을 평면(object plane)에서 조명의 비-균일성을 감소시키기 위해, 퓨필 레스터 요소들(150)에 대한 필드 레스터 요소들(110)의 할당은 도 2에서 라인들(180)로 나타낸 바와 같은 할당과 상이할 수 있다.

[0035] 도 3은 컬렉터(CO), 및 제 1 광학 요소(100)에 대한 이의 위치를 개략적으로 나타낸다. 방출 지점(105)으로부터 방출되고 컬렉터(CO)에 의해 제 1 광학 요소(100)를 향해 지향되는 방사선(200)이 도시된다. 컬렉터(CO)는 방사선(200)을 특정 방향으로 지향시키는 것이 바람직하다. 또한, 리소그래피 장치의 사용 동안에 상기 특정 방향이 일정하여, 방사선(200)이 지향되는 방향을 고려하도록 구성된 리소그래피 장치의 여하한의 요소가 의도된 바와 같이 기능할 수 있는 것이 바람직하다. 그러므로, 이전에 설명된 바와 같이, 방사선이 특정 방향으로 포커스되도록 컬렉터(CO) 및 일루미네이터(IL)[또는, 더 일반적으로 일루미네이터(IL)의 일부분]의 정렬 또는 재-정렬을 허용하는 장치 및 방법을 제공하는 것이 바람직하다. EUV 리소그래피 시스템의 양호한 광학 성능을 보장하기 위해, 방사선 방출 플라즈마(105)가 컬렉터(CO)에 대해 정확히 정렬되고, 소스 모듈(SO)이 일루미네이터(IL)에 정확히 정렬되는 것이 바람직하다. 본 발명의 일 실시예에 따르면, 도 4에 개략적으로 예시된 바와 같이, 검출기 시스템(301) - 이후, 간단히 "검출기"라고도 칭함 - 이 제공되며, 이는 정렬기 또는 정렬 시스템(300)의 일부분이고, 이는 컬렉터(CO)에 대한 방사선 방출 플라즈마(105)의 위치, 및 일루미네이터(IL)에 대한 소스 모듈(SO)의 위치 및 방위를 검출하고 측정하도록 구성된다. (플라즈마, 컬렉터 및 소스 모듈과 같은 요소의 위치 및/또는 방위를 변화시키는 것을 포함하는) 정렬 작업(alignment action)은 앞서 언급된 측정된 위치(들) 또는 방위(들) 또는 이의 조합에 기초할 수 있다. 도 4에서, Z-방향은 축 A에 평행한 것으로 정의된다(도 2 참조). 중간 포커스(IF)는 X, Y, Z-좌표계의 원점이다. 컬렉터(CO)에 대한 방사선 방출 플라즈마(105)의 위치는 각각 X, Y 및 Z 축에 평행한 병진(translation)과 연계된 3 개의 독립적인 병진 자유도들을 갖는다. 화살표 420으로 나타낸 액추에이터는 플라즈마 소스 지점(105)에 X, Y 및 Z 축을 따른 위치 변화들을 적용하도록 구축되고 배치된다. 일루미네이터에 대한 소스 모듈의 위치는 마찬가지로 각각 X, Y 및 Z 축에 평행한 3 개의 독립적인 병진 자유도들을 포함하는 적어도 5 개의 자유도들을 갖는다. 또한, 소스 모듈(SO)은, Rx 및 Ry로 표시되고 각각 X 축 및 Y 축을 중심으로 한 회전과 연계된 적어도 2 개의 독립적인 회전 자유도들을 갖는다. 화살표 430으로 표시된 액추에이터는 소스 모듈(SO)에 X, Y 및 Z 축을 따른 위치 변화들 및 회전들(Rx, Ry)을 적용하도록 구축되고 배치된다.

[0036] 따라서, 회전 자유도(Rx, Ry)는 중간 포커스(IF)를 중심으로 일루미네이터에 대한 소스 모듈의 회전을 허용한다.

[0037] 컬렉터에 대한 플라즈마의 위치는 액추에이터 420을 이용하여 X, Y 및 Z 방향들로 제어될 수 있다. 또한, 일루미네이터에 대한 소스 모듈(방사선 방출 플라즈마를 제공하는 방사선 소스를 포함함)의 위치는 액추에이터 430을 이용하여 X, Y 및 Z 방향들로 제어될 수 있으며, 소스 모듈의 방위는 회전 자유도(Rx, Ry, Rz)(여기서, Rz는 Z-축을 중심으로 한 회전임)로 더욱 제어될 수 있다. 액추에이터들 420 및 430은 원하는 위치설정을 수행하기 위해 사용될 수 있다. 상기 액추에이터들 420 및 430은 정렬 시스템(300)으로부터 피드백 신호를 수신할 수 있다.

[0038] 일 실시예에서, 정렬 시스템(300)은 8-자유도 측정 시스템을 포함한다. 검출기 시스템(301)은 컬렉터에 대해 3-자유도(X, Y, Z)로 플라즈마 위치를 측정하고, 일루미네이터에 대해 소스 모듈 위치를 5-자유도(X, Y, Z, Ry, Rx)로 측정하도록 구성된다. Z-축을 중심으로 한 회전은 검출기에 의해 측정될 수 없다.

[0039] 모든 자유도들은 [컬렉터(CO)의 제 2 초점, 즉 플라즈마(105)의 이미지의 공칭 위치와 일치하는] 중간 포커스(IF)에 대해 정의된다. 상기 중간 포커스(IF)는 X, Y, Z-좌표계의 원점이다. 따라서, 회전 자유도(Rx, Ry)는 중간 포커스(IF)를 중심으로 일루미네이터(IL)에 대한 소스 모듈(SO)의 회전으로서 정의된다. 방사선 방출 플라즈마(105)의 이동 자유도는 컬렉터(CO)의 제 1 초점에 대해 정의된다.

[0040] 도 4를 참조하면, 이 도면은 본 발명의 일 실시예에 따른 검출기 시스템(301), 소스 모듈(SO) 및 일루미네이터(IL)를 포함하는 정렬 시스템(300)의 개략도이다. 도 4에 도시된 바와 같이, 소스 모듈(SO)은 일루미네이터(IL)의 광학 표면들(S1, S2)을 조명한다. 소스 모듈(SO)은 컬렉터 거울(CO)의 제 1 초점에 위치된 플라즈마 소스 방출 지점(105)을 포함한다. 컬렉터 거울(CO)은 타원 형상을 가질 수 있다. 소스 모듈(SO)의 제 2 초점은 중간 포커스(IF)에 해당한다. 광학 표면들(S1, S2)은 중간 포커스(IF) 하류의 일 위치에 장착된다.

- [0041] 정렬 시스템(300)은 - 경사 및 위치 정렬을 측정하기 위한 일루미네이터(IL)의 제 1 광학 표면(S1) 상의 복수의 에지 센서들, 및 위치 정렬만을 측정하기 위한 제 2 광학 표면(S2) 상의 복수의 위치 센서들을 포함하는 - 검출기(301)를 포함한다. 이러한 방식으로, 경사 및 위치 정렬 정보를 얻을 수 있다.
- [0042] 도 4에 도시된 바와 같이, 정렬 시스템(300)의 검출기(301)는 2 개의 브랜치들(305, 310)로 구성된다. 상기 검출기는 일루미네이터(IL)의 제 1 표면(S1)에 장착된 복수의 제 1 센서들(315a 및 315b)을 포함하는 제 1 브랜치(305)를 포함하고, 상기 복수의 제 1 센서들(315a 및 315b)은 컬렉터(CO)에 대해 방사선 방출 플라즈마(105)의 위치를 결정하도록 구성된다. 제 1 브랜치(305)의 복수의 제 1 센서들(315a 및 315b)은 제 1 광학 표면(S1)에서 원거리의 내측 및 외측 에지를 샘플링하는 6 개의 에지 검출기들(1-차원 위치 감지 디바이스)을 포함한다. 에지 검출기로서, 1-차원 위치 감지 디바이스(1D PSD)가 사용될 수 있다. 이러한 디바이스는 하나의 방향을 따라 입사 방사선 세기 변화의 위치를 감지한다.
- [0043] 이 실시예에서, 제 1 광학 표면(S1)은 필드 패싯 거울 표면(125)이며, 이는 FFM 프레임(120) 및 복수의 패싯 거울들(110)을 포함한다. 하지만, 표면 S1이 반드시 FFM 표면일 필요는 없으며, 제 1 브랜치 검출기(315a 및 315b)의 적절한 기능에 충분한 조건은 표면 S1이 중간 포커스(IF)에 대해 프라운호퍼 회절 원거리(Fraunhofer diffraction far-field)에 배치되는 것이다. 방사선 방출 플라즈마에 의해 또는 상기 플라즈마의 위치에 제공된 대안적인 방사선 소스에 의해 제공되는 바와 같은, 제 1 광학 표면(S1)에서의 광 스폿(light spot)은, 컬렉터 거울(CO)이 내측 직경(410a) 및 외측 직경(410b)을 포함하는 고리형 형상을 갖는다는 사실로 인해 내측 및 외측 에지를 갖는다. 제 1 브랜치(305)는 S1 상의 광 스폿의 내측 에지에 위치된 3 개의 에지 검출기들, 및 그 외측 에지에 위치된 3 개의 검출기들을 갖는다. 상기 내측 에지는 내측 명암(bright-dark) 방사선 세기 변화이고, 상기 외측 에지는 외측 명암 방사선 세기 변화이다. 도 4는 내측 에지 검출기(315a) 및 외측 에지 검출기(315b)를 나타낸다. 제 1 광학 표면(S1)은 정확하게 중심으로 모일 수 있는 넓은 광 스폿(고리형 섹션들을 가짐)에 의해 조명된다. 이러한 방식으로, 방출 지점(105)은 컬렉터(CO)에 대해 위치 정렬될 수 있으며, 소스 모듈(SO)은 일루미네이터(IL)에 대해 경사 정렬될 수 있다.
- [0044] 제 2 브랜치(310)는 일루미네이터의 제 2 표면(S2)에 장착된 복수의 제 2 센서들을 포함한다. 이 실시예에서, 제 2 광학 표면(S2)은 도 2의 PFM 표면(140)에 해당한다. 제 2 센서들은 일루미네이터(IL)에 대해 소스 모듈(SO)의 위치를 결정하도록 구성된다. 제 2 센서들은 중간 포커스(IF)에서 광 스폿의 위치를 측정하도록 배치된 2-차원 위치 감지 디바이스들(2D PSD)이다. 이렇게 하기 위해, FFM 프레임 또는 표면 S1에는 2D PSD(325)를 상에서 중간 포커스(IF)에 존재하는 광 스폿을 이미징하는 3 개의 거울들(320)이 제공된다. 도 4는 2D PSD(325)들 상에서 중간 포커스에 광 스폿을 이미징하는 거울들(320) 중 하나를 개략적으로 나타낸다. 간명함을 위해, 상기 거울(320)은 도 4에서 렌즈로서 도시되며; 반사 시스템에서 이는 도 2에 나타낸 바와 같은 필드 래스터 요소(110)와 같이 구현될 수 있다. 2D PSD들은 제 2 광학 표면(S2) 상에 위치된다. 제 2 광학 표면(S2)은 PFM 표면이다. 일 실시예에서는 3 개의 2D PSD들이 사용된다. 각각의 2D PSD는 두 방향들(예를 들어, X 및 Y 방향)을 따라 덜 밝거나 또는 실질적으로 어두운 배경에서 밝은 스폿의 위치를 감지한다. 3 개의 센서들이 상이한 각도들로부터 중간 포커스(IF)에서 방사선 방출 플라즈마(105)의 이미지를 검출하는데 사용됨에 따라, 플라즈마-Z 및 강성(rigid)-Z 위치들뿐만 아니라, [일루미네이터(IL)에 대한] X-Y-Z로의 소스 모듈 위치, 및 [컬렉터(CO)에 대한] X 및 Y로의 플라즈마 위치를 결정할 수 있다.
- [0045] 도 4의 정렬 시스템(300)은 (컬렉터에 대한) X-Y-Z로의 플라즈마 위치, (일루미네이터에 대한) 소스 모듈의 Z-위치, (일루미네이터에 대한) 소스 모듈의 X 및 Y로의 조합된 경사 및 위치의 측정을 허용하는 이중(dual) 에지 검출 시스템을 포함한다. 도 4에 예시된 바와 같은 거울-PSD 쌍을 포함하고 거울(320) 및 검출기(325)로 구성된 거울-PSD 시스템(310)(제 2 브랜치), 및 검출기들(315a 및 315b)을 포함하는 에지 검출 시스템(305)(제 1 브랜치)은 모든 관심(of interest) 정렬 파라미터들: X, Y, Z-축을 따른 컬렉터(CO)에 대한 플라즈마 위치, 및 일루미네이터(IL)에 대해 X- 및 Y-축을 중심으로 한 경사(Rx, Ry) 및 X, Y, Z-축을 따른 소스 모듈 위치를 함께 전달한다.
- [0046] 이제, 이중 에지 검출 방법의 제 1 브랜치(305)의 작동 원리가 설명될 것이다.
- [0047] 소스 모듈(SO)이 일루미네이터 모듈(IL)에 대해 축 A에 대한 측면방향으로 이동할 때, 외측 및 내측 에지 위치들은 이에 대응하여(in unison)(1:1) 함께 이동한다. 하지만, IF를 중심으로 한 1 mrad 회전 또는 1 mm 병진 중 어느 하나에 의해 1 mm 시프트(shift)가 유발될 수 있다. 이는 에지 검출 브랜치(305) 또는 제 1 브랜치가 X, Y 방향으로만 치중된(lumped) 자유도: X + Ry 및 Y + Rx를 측정할 수 있음을 의미한다.
- [0048] 제 1 브랜치(305)의 에지 검출 시스템의 내측 및 외측 에지 판독들로부터 도출가능한 내측 및 외측 원의 반경은

방출 지점 Z-위치 및 소스 모듈 Z-위치의 결정을 허용한다. 이후, 일루미네이터(IL)에 대한 소스 모듈(SO)의 이동은 강성 이동이라고 칭해질 수 있으며, 컬렉터에 대한 방출 지점(105)의 이동은 플라즈마 이동이라고 칭해질 수 있다. 이와 유사하게, Z-축을 따른 이러한 이동들은 각각 강성-Z 이동 및 플라즈마-Z 이동이라고 칭해질 수 있다. 특히, 예를 들어 dZ_r 은 강성-Z 이동을 지칭한다. 거리 dZ_r 상에서 세로 방향(longitudinal direction)(Z-방향)을 따라 소스 모듈(SO)을 이동하는 것은, 각각 광 스폿의 외측 또는 내측 에지의 개구수 NA_{outer} 또는 NA_{inner} 및 Z-시프트 dZ_r 에 둘 다 비례하는, 표면 S1에서의 원거리 광 스폿 외측 및 내측 반경들의 반경의 변화 dS_{outer} 및 dS_{inner} 를 유도한다. 이 비례는 다음과 같다: $dS_{outer} = NA_{outer} * dZ_r$, 또한 $dS_{inner} = NA_{inner} * dZ_r$. 여기서, NA_{outer} 는 예를 들어 0.16이고, NA_{inner} 는 0.03이다:

[0049] $dS_{outer} = 0.16 * dZ_r, \quad (2a)$

[0050] $dS_{inner} = 0.03 * dZ_r. \quad (2b)$

[0051] Z-방향을 따른 플라즈마-Z 이동 dZ_p 는 개구수 NA_{outer} 및 NA_{inner} , dZ_p , 및 중간 포커스(IF)에서 방출 지점(105)의 이미지의 dZ 와 이에 대응하는 이동 dZ_{IF} 사이의 세로 배율(longitudinal magnification)에 비례하는 반경 변화 dS_{outer} 및 dS_{inner} 를 유도한다. 외측 에지 영역에서 끝나는 광선들은 내측 에지 광선들과 달리 플라즈마로부터 다른 각도 영역에서 나온다. 플라즈마의 Z 이동은 외측 에지 광선에 대해서보다는 내측 에지 광선들에 대해 상이하게 확대된다. 강성-Z 이동 및 플라즈마-Z 이동의 효과들은 각각 도 5a 및 도 5b에 나타나 있다. 외측 및 내측 에지 광선들에 대한 세로 배율의 차이는 플라즈마-Z 및 강성-Z 정렬의 독립적인 결정에 관련된다. 외측 및 내측 에지 광선들에 대한 세로 배율들 M_{outer} 및 M_{inner} 의 도출(derivation)은 아래에 설명될 것이다.

[0052] 이중 에지 브랜치(305)를 사용하여 Z 축을 따라 위치들을 측정하는 원리는 외측 및 내측 에지 광선들에 대한 세로 배율의 개념에 기초함을 이해한다. M_{outer} 및 M_{inner} 는 각각 외측 및 내측 에지 광선들에 대한 세로 배율이다. 방정식 (2b)는 내측 에지에서의 효과와 같이 강성-Z 이동 dZ_r 과 원거리 배율 사이에 비교적 약한 연계성(link)이 존재함을 나타내며; NA_{inner} 의 값은 비교적 작다. 그러므로, 강성 Z-이동은 외측 에지 검출기들(315b)에서만 쉽게 검출가능하다. 도 5a, 도 5b 및 도 5c는 일루미네이터(IL)에 대한 소스 모듈(SO) 또는 컬렉터(CO)에 대한 방사선 방출 플라즈마(105)의 이동 이전 및 이후에, 사용 시 표면 S1에 또는 이 부근에 존재할 수 있는 바와 같은 수 개의 원거리 세기 분포들을 개략적으로 나타낸다. 수평 및 수직 축들을 따라 X 및 Y 좌표가 mm 단위로 플롯(plot)된다. 도 5a는 일루미네이터(IL)에 대한 소스 모듈(SO)의 (Z-축을 따른) 축방향 이동의 효과를 나타낸다. 도 5b 및 도 5c는 각각 컬렉터(CO)에 관련된 방사선 방출 플라즈마(105)의 축방향 및 측면방향 이동들의 효과들을 나타낸다. 도 5a는 일루미네이터(IL)에 대한 소스 모듈(SO)의 60 mm 축방향 이동의 효과를 나타낸다. 변화 dS_{outer} 는 변화 dS_{inner} 보다 실질적으로 크다. 하지만, 플라즈마-Z 이동을 고려하면, 세로 배율 M_{inner} 는 내측 에지 광선들에 대해 비교적 크다. 이는 내측 에지에서 NA_{inner} 의 비교적 작은 값을 보상한다. 예를 들어, NA_{outer} 및 NA_{inner} 의 앞서 언급된 값들을 이용하면, M_{outer} 및 M_{inner} 의 값들은 다음과 같이 된다:

[0053] $dS_{outer} = NA_{outer} * M_{outer} * dZ_p = 9 * dZ_p, \quad (3a)$

[0054] $dS_{inner} = NA_{inner} * M_{inner} * dZ_p = 5 * dZ_p. \quad (3b)$

[0055] 따라서, 플라즈마-Z 이동들은 이를 자체를 훨씬 더 많은 균등 배율(equalized magnification)로서 나타나고 (manifest); 외측 에지 변화 dS_{outer} 는 내측 에지 변화 dS_{inner} 보다 1.8 배만 더 확대된다. 이는 도 5b에 나타나 있다. 도 5a 및 도 5b의 비교는 플라즈마-Z 이동에 의해 강성-Z 이동들을 완전히 보상하거나, 이와 반대로 완전히 보상하는 것이 가능하지 않을 수 있음을 나타낸다. 도 5a는 + 60 mm 강성-Z 변위의 효과를 나타내고, 도 5b는 +1 mm 플라즈마-Z 변위의 효과를 나타낸다.

[0056] 플라즈마-X 및 -Y 이동은 이중 에지 브랜치(305)에 의해 측정될 수 있다. 강성-X, -Y, -Rx 및 -Ry 이동들이 내측 및 외측 에지들의 동일한 시프트들을 유도함에 따라, 플라즈마-X 및 -Y 이동은 외측 에지에 대해 내측 에지 중심의 상대 시프트를 유도한다. 상기 효과는 도 5c에 나타나 있으며, 이는 0.5 mm 플라즈마-X 및 -Y 이동의 영향을 나타낸다. 알 수 있는 바와 같이, 플라즈마 이탈은 그 자체가 외측 에지에 대해 내측 에지의 매우 강한 탈중심화(decentering)로서 나타난다.

- [0057] 에지들의 중심들은 내측 에지 및 외측 에지 광선들 간의 배율의 강한 변동으로 인해 [이 경우, 횡방향으로(transversal)] 서로에 대해 이동한다. 결론적으로, 이중 에지 검출 브랜치는 치중된(lumped) 강성-X 및 -Y 이동들 및 강성-Ry 및 -Rx 회전 이동들을 결정하고, 내측 에지 및 외측 에지 광선들 간의 강한 배율 변동 효과로 인해 플라즈마-X, -Y 및 -Z 이동들을 제공할 수 있다.
- [0058] 이제, 도 4를 참조하여 (컬렉터에 대한) X 및 Y로의 플라즈마 위치 및 (일루미네이터에 대한) X, Y 및 Z로의 소스 모듈 위치의 측정들이 설명될 것이며, 여기서 광학 표면 S1은 FFM 표면(125)이다(도 2 참조).
- [0059] 제 1 브랜치(305)의 에지 검출기들(315a 및 315b)은 강성 측면방향 이동들과 강성 회전 이동들을 구별할 수 없다; 더 구체적으로, 이 검출기들은 강성-X 및 -Y 이동, 그리고 강성-Rx 및 -Ry 이동들을 구별할 수 없다. 그러므로, 강성-Rx 및 Ry 이동들 또는 강성-X 및 -Y 이동들 중 어느 하나만을 측정하는 추가 브랜치(310)를 갖는 것이 바람직하다. 후자는 단순한 직감 해결(intuitive solution)을 허용한다. 이 측정 브랜치 또는 제 2 브랜치(310)는 2D PSD 센서들(325)의 검출기 표면들 상으로 중간 포커스(IF)를 이미징한다. 이 제 2 브랜치(310)는 IF 이미징 브랜치라고도 칭해질 수 있다.
- [0060] 도 4에 나타낸 바와 같이, 검출기(301)의 제 1 표면(S1)은 PFM 프레임 또는 제 2 표면(S2) 상에 배치된 2D PSD(325)들 상으로 중간 포커스(IF)를 이미징하는 복수의 거울들(320)을 포함한다. 이러한 방식으로, 중간 포커스(IF)에서 광 분포의 X 및 Y 위치를 결정할 수 있으며, 이는 (컬렉터에 대한) 플라즈마-X 및 -Y 위치설정 및 강성-X 및 -Y 위치설정에 의해 결정된다. 중간 포커스(IF)를 중심으로 한 소스 모듈(SO)의 회전은 검출되지 않을 것이며, 이는 거울(320)을 가로지르는(traversing) 광선의 경로가 이러한 회전 하에서 변화하지 않기 때문이다. 그 결과로, 제 2 브랜치(310)를 이용함으로써, 강성-X 및 -Y 이동들, 강성-Ry 및 -Rx 이동들을 분리시킬 수 있다. 강성 X 및 Y 자유도에 따라 제 2 브랜치(310)를 이용하여 변위들의 측정을 수행하기 위해서는, 단지 하나의 거울-PSD 쌍의 사용이 충분할 수 있다. 여기서, 거울-PSD 쌍은 거울 및 PSD로 구성된 쌍이며, 이 위로 상기 거울은 중간 포커스(IF)의 이미지를 투영한다. 또한, 적어도 하나의 추가 거울 및 PSD 쌍이 사용될 때, 플라즈마-X 및 -Y 위치들이 결정될 수 있으며, 이 경우 도 6에 나타낸 바와 같이 상기 2 개의 쌍들은 수직으로 방위설정되는 것이 바람직하다. 도 6은 거울 320a 및 2D PSD 325a, 및 거울 320b 및 2D PSD 325b로 각각 구성된 이러한 2 개의 거울-PSD 쌍들을 나타낸다. 도 6에 나타낸 바와 같은 검출기들의 구성은 플라즈마-X 및 -Y 변위들을 측정하는 대안적인 방식을 가능하게 한다.
- [0061] 플라즈마의 시상 및 자오면 배율들이 주변 광선(marginal ray)(예를 들어, 원거리의 외측 에지에 가까운 원거리 를 가로지르는 광선, 여기에 필드 패싯 거울들이 위치됨)에 대해 상이하다는 사실을 이용함으로써, 강성-X 및 -Y 이동들로부터 플라즈마-X 및 -Y 이동들을 분리시킬 수 있다.
- [0062] 시상 및 자오면 배율들 간의 차이는 도 7에 나타나 있다. 도 7은 평평한 거울(710)을 나타낸다. 도 7에 나타낸 바와 같이, Y 방향으로의 플라즈마 이동 dY_p 는 각도 θ 의 코사인에 의해 확대된다: $dY_p' = dY_p * \cos(\theta)$. 이 코사인 팩터(cosine factor)는 상기 이동이 입사하는 광선과 반사되는 광선에 의해 정의된 평면 내에 놓일 때에만 적용가능하다. 이러한 경우, 상기 이동은 자오면 평면 및 이와 연계된 배율(소위, 자오면 배율) 내에 있다(이 경우, 코사인 θ). 극단적으로 광선 각도가 90° 인 경우에, 상기 이동은 광선에 평행하며, 따라서 배율은 0이 된다; 이는 코사인 90° 인 사실에 의해 예측된다.
- [0063] 시상 이동은 X 방향으로; 예를 들어, 자오면 평면에 수직으로 상기 이동에 대한 배율 변화들을 설명한다. 연계된 배율은 시상 배율이라고 칭해진다. 도 7을 참조하면, 그리고 상기 이동이 안쪽 방향(X-방향)으로 진행한다고 가정하면, 관념 스크린(notional screen: 720)에서의 이동 또한 X 방향으로 진행할 것이며, 배율은 광선 각도 θ 에 무관하게 1일 것이다.
- [0064] 소스 컬렉터(CO)가 플라즈마에 의해 방출된 방사선에 대해 약 5 Sr의 허용 입체 각도(acceptance solid angle)를 갖기 때문에, 플라즈마 이동들의 자오면 및 시상 배율 간의 차이는 축-상에서의(on-axis) 광선에 대한 자오면 및 시상 배율 간의 차이에 비해 주변 광선에 대해 비교적 크다.
- [0065] 원거리 에지의 반경 변위는 플라즈마 변위 및 자오면 배율에 비례한다. 자오면 배율은 플라즈마 이동의 반경 배율만을 결정한다. 이 자오면 배율이 내측 및 외측 에지들 사이에서 실질적으로 변동하기 때문에, 이를 이용하면, 도 4에 나타낸 바와 같은 강성 이동과 플라즈마 이동을 구별할 수 있다.
- [0066] 주변 광선에 대해서는, 시상 및 자오면 배율들이 상당히 상이할 수 있다. 직교 방위설정된 거울-PSD 쌍들에서 플라즈마 이미지의 위치를 측정하는 것은 플라즈마 이동을 계산하는 것을 허용한다. 플라즈마 이동이 특정 거

율-PSD 쌍에 대해 시상 이동인 경우, 이는 다른 거울-PSD 쌍에 대해 자오면 이동을 나타내는데, 이는 PSD들이 2개의 직교 평면들을 따라 상기 이동을 보기 때문이다.

[0067] 2 개의 센서들이 동일한 이미지 시프트를 검출하지 않은 경우, 이는 플라즈마가 이동했음을 나타낸다. 알려진 배율들을 이용하여, 플라즈마 이동[방향 및 크기]을 계산할 수 있다. 이 원리는 도 8a 및 도 8b에 나타나 있으며, 이는 하나의 거울-PSD 쌍이 Y,Z-평면 내에 놓이고, 다른 거울-PSD 쌍이 X,Z-평면 내에 놓인다고 가정한다. 여하한의 다른 직교 방위에 대해, 시상 및 자오면 이동들로 유사한 분해(decomposition)가 행해질 수 있음을 이해할 것이다. 도 6을 참조하면, 거울 320a(단순히 간명함을 위해 개략적으로 렌즈로 도시됨) 및 2D PSD 325a는 Y,Z-평면에 놓인 거울-PSD를 함께 형성하며, 이와 유사하게 거울 320b-2D PSD 325b 쌍은 X,Z-평면에 놓인 거울-PSD 쌍을 함께 형성한다. 2D PSD 325a는 Y-센서라고 칭해지며, 2D PSD 325b는 X-센서라고 칭해진다. 도 6 이외에도, 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따라 강성 및 플라즈마 이동들을 분리하기 위해 2 개의 직교 센서-거울 쌍들을 이용하는 검출 방식을 개략적으로 나타낸다.

[0068] 도 8a에서 양방향 화살표들은 플라즈마 이동들의 결과로서 Y- 및 X-센서 상의 방출 지점(105)의 이미지의 변위들(811 및 812)을 나타낸다. 2D PSD들 상에서 중간 포커스(IF)에서의 광 스포트의 이미지들이 도 8에서 원들로서 나타나 있다. 양방향 화살표들 중 하나의 끝점은 플라즈마 이동 이전에 광 스포트들에 중심 잡힌다; 대응하는 광 스포트들은 도시되어 있지 않다. 상기 변위들은 도 8a에서 화살표들(811 및 812)로 나타나 있으며, 상기 화살표들(811 및 812)의 상대 길이에 의해 변위들의 상대 크기가 나타난다. 상기 변위들은 상이한 크기를 가지며, 변위 811은 변위 812보다 더 크다. 플라즈마-X 및 -Y 이동들의 효과는 이미지 변위들의 그룹들(821 및 822)에 각각 나타나 있다. 이와 유사하게, 강성-X 및 -Y 이동들의 효과는 이미지 변위들의 그룹들(823 및 824)에 각각 나타나 있다. 특히, 플라즈마-X 이동은 Y-센서(325a) 상에서 변위 811을 유도하고, X-센서(325b) 상에서 변위 812를 유도한다. 이와 대조적으로, 도 8b는 강성 이동들, 즉 일루미네이터에 대한 소스 모듈의 이동들의 결과로서 Y- 및 X-센서 상에서 방출 지점(105)의 이미지의 변위(813)를 나타낸다. 상기 변위들은 도 8b에서 화살표들(813)로 표시되며, 각각 동일한 크기를 갖는다. 특히, 강성-X 이동은 Y-센서 및 X-센서 상에서 동일한 X-변위(813)를 유도하며, 이와 유사하게 강성-Y 이동은 Y-센서 및 X-센서 상에서 동일한 Y-변위(813)를 나타낸다.

[0069] 도 8a에 나타낸 바와 같은 이미지 변위들의 조합은 플라즈마 이동을 나타낸다. 이 예시에서, 변위 812를 결정하는 배율은 1이었고, 변위 811을 결정하는 배율은 6.2였다. 대응하는 플라즈마 이동(방향 및 크기)은 이러한 시스템 특성 배율들 및 측정된 변위들 811 및 812를 이용하여 계산될 수 있다.

[0070] 이와 유사하게, 도 8b에 나타낸 바와 같은 이미지 변위들의 조합은 강성 이동을 나타낸다. 이 예시에서, 변위 813을 결정하는 배율은 1이었고, 대응하는 강성 이동(방향 및 크기)은 이 시스템 특성 배율 및 측정된 변위들 813을 이용하여 계산될 수 있다. 따라서, 2 개의 직교 평면들 각각에 배치된 2 개의 거울-PSD 쌍을 이용하는 것은, 강성 및 플라즈마 이동들을 분리시킬 수 있게 하고, 이러한 강성 및 플라즈마 이동들의 크기 및 방향을 계산할 수 있게 한다.

[0071] 예시 1: Y-센서 상에서, 10 mm의 Y-변위가 측정되고, 10 mm의 X-변위가 측정된다. 또한, X-센서 상에서, 10 mm X- 및 Y-변위들이 측정된다. 결론: X 및 Y 센서들 사이에서 관찰된 변동이 존재하지 않기 때문에, 10 mm 강성-X 및 -Y 이동은 관찰된 움직임(behavior)의 원인이다.

[0072] 예시 2: Y-센서 상에서, 1 mm의 Y-변위가 측정되고, 10 mm의 X-변위가 측정된다. X-센서 상에서, 1.6 mm X- 및 1 mm Y-변위들이 측정된다. 결론: 1 mm 강성-Y 및 1.6 mm 플라즈마-X 이동은 관찰된 움직임의 원인이다. X-플라즈마 이동은 X-센서 상에서보다 Y-센서 상에서 더 큰 시프트를 유도한다. 이는 Y-센서에 대해 X-이동이 시상 이동이고(큰 배율 인자), X-센서에 대해 X-이동이 자오면 이동(작은 배율 인자)인 사실에 의해 유도된다.

[0073] 플라즈마-X 및 -Y 결정의 예지 검출 방법은, 2D-PSD 방법에 대해 강성 이동으로부터 분리된 플라즈마 이동의 식별이, 컬렉터가 주변 광선에 대해 매우 상이한 시상 및 자오면 배율들을 갖는다는 사실에 의존하는 한편, 컬렉터가 온-액시스(on-axis)와 주변 광선 사이에서 자오면 배율의 큰 차이를 나타낸다는 사실을 이용한다.

[0074] 지금까지 설명된 검출기들 및 방사선 소스들은 컬렉터가 일루미네이터에 대해 정렬되어야 하는 일루미네이터의 일부분과 고정된 위치 관계에 있는 것으로 설명되었다. 검출기들 및/또는 방사선 소스들은 일루미네이터 또는 일루미네이터의 일부분 내에 위치될 수 있으며, 및/또는 이에 부착될 수 있다.

[0075] 앞서 설명된 실시예들은 조합될 수 있다. 상기의 실시예들에서, 설명된 컬렉터는 예를 들어 오목한 반사 거울에 의해 형성된다. 또한, 컬렉터의 일 영역에 방사선을 지향시키기 위해 추가 방사선 소스가 사용되고, 이후 이 영역으로부터 반사된 방사선의 변화들을 검출하기 위해 검출기가 사용되는 실시예들에서, 컬렉터는 예를 들

어 스침 입사 컬렉터일 수도 있다. 상기 영역은 스침 입사 컬렉터의 구성부의 일부분일 수 있거나, 상기 구성부에 부착될 수 있다. 예를 들어, 추가 검출기들을 이용함으로써, 추가적인 및/또는 더 정확한 위치 및/또는 방위 정보가 얻어질 수 있다.

[0076] 일부미네이터에 대한 컬렉터의 정렬은 여하한의 적절한 시간에 수행될 수 있다. 예를 들어, 일 실시예에서는 리소그래피 장치의 일부분 또는 모두에 대해 수행된 캘리브레이션 루틴(calibration routine) 동안에 정렬이 수행될 수 있다. 리소그래피 장치가 기판에 패턴을 적용하는데 사용되지 않을 때에 정렬이 수행될 수 있다. 리소그래피 장치가 처음 작동될 때 또는 장시간의 휴지(prolonged inactivity) 주기 이후에 정렬이 수행될 수 있다. 예를 들어, 일부미네이터 또는 컬렉터의 일부분이 (예를 들어, 유지보수 루틴 등등 동안에) 교체되거나 제거될 때 정렬이 수행될 수 있다. 일 실시예에서, 조명 시스템의 일부분 및 컬렉터를 정렬하는 방법은: 컬렉터에 제공된 영역으로부터 지향된 방사선을 검출하는 단계; 상기 검출로부터, 컬렉터가 조명 시스템의 일부분과 정렬되는지를 결정하는 단계; 및 컬렉터가 조명 시스템의 일부분과 정렬되지 않은 경우, 일부미네이터의 일부분 또는 컬렉터를 이동시키는 단계를 포함할 수 있다. 상기 일부미네이터의 일부분 또는 컬렉터를 이동시키는 단계 이후에, 상기 방법은 반복될 수 있다.

[0077] 본 명세서에서는, IC 제조에 있어서 리소그래피 장치의 특정 사용예에 대하여 언급되지만, 본 명세서에 서술된 리소그래피 장치는 집적 광학 시스템, 자기 도메인 메모리용 안내 및 검출 패턴, 평판 디스플레이(flat-panel display), 액정 디스플레이(LCD), 박막 자기 헤드 등의 제조와 같이 다른 적용예들을 가질 수도 있음을 이해하여야 한다. 이러한 대안적인 적용예와 관련하여, 본 명세서의 "웨이퍼" 또는 "다이"라는 용어의 어떠한 사용도 각각 "기판" 또는 "타겟부"라는 좀 더 일반적인 용어와 동의어로 간주될 수도 있음을 이해하여야 한다. 본 명세서에서 언급되는 기판은 노광 전후에, 예를 들어 트랙(전형적으로, 기판에 레지스트 층을 도포하고 노광된 레지스트를 현상하는 틀), 메트롤로지 틀 및/또는 검사 틀에서 처리될 수 있다. 적용가능하다면, 이러한 기판 처리 틀과 다른 기판 처리 틀에 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 칭할 수도 있다.

[0078] 이상, 광학 리소그래피와 관련하여 본 발명의 실시예들의 특정 사용예를 언급하였지만, 본 발명은 다른 적용예들, 예를 들어 임프린트 리소그래피에 사용될 수 있으며, 본 명세서가 허용한다면 광학 리소그래피로 제한되지 않는다는 것을 이해할 것이다. 임프린트 리소그래피에서, 패터닝 디바이스 내의 토포그래피(topography)는 기판 상에 생성된 패턴을 정의한다. 패터닝 디바이스의 토포그래피는 전자기 방사선, 열, 압력 또는 그 조합을 인가함으로써 레지스트가 경화되는 기판에 공급된 레지스트 층으로 가압될 수 있다. 패터닝 디바이스는 레지스트가 경화된 후에 그 안에 패턴을 남기는 레지스트로부터 이동된다.

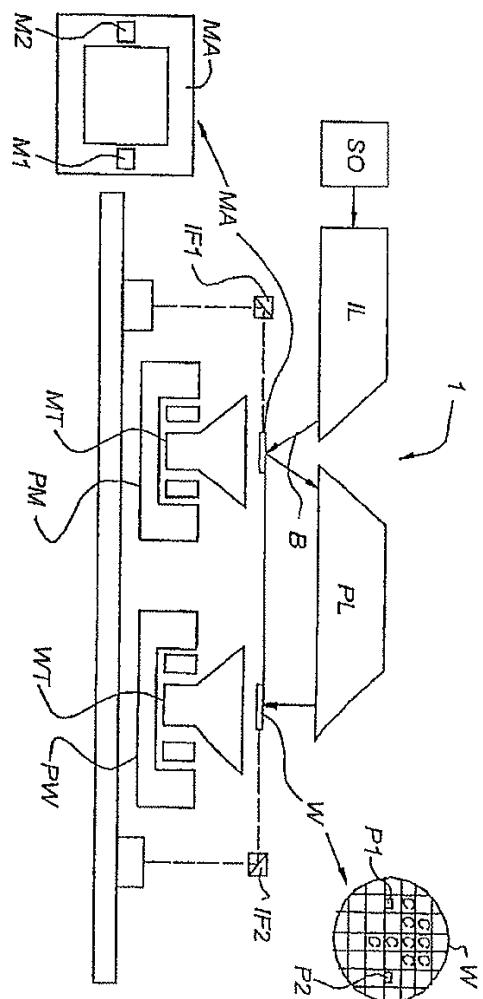
[0079] 이상, 본 발명의 특정 실시예가 설명되었지만 본 발명의 실시예들은 설명된 것과 다르게 실시될 수 있다는 것을 이해하여야 한다. 예를 들어, 본 발명은 앞서 개시된 바와 같은 방법을 구현하는 기계-관독가능한 명령어의 1 이상의 시퀀스를 포함하는 컴퓨터 프로그램, 또는 이러한 컴퓨터 프로그램이 저장되어 있는 데이터 저장 매체(예를 들어, 반도체 메모리, 자기 또는 광학 디스크)의 형태를 취할 수 있다.

[0080] 상기 서술내용은 예시를 위한 것이지, 제한하려는 것이 아니다. 따라서, 당업자라면 아래에 설명되는 청구항들의 범위를 벗어나지 않고 서술된 본 발명에 대한 변형예가 행해질 수도 있음을 이해할 것이다.

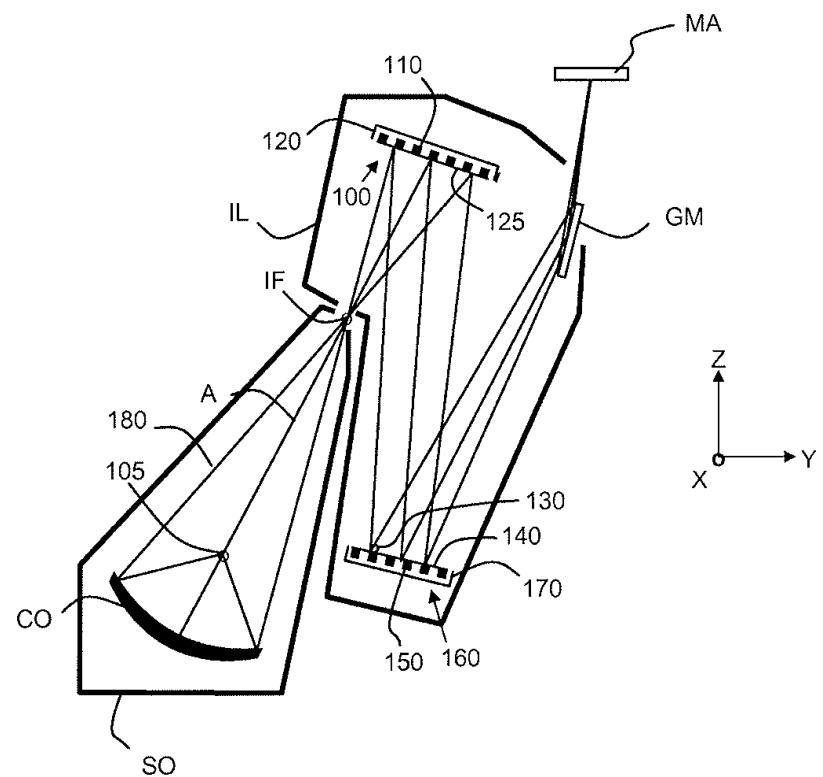
[0081] 본 발명은 본 실시예들에서 설명된 바와 같은 리소그래피 장치의 적용 또는 리소그래피 장치에서의 사용으로 제한되지 않는다. 또한, 도면들은 통상적으로 본 발명을 이해하는데 필요한 요소들 및 특징부들만을 포함한다. 이 밖에도, 리소그래피 장치의 도면들은 개략적이며, 축척대로 되어 있지 않다. 본 발명은 개략적인 도면들에 나타낸 요소들(예를 들어, 개략적인 도면들에 도시된 거울들의 개수)로 제한되지 않는다. 또한, 본 발명은 도 1 및 도 2에 설명된 리소그래피 장치로 한정되지 않는다. 당업자라면, 앞서 설명된 실시예들이 조합될 수 있음을 이해할 것이다.

도면

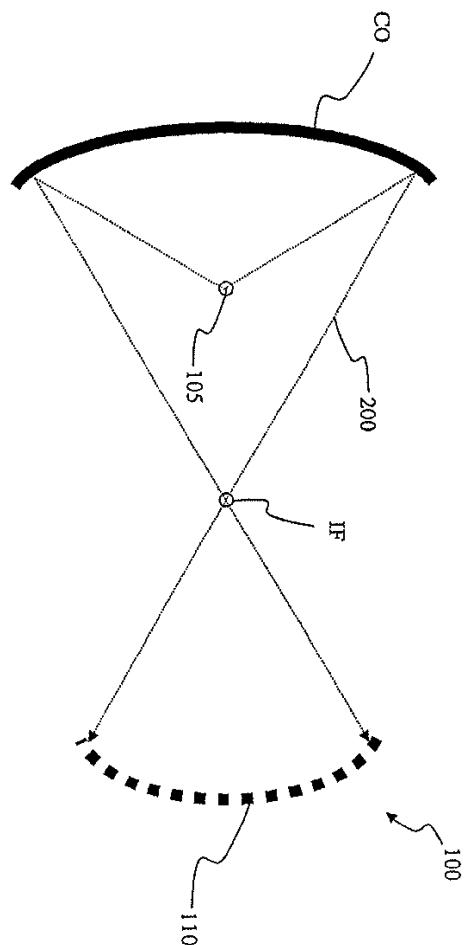
도면1



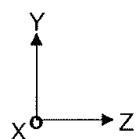
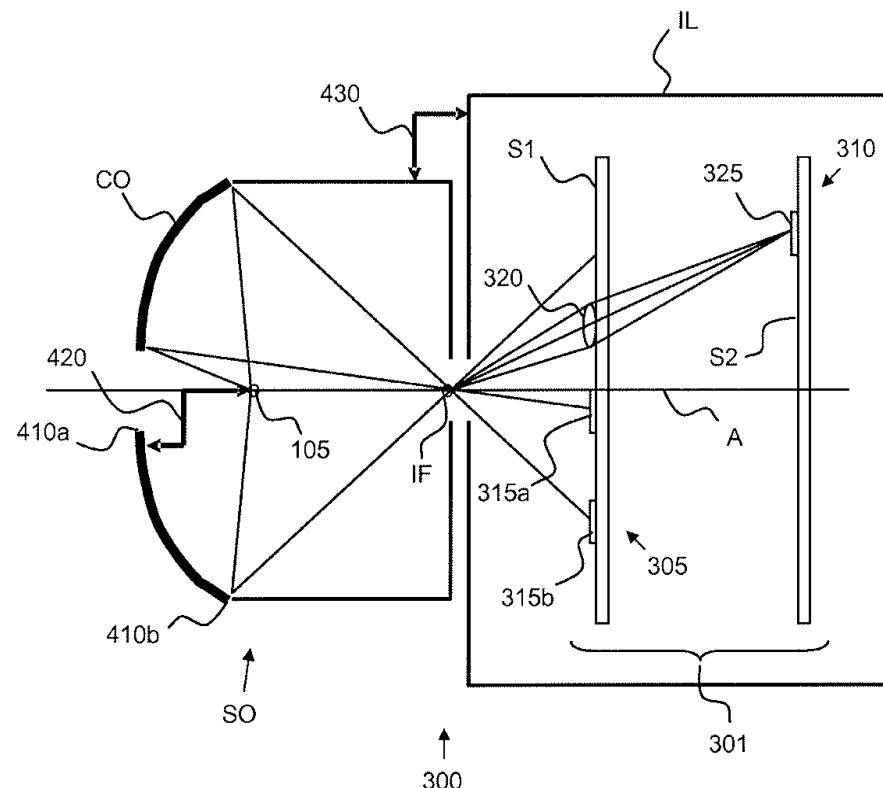
도면2



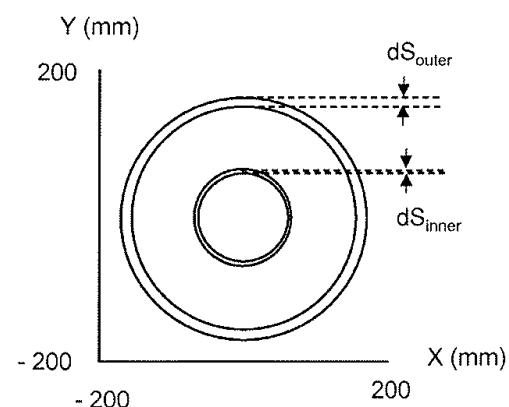
도면3

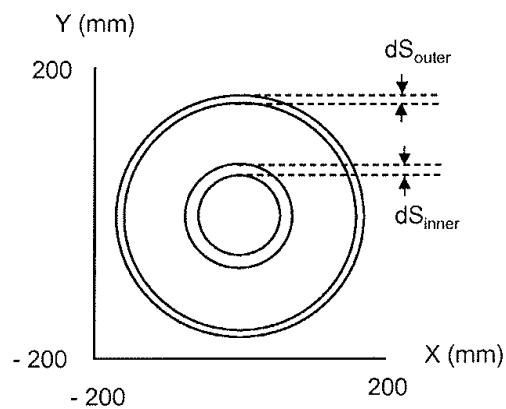
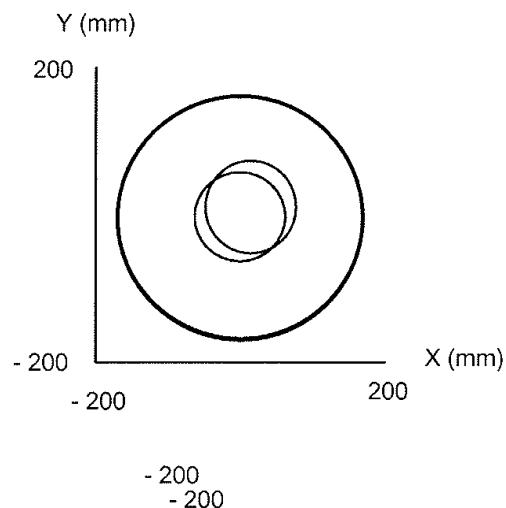
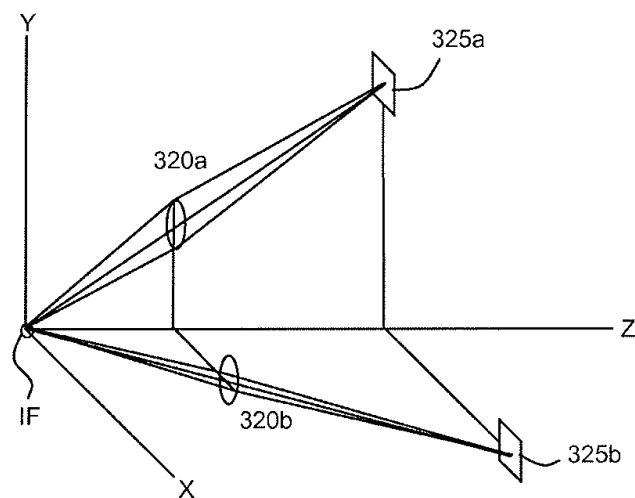


도면4

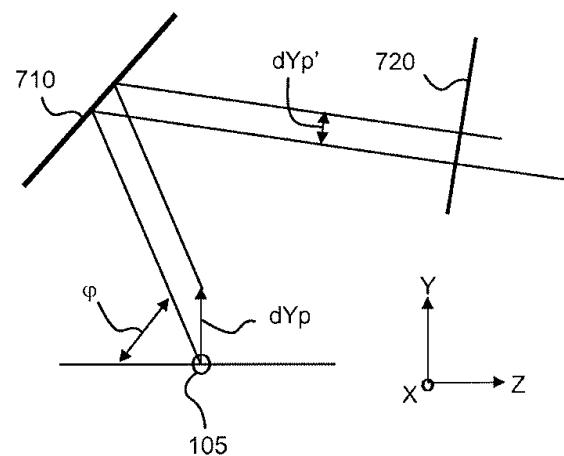


도면5a

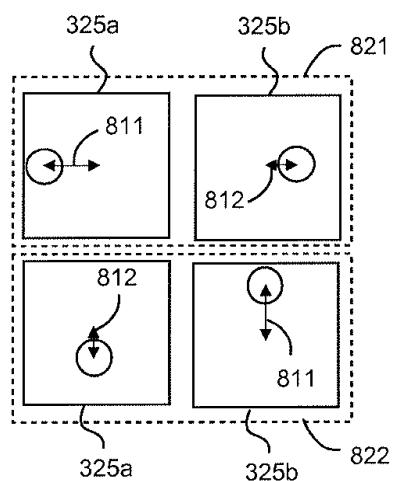


도면5b**도면5c****도면6**

도면7



도면8a



도면8b

