



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년04월06일

(11) 등록번호 10-1509553

(24) 등록일자 2015년04월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G03F 7/20 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2010-7012542

(22) 출원일자(국제) 2008년11월07일

심사청구일자 2013년11월06일

(85) 번역문제출일자 2010년06월07일

(86) 국제출원번호 PCT/NL2008/050708

(87) 국제공개번호 WO 2009/061196

국제공개일자 2009년05월14일

(30) 우선권주장

60/996,277 2007년11월08일 미국(US)

(56) 선행기술조사문현

JP2006178458 A

JP60107835 A

JP2006295167 A

(73) 특허권자

에이에스엠엘 네델란드 비.브이.

네델란드 5500 아하 벨트호벤 피.오.박스 324

(72) 발명자

반 슈트, 얀 베르나르트 플레첼무스

네델란드 엔엘-5632 아에르 아인트호벤 피엘베크 3

마스, 디에데릭 얀

네델란드 엔엘-4834 애하 브레다 함스테데스트라트 17  
(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인(유)화우

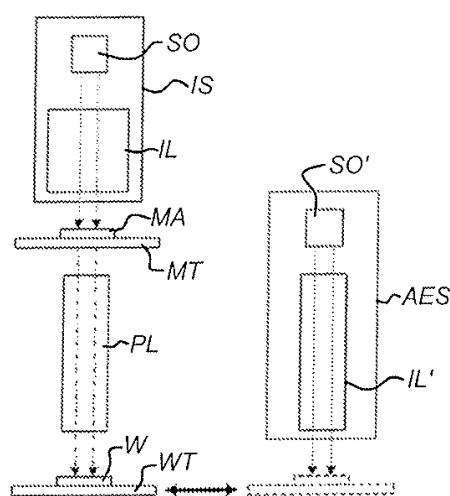
전체 청구항 수 : 총 15 항

심사관 : 조승현

(54) 발명의 명칭 리소그래피 투영 장치 및 섭동 인자들을 보상하는 방법

**(57) 요약**

지지 구조체(MT), 투영 시스템(PL), 및 섭동 인자들을 보상하도록 구성된 시스템(AES)을 구비한 리소그래피 장치가 개시된다. 지지 구조체(MT)는 패터닝 디바이스(MA)를 지지하도록 구성되고, 패터닝 디바이스(MA)는 방사선 빔의 단면에 패턴을 부여하도록 구성된다. 투영 시스템(PL)은 기판(W)의 타겟부 상에 패터닝된 방사선 빔을 노광하도록 구성된다. 상기 시스템은 기판(W)의 타겟부 상에 노광될 추가 방사선 빔(IL')을 제공함으로써 섭동 인자들을 보상하도록 구성된다. 상기 추가 방사선 빔(IL')의 단면에는 패터닝 디바이스의 패턴 및 리소그래피 투영 장치 속성 데이터에 기초하여 추가 패턴이 부여된다. 리소그래피 투영 장치 속성 데이터는 리소그래피 투영 장치의 1 이상의 계통적 섭동 인자들의 레벨 및 본성을 특성화하며, 예를 들어 표유 방사선 프로파일 또는 소스 파워 스펙트럼일 수 있다.

**대표도 - 도3a**

등록특허 10-1509553

(72) 발명자

반 디셀동크, 안토니우스 요한네스 요제푸스

네덜란드 엔엘-5527 베하 하페르트 벤브로에크 22

반 테르 란, 한스

네덜란드 엔엘-5501 체엘 벨트호벤 올메베크 6

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

리소그래피 투영 장치에 있어서,  
방사선 빔의 단면에 패턴을 부여하도록 구성된 패터닝 디바이스를 지지하도록 구성된 지지 구조체;  
기판을 유지하도록 구성된 기판 홀더;  
상기 기판의 타겟부 상에 패터닝된 방사선 빔을 노광시키도록 구성된 투영 시스템; 및  
상기 기판의 타겟부 상에 노광될 추가 방사선 빔을 제공함에 의하여, 1 이상의 섭동 인자(perturbation factor)들을 보상하도록 구성된 시스템  
을 포함하여 이루어지고,  
상기 추가 방사선 빔의 단면에는, 상기 패터닝 디바이스의 패턴 및 리소그래피 투영 장치 속성 데이터에 기초한  
추가 패턴이 부여되고, 상기 리소그래피 투영 장치 속성 데이터는 상이한 리소그래피 장치의 1 이상의 계통적  
섭동 인자들의 레벨 및 본성을 특성화하는 리소그래피 투영 장치.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,  
상기 시스템은 상기 기판의 타겟부 상에 패터닝된 추가 빔의 아웃 포커스 투영(out-of-focus projection)을 유  
도하도록 상기 리소그래피 투영 장치 내의 하나의 요소를 이동시킴으로써 1 이상의 섭동 인자들을 보상하도록  
구성되는 리소그래피 투영 장치.

#### 청구항 3

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,  
상기 추가 방사선 빔은 100 nm 내지 300 nm 사이의 과장을 갖는 방사선 빔인 리소그래피 투영 장치.

#### 청구항 4

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,  
1 이상의 섭동 인자들을 보상하도록 구성된 상기 시스템은 추가 노광 시스템을 포함하고, 상기 추가 노광 시스  
템은 프로그램가능한 방사선 변조 어레이 및 제어 유닛을 포함하며, 상기 제어 유닛은 상기 패터닝 디바이스의  
패턴 및 상기 리소그래피 투영 장치 속성 데이터에 기초하여 상기 프로그램가능한 방사선 변조 어레이를 제어하  
도록 구성되는 리소그래피 투영 장치.

#### 청구항 5

제 4 항에 있어서,  
상기 제어 유닛은:  
상기 패터닝 디바이스의 패턴에 기초하여 패턴 데이터를 수신하도록 구성된 입력부;  
리소그래피 투영 장치 속성 데이터를 수신하도록 구성된 또 다른 입력부;  
상기 패턴 데이터 및 상기 리소그래피 투영 장치 속성 데이터에 기초하여 방사선 변조 데이터를 계산하  
도록 구성된 프로세서; 및  
상기 프로그램가능한 방사선 변조 어레이에 상기 방사선 변조 데이터를 제공하도록 구성된 출력부를 포  
함하는 리소그래피 투영 장치.

### 청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 또 다른 입력부는 레지스트 속성 데이터를 수신하도록 구성되고, 상기 레지스트 속성 데이터는 상기 기판의 타겟부 상에 제공된 레지스트를 특성화하며, 상기 프로세서는 상기 패턴 데이터, 상기 리소그래피 투영 장치 속성 데이터, 및 상기 레지스트 속성 데이터에 기초하여 상기 방사선 변조 데이터를 계산하도록 구성되는 리소그래피 투영 장치.

### 청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 레지스트 속성 데이터는 콘트라스트, 민감도, 및 화학선 파장에 대한 스펙트럼 반응으로 구성된 그룹으로부터 선택된 적어도 1 이상의 레지스트 속성을 포함하는 리소그래피 투영 장치.

### 청구항 8

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 리소그래피 투영 장치 속성 데이터는 표유 방사선 프로파일 및 소스 파워 스펙트럼(source power spectrum)으로 구성된 그룹으로부터 선택된 상기 리소그래피 투영 장치의 적어도 1 이상의 속성에 관련된 리소그래피 투영 장치.

### 청구항 9

리소그래피 투영 장치에서 섭동 인자들을 보상하는 방법에 있어서,

방사선 빔을 컨디셔닝하는 단계;

패터닝된 방사선 빔을 형성하기 위해, 패터닝 디바이스를 이용함으로써 상기 방사선 빔의 단면에 패턴을 부여하는 단계;

상기 방사선 빔을 기판의 타겟부 상으로 투영하는 단계;

상기 패터닝 디바이스의 패턴 및 리소그래피 투영 장치 속성 데이터에 기초하여 추가 패턴을 도출하는 단계 - 상기 리소그래피 투영 장치 속성 데이터는 상이한 리소그래피 장치의 1 이상의 계통적 섭동 인자들의 레벨 및 본성을 특성화함 - ;

추가 방사선 빔을 컨디셔닝하는 단계;

패터닝된 추가 방사선 빔을 형성하기 위해, 상기 추가 방사선 빔의 단면에 추가 패턴을 부여하는 단계; 및

상기 패터닝된 추가 방사선 빔을 상기 기판의 타겟부 상으로 투영하는 단계를 포함하는 섭동 인자들을 보상하는 방법.

### 청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 추가 패턴을 도출하는 단계는 레지스트 속성 데이터에 더 기초하며, 상기 레지스트 속성 데이터는 상기 기판의 타겟부 상에 제공된 레지스트를 특성화하는 섭동 인자들을 보상하는 방법.

### 청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 레지스트 속성 데이터는 콘트라스트, 민감도, 및 화학선 파장에 대한 스펙트럼 반응으로 구성된 그룹으로부터 선택된 적어도 1 이상의 레지스트 속성을 포함하는 섭동 인자들을 보상하는 방법.

### 청구항 12

제 9 항에 있어서,

상기 추가 패턴을 도출하는 단계는:

패턴 데이터를 수신하는 단계;

상기 리소그래피 투영 장치 속성 데이터를 수신하는 단계;

상기 패턴 데이터, 및 상기 리소그래피 투영 장치 속성 데이터에 기초하여 방사선 변조 데이터를 계산하는 단계 - 상기 방사선 변조 데이터는 상기 추가 패턴을 형성하기에 적합함 - 를 포함하는 섭동 인자들을 보상하는 방법.

### 청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 방사선 변조 데이터를 계산하는 단계는:

상기 패턴 데이터에 푸리에 변환을 실행하여 변환 데이터를 형성하는 단계;

저역-통과 변환 데이터를 형성하기 위해, 저역-통과 필터(low-pass filter)를 통해 상기 변환 데이터를 통과시키는 단계;

표유 방사선 프로파일 및/또는 소스 파워 스펙트럼의 형태로 리소그래피 투영 장치 속성 데이터를 제공하는 단계;

상기 저역-통과 변환 데이터, 및 상기 각각의 표유 방사선 프로파일 및/또는 소스 파워 스펙트럼에 기초하여, 또 다른 저역-통과 변환 데이터를 계산하는 단계; 및

방사선 변조 데이터를 형성하기 위해, 상기 저역-통과 변환 데이터 및 상기 또 다른 저역-통과 변환 데이터에 푸리에 변환을 실행하는 단계를 포함하는 섭동 인자들을 보상하는 방법.

### 청구항 14

제 9 항 내지 제 13 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 추가 방사선 빔을 투영하는 단계는 상기 리소그래피 투영 장치 내의 일 요소를 이동시킴으로써 아웃 포커스로 수행되는 섭동 인자들을 보상하는 방법.

### 청구항 15

제 9 항 내지 제 13 항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 패터닝 디바이스의 패턴으로부터 추가 패턴을 도출하는 단계; 추가 방사선 빔을 컨디셔닝하는 단계; 패터닝된 추가 방사선 빔을 형성하기 위해, 추가 방사선 빔에 추가 패턴을 부여하는 단계; 및 상기 패터닝된 추가 방사선 빔을 상기 기판의 타겟부 상으로 투영하는 단계는 방사선 빔을 컨디셔닝하기 이전에 또는 동시에 수행되는 섭동 인자들을 보상하는 방법.

### 청구항 16

삭제

### 청구항 17

삭제

### 청구항 18

삭제

### 청구항 19

삭제

### 청구항 20

삭제

### 청구항 21

삭제

### 청구항 22

삭제

### 청구항 23

삭제

### 청구항 24

삭제

### 청구항 25

삭제

### 청구항 26

삭제

### 청구항 27

삭제

### 청구항 28

삭제

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 출원은 2007년 11월 8일에 출원된 미국 가출원 제 60/996,277호의 이익을 주장하며, 이는 본 명세서에서 전문이 인용 참조된다.

[0002] 본 발명은 리소그래피 투영 장치, 상기 리소그래피 투영 장치를 사용하는 디바이스 제조 방법, 및 이러한 디바이스 제조 방법을 가능하게 하는 컴퓨터 실행가능한 코드를 포함하는 컴퓨터 관독가능한 매체에 관한 것이다. 또한, 본 발명은 리소그래피 투영 장치에서 섭동 인자(perturbation factor)들을 보상하는 방법, 및 이러한 섭동 인자 보상 방법을 가능하게 하는 컴퓨터 실행가능한 코드를 포함하는 컴퓨터 관독가능한 매체에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0003] 리소그래피 장치는 기판 상에, 통상적으로는 기판의 타겟부 상에 원하는 패턴을 적용시키는 기계이다. 리소그래피 장치는, 예를 들어 집적 회로(IC)의 제조시에 사용될 수 있다. 이 경우, 대안적으로 마스크 또는 레티를 이라 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 일부, 한 개 또는 수 개의 다이를 포함하는) 타겟부 상으로 전사(transfer)될 수 있다. 패턴의 전사는 통상적으로 기판 상에 제공된 방사선-감응재(레이저스트) 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 소위 스텝페어, 및 방사선 빔을 통해 주어진 방향("스캐닝"- 방향)으로 패턴을 스캐닝하는 한편, 이 방향과 평행한 방향 또는 역-평행 방향으로 기판을 동기적으로 스캐닝함으로써 각각의 타겟부가 조사되는 소위 스캐너들을 포함한다. 또한, 기판 상에 패턴을 임프린트(imprint)함으로써 패터닝 디바이스로부터 기판으로 패턴을 전사할 수도 있다.

[0004] 리소그래피 투영 장치를 사용하는 디바이스 제조 방법들에서, 중요한 인자는 정확성이다. 기판의 타겟부 상으로 투영되는 패터닝 디바이스의 패턴은 일반적으로 기판 상에 소형화된(miniaturized) 원하는 버전의 패턴을 유도하지 않을 것이다. 이러한 원인들은 비-균일한 소스-파워 스펙트럼(source-power spectrum), 레지스트 민감도 특성 및 표유 방사선(stray radiation)을 포함하며, 후자는 플레어라고도 언급된다. 이러한 섭동의 근원들은, 소정 타입의 구조체 예를 들어 조밀한 패턴에 대해서는, 노광과도(overexposure) 즉 너무 높은 도즈(dose)를 유도할 수 있으며, 상이한 타입의 구조체 예를 들어 격리된 피처(isolated feature)에 대해서는, 노광부족(underexposure) 즉 너무 낮은 도즈를 유도할 수 있다. 다수의 계통적 섭동 인자(systematic perturbation factor)들은 장거리(long range) 도즈에 영향을 줄 수 있으며, 부연하면 상기 인자들은 1 mm를 초과하여 노광될 기판 상의 거리들에 걸쳐 기판에 영향을 준다. 계통적인 섭동 인자들의 예시들은 표유 방사선 및 대역외 방사선(out-of-band radiation), 즉 노광되어야 할 기판 상에 제공된 레지스트의 화학선 민감도 범위(actinic sensitivity range) 밖의 파장을 갖는 방사선을 포함한다.

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

[0005] 앞서 언급된 또는 다른 계통적 섭동 인자들 중 1 이상으로 인한 구조체-의존적인 피처 크기 변화를 극복하기 위하여, 패터닝 디바이스는, 예를 들어 소정 타입의 표유 방사선 패턴 및/또는 소정 타입의 소스-파워 스펙트럼에 대해, 기판의 타겟부 상에서 원하는 치수들이 얻어지도록 조정될 수 있다. 이러한 조정은 일반적으로 리소그래피 시스템들의 특정한 세대에 효과적인 1 이상의 계통적 섭동 인자들의 특정한 레벨 및 세트에 대해 행해진다. 그러므로, 1 이상의 섭동 인자들의 세기 또는 본성이 변화한다면, 패터닝 디바이스의 특정한 조정은 기판의 타겟부 상의 원하는 치수를 얻는데 더 이상 적합하지 않을 수도 있다.

[0006] 더 높은 구성요소 밀도를 갖는 디바이스를 생성하기 위해 훨씬 더 작은 패턴들을 이미징하려는 계속적인 요구로, 예를 들어 소스를 업그레이드하고 및/또는 투영 광학기 내의 광학 요소들을 개선시키거나 추가함으로써, 리소그래피 투영 장치의 광학 성능이 개선된다. 이러한 개선사항들은 섭동 인자들에 영향을 줄 수 있다. 예를 들어, 리소그래피 투영 장치 내의 광학기의 개선은 감소된 표유 방사선 레벨을 유도할 수 있다. 소정의 표유 방사선 레벨을 갖는 리소그래피 투영 장치에 대해 설계된 패터닝 디바이스는, 표유 방사선에 의해 유도된 구조체-의존적인 도즈 변화가 상이함에 따라, 개선된 리소그래피 투영 장치, 즉 감소된 표유 방사선 레벨을 갖는 장치에 더 이상 사용될 수 없다.

[0007] 통상적으로, 패터닝 디바이스 비용은 리소그래피 투영 장치의 각각의 "세대"에 따라 증가한다. 결과적으로, 예를 들어 개선된 리소그래피 투영 장치 상에 오래된 패턴의 노광을 가능하게 하는 새로운 마스크를 제조하는 것은 더 많은 비용 증가를 초래할 수 있다.

[0008] 예를 들어, 리소그래피 투영 장치의 상이한 "세대"에 대해 설계된 패터닝 디바이스를 사용할 수 있는 능력을 갖는 리소그래피 투영 장치를 제공하는 것이 바람직하다.

#### 과제의 해결 수단

[0009] 이를 위하여, 본 발명의 일 실시형태에 따르면,

[0010] 패터닝 디바이스를 지지하도록 구성된 지지 구조체 - 상기 패터닝 디바이스는 방사선 빔의 단면에 패턴을 부여하도록 구성됨 - ;

[0011] 기판을 유지하도록 구성된 기판 홀더;

[0012] 상기 기판의 타겟부 상으로 패터닝된 방사선 빔을 노광시키도록 구성된 투영 시스템; 및

[0013] 상기 기판의 타겟부 상에 노광될 추가 방사선 빔을 제공함으로써, 1 이상의 섭동 인자들을 보상하도록 구성된 시스템 - 상기 추가 방사선 빔의 단면에는 상기 패터닝 디바이스의 패턴 및 리소그래피 투영 장치 속성 데이터에 기초한 추가 패턴이 부여되고, 상기 리소그래피 투영 장치 속성 데이터는 상이한 리소그래피 장치의 1 이상의 계통적 섭동 인자들의 레벨 및 본성을 특성화함 - 을 포함하는 리소그래피 투영 장치가 제공된다.

상기 시스템은 기판의 타겟부 상에 패터닝된 추가 빔의 아웃 포커스 투영(out-of-focus projection)을 유도하도록 리소그래피 투영 장치 내의 하나의 요소를 이동시킴으로써 1 이상의 섭동 인자들을 보상하도록 구성될 수 있다. 상기 시스템에 의해 이동될 이러한 요소는 기판 홀더를 포함할 수 있다. 상기 시스템에 의해 이동될 상기

요소는 대안적으로 또는 추가적으로 투영 시스템 내의 광학 요소를 포함할 수 있다.

추가 방사선 빔은 100 nm 내지 300 nm 사이의 파장을 갖는 방사선 빔일 수 있다. 리소그래피 투영 장치는 100 nm 내지 300 nm 사이의 파장을 갖는 추가 방사선 빔을 제공하도록 추가 소스를 포함할 수 있다. 1 이상의 섭동 인자들을 보상하도록 구성된 시스템은 투영 시스템과 기판 홀더 사이의 일 위치로부터 또한 일 위치로 이동되도록 구성된 또 다른 광학 요소를 포함할 수 있으며, 상기 또 다른 광학 요소는 100 nm 내지 300 nm 사이의 파장을 갖는 방사선에 대해 실질적으로 투명하다. 상기 광학 요소는 포지티브 렌즈(positive lens) 또는 네거티브 렌즈(negative lens)일 수 있다.

추가 방사선 빔은 극자외 방사선 빔일 수 있다.

1 이상의 섭동 인자들을 보상하도록 구성된 시스템은 추가 노광 시스템을 포함할 수 있다. 상기 추가 노광 시스템은 패터닝된 추가 방사선 빔의 배율을 조정하도록 구성된 줌-콘덴서 렌즈(zoom-condenser lens)를 더 포함할 수 있다.

[0014] 일 실시예에서는, 상기에 설명된 바와 같은 리소그래피 투영 장치를 사용하여 패터닝된 방사선 빔을 기판 상으로 투영하는 단계를 포함하는 디바이스 제조 방법이 제공된다.

[0015] 일 실시예에서는, 컴퓨터 조립체 상에 로딩될 때에, 상기 컴퓨터 조립체로 하여금 상기에 설명된 바와 같은 디바이스 제조 방법을 제어할 수 있게 하는 컴퓨터 실행가능한 코드를 포함하는 컴퓨터 판독가능한 매체가 제공된다.

[0016] 일 실시예에서는, 리소그래피 투영 장치, 바람직하게는 첨부된 청구항들에 정의된 바와 같은 리소그래피 장치에서 섭동 인자들을 보상하는 방법이 제공되고, 상기 방법은:

[0017] 방사선 빔을 컨디셔닝(condition)하는 단계;

[0018] 패터닝된 방사선 빔을 형성하기 위해, 패터닝 디바이스를 이용함으로써 상기 방사선 빔의 단면에 패턴을 부여하는 단계;

[0019] 상기 방사선 빔을 기판의 타겟부 상으로 투영하는 단계;

[0020] 상기 패터닝 디바이스의 패턴 및 리소그래피 투영 장치 속성 데이터에 기초하여 추가 패턴을 도출하는 단계 - 상기 리소그래피 투영 장치 속성 데이터는 상이한 리소그래피 장치의 1 이상의 계통적 섭동 인자들의 레벨 및 본성을 특성화함 - ;

[0021] 추가 방사선 빔을 컨디셔닝하는 단계;

[0022] 패터닝된 추가 방사선 빔을 형성하기 위해, 상기 추가 방사선 빔의 단면에 추가 패턴을 부여하는 단계; 및

[0023] 상기 패터닝된 추가 방사선 빔을 상기 기판의 타겟부 상으로 투영하는 단계를 포함한다.

추가 패턴을 도출하는 단계는: 패턴 데이터를 수신하는 단계; 리소그래피 투영 장치 속성 데이터를 수신하는 단계; 상기 패턴 데이터, 및 상기 리소그래피 투영 장치 속성 데이터에 기초하여 방사선 변조 데이터를 계산하는 단계 - 상기 방사선 변조 데이터는 추가 패턴을 형성하기에 적합함 - 를 포함할 수 있다.

방사선 변조 데이터를 계산하는 단계는: 패턴 데이터에 푸리에 변환을 실행하여 변환 데이터를 형성하는 단계; 저역-통과 변환 데이터를 형성하기 위해, 저역-통과 필터(low-pass filter)를 통해 상기 변환 데이터를 통과시키는 단계; 표유 방사선 프로파일 및/또는 소스 파워 스펙트럼의 형태로 리소그래피 투영 장치 속성 데이터를 제공하는 단계; 상기 저역-통과 변환 데이터, 및 상기 각각의 표유 방사선 프로파일 및/또는 소스 파워 스펙트럼에 기초하여, 또 다른 저역-통과 변환 데이터를 계산하는 단계; 및 방사선 변조 데이터를 형성하기 위해, 상기 저역-통과 변환 데이터 및 상기 또 다른 저역-통과 변환 데이터에 역 푸리에 변환을 실행하는 단계를 포함할 수 있다.

패턴 데이터는 그래픽 데이터 시스템 II 데이터일 수 있다.

[0024] 일 실시예에서는, 컴퓨터 조립체 상에 로딩될 때에, 상기 컴퓨터 조립체로 하여금 상기에 설명된 바와 같은 디바이스 제조 방법을 제어할 수 있게 하는 컴퓨터 실행가능한 코드를 포함하는 컴퓨터 판독가능한 매체가 제공된다.

## 도면의 간단한 설명

[0025] 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 도시한 도면;
- 도 2는 최적의 포커스와 큰 디포커스(defocus)에서 상이한 표유 방사선 레벨들에 대한 위치의 함수로서 레지스트 상의 정규화된(normalized) 노광 도즈의 개략적 그래프;
- 도 3a는 본 발명의 일 실시예에 따른 리소그래피 투영 장치의 개략도;
- 도 3b는 본 발명의 일 실시예에 따른 리소그래피 투영 장치의 개략도;
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에서 사용될 수 있는 추가 노광 시스템의 일 실시예의 개략도;
- 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 리소그래피 투영 장치의 개략적 상세도;
- 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 리소그래피 투영 장치에서 섭동 인자들을 보상하는 방법의 흐름도; 및
- 도 7은 본 발명의 실시예들에 따른 리소그래피 투영 장치에 의해 사용될 수 있는 컴퓨터 조립체의 일 실시예의 개략도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0026] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 리소그래피 장치를 개략적으로 도시한다. 상기 장치는:

[0027] - 방사선 빔(PB)(예를 들어, UV 방사선 또는 EUV 방사선)을 컨디셔닝(condition)하도록 구성된 조명 시스템(일루미네이터)(IL);

[0028] - 패터닝 디바이스(예를 들어, 마스크)(MA)를 지지하도록 구성되고, 소정 파라미터들에 따라 패터닝 디바이스를 정확히 위치시키도록 구성된 제 1 위치설정기(PM)에 연결된 지지 구조체(예를 들어, 마스크 테이블)(MT);

[0029] - 기판(예를 들어, 레지스트-코팅된 웨이퍼)(W)을 유지하도록 구성되고, 소정 파라미터들에 따라 기판을 정확히 위치시키도록 구성된 제 2 위치설정기(PW)에 연결된 기판 테이블(예를 들어, 웨이퍼 테이블)(WT); 및

[0030] - 기판(W)의 (예를 들어, 1 이상의 다이를 포함하는) 타겟부(C) 상으로 패터닝 디바이스(MA)에 의해 방사선 빔(PB)에 부여된 패턴을 투영하도록 구성된 투영 시스템(예를 들어, 굴절 투영 렌즈 시스템)(PL)을 포함한다.

[0031] 조명 시스템은 방사선을 지향, 성형, 또는 제어하기 위하여, 굴절, 반사, 자기, 전자기, 정전기 또는 다른 타입의 광학 구성요소들, 또는 그 여하한의 조합과 같은 다양한 타입들의 광학 구성요소들을 포함할 수 있다.

[0032] 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 이용할 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 있을 것을 보장할 수 있다. 본 명세서의 "레티클" 또는 "마스크"라는 용어의 어떠한 사용도 "패터닝 디바이스"라는 좀 더 일반적인 용어와 동의어로 간주될 수 있다.

[0033] 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.

[0034] 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, 바이너리(binary)형, 교번 위상-시프트형 및 감쇠 위상-시프트형과 같은 마스크 타입뿐만 아니라, 다양한 하이브리드(hybrid) 마스크 타입들을 포함한다. 프로그램가능한 거울 어레이의 일 예시는 작은 거울들의 매트릭스 구성을 채택하며, 그 각각은 입사하는 방사선 빔을 상이한 방향으로 반사시키도록 개별적으로 기울여질 수 있다. 기울

어진 거울들은 거울 매트릭스에 의해 반사되는 방사선 빔에 패턴을 부여한다.

[0035] 본 명세서에서 사용되는 "투영 시스템"이라는 용어는, 사용되는 노광 방사선에 대하여, 또는 침지 액체의 사용 또는 진공의 사용과 같은 다른 인자들에 대하여 적절하다면, 굴절, 반사, 카타디옵트릭(cataadioptric), 자기, 전자기 및 정전기 광학 시스템, 또는 여하한의 그 조합을 포함하는 여하한 타입의 투영 시스템을 포괄하는 것으로서 폭넓게 해석되어야 한다. 본 명세서의 "투영 렌즈"라는 용어의 어떠한 사용도 "투영 시스템"이라는 좀 더 일반적인 용어와 동의어로 간주될 수 있다.

[0036] 본 명세서에 도시된 바와 같이, 상기 장치는 (예를 들어, 투과 마스크를 채택하는) 투과형으로 구성된다. 대안적으로, 상기 장치는 (예를 들어, 앞서 언급된 바와 같은 타입의 프로그램가능한 거울 어레이를 채택하거나, 반사 마스크를 채택하는) 반사형으로 구성될 수 있다.

[0037] 리소그래피 장치는 2 개(듀얼 스테이지) 이상의 기판 테이블(및/또는 2 이상의 패터닝 디바이스 지지 구조체)을 갖는 형태로 구성될 수 있다. 이러한 "다수 스테이지" 기계에서는 추가 테이블들 및/또는 지지 구조체들이 병행하여 사용될 수 있으며, 또는 1 이상의 테이블들 및/또는 지지 구조체들이 노광에 사용되고 있는 동안 1 이상의 다른 테이블들 및/또는 지지 구조체들에서는 준비작업 단계가 수행될 수 있다.

[0038] 또한, 리소그래피 장치는 투영 시스템과 기판 사이의 공간을 채우기 위해서, 기판의 전체 또는 일부분이 비교적 높은 굴절률을 갖는 액체, 예컨대 물로 덮일 수 있는 형태로 구성될 수 있다. 또한, 침지 액체는 리소그래피 장치 내의 다른 공간들, 예를 들어 마스크와 투영 시스템 사이에도 적용될 수 있다. 침지 기술은 투영 시스템의 개구수를 증가시키는 기술로 당업계에 잘 알려져 있다. 본 명세서에서 사용되는 "침지"라는 용어는 기판과 같은 구조체가 액체 내에 잠겨야 함을 의미하는 것이라기보다는, 노광 시 액체가 예를 들어 투영 시스템과 기판 사이에 놓이기만 하면 된다는 것을 의미한다.

[0039] 도 1을 참조하면, 일루미네이터(IL)는 방사선 소스(S0)로부터 방사선 빔을 수용한다. 예를 들어, 상기 소스가 엑시머 레이저(excimer laser)인 경우, 상기 소스 및 리소그래피 장치는 별도의 개체일 수 있다. 이러한 경우, 상기 소스는 리소그래피 장치의 일부분을 형성하는 것으로 간주되지 않으며, 상기 방사선 빔은 예를 들어 적절한 지향 거울 및/또는 빔 익스팬더(bean expander)를 포함하는 빔 전달 시스템의 도움으로, 소스(S0)로부터 일루미네이터(IL)로 통과된다. 다른 경우, 예를 들어 상기 소스가 수은 램프인 경우, 상기 소스는 리소그래피 장치의 통합부일 수 있다. 상기 소스(S0) 및 일루미네이터(IL)는, 필요에 따라 빔 전달 시스템과 함께 방사선 시스템이라고도 칭해질 수 있다.

[0040] 상기 일루미네이터(IL)는 방사선 빔의 각도 세기 분포를 조정하는 조정기를 포함할 수 있다. 일반적으로, 일루미네이터(IL)의 퓨필 평면 내의 세기 분포의 적어도 외반경 및/또는 내반경 크기(통상적으로, 각각 외측-o 및 내측-o라 함)가 조정될 수 있다. 또한, 일루미네이터(IL)는 인티그레이터 및 콘덴서와 같이, 다양한 다른 구성요소들을 포함할 수도 있다. 일루미네이터는 방사선 빔의 단면에 원하는 균일성(uniformity) 및 세기 분포를 갖기 위해, 방사선 빔을 컨디셔닝하는데 사용될 수 있다.

[0041] 상기 방사선 빔(PB)은 지지 구조체(예를 들어, 마스크 테이블)(MT) 상에 유지되어 있는 패터닝 디바이스(예를 들어, 마스크)(MA) 상에 입사되며, 패터닝 디바이스에 의해 패터닝된다. 상기 패터닝 디바이스(MA)를 가로질렀으면, 상기 방사선 빔(PB)은 투영 시스템(PL)을 통하여 기판(W)의 타겟부(C) 상에 상기 빔을 포커스한다. 제 2 위치설정기(PW) 및 위치 센서(IF2)(예를 들어, 간접 디바이스, 리니어 인코더 또는 용량성 센서)의 도움으로, 기판 테이블(WT)은 예를 들어 방사선 빔(PB)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(PB)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 이용하여 정렬될 수 있다. 비록, 예시된 기판 정렬 마크들이 지정된(dedicated) 타겟부들을 차지하고 있지만, 그들은 타겟부들 사이의 공간들 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.

[0042] 도시된 장치는 다음 모드들 중 적어도 1 이상에서 사용될 수 있다:

[0043] 1. 스텝 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. 스텝 모드에서, 노광 필드의 최대 크기는 단일 정적 노광시에 이미징되는 타겟부(C)의 크기를 제한한다.

[0044] 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(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.

[0045] 3. 또 다른 모드에서, 지지 구조체(MT)는 프로그램 가능한 패터닝 디바이스를 유지하여 기본적으로 정지된 상태로 유지되며, 방사선 빔에 부여된 패턴이 타겟부(C) 상에 투영되는 동안 기판 테이블(WT)이 이동되거나 스캐닝 된다. 이 모드에서는, 일반적으로 펄스화된 방사선 소스(pulsed radiation source)가 채택되며, 프로그램 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 타입의 프로그램 가능한 거울 어레이와 같은 프로그램 가능한 패터닝 디바이스를 이용하는 마스크없는 리소그래피(maskless lithography)에 용이하게 적용될 수 있다.

[0046] 또한, 상술된 사용 모드들의 조합 및/또는 변형, 또는 완전히 다른 사용 모드들이 채택될 수도 있다.

[0047] 도 2는 최적의 포커스 및 큰 디포커스에서 상이한 표유 방사선 레벨들에 대한 위치의 함수로서 레지스트 상의 정규화된 노광 도즈를 개략적으로 나타낸 그래프이다. 정규화된 도즈 레벨 1에 나타낸 두껍고 진한 라인(solid line)들은 조밀한 라인들을 갖는 구조체의 패터닝 디바이스 패턴의 일부분의 이상적인 이미지를 나타낸다. 4 개의 과형 라인(oscillating line)들은 노광될 이미지가 소정의 포커스 위치에 존재하는 동안에 소정의 표유 방사선 레벨에 대한 위치의 함수로서 정규화된 노광 도즈를 나타낸다.

[0048] 레지스트는 리소그래피 투영 장치에서 노광된다. 도즈는 리소그래피 투영 장치에서 레지스트를 노광하는데 사용되는 파장, 즉 소위 화학선 파장(actinic wavelength)과 관계된다. 레지스트는 이 파장에 대해 우세하게 민감하며, 또한 화학선 파장과 약간 상이한(부연하면, 화학선 파장 영역에 민감한) 파장들에 대해서도 민감할 수 있다. 때때로, 레지스트는 상기 언급된 화학선 영역 외부의 파장들, 즉 소위 대역외 방사선에 대해 매우 제한된 민감도를 가질 수도 있다. 대역외 방사선을 갖는 광범위한 노광은 노광된 도즈에 무시할 수 없는 영향을 줄 수 있을 것이다.

[0049] 표유 방사선 또는 플레어(flare)는 광학 요소에 의해, 예를 들어 렌즈 표면 거칠기 및/또는 비균질한 렌즈 재료에 의해, 무작위한 방향으로 산란되는 방사선으로서 정의될 수 있다. 이러한 방사선은 가시 범위 내에 있거나 그렇지 않을 수 있다. 표유 방사선은 표유 방사선 패턴에 따라 큰 영역에 걸쳐 레지스트를 노광하므로, 노광이 요구되지 않는 위치들에 있는 레지스트도 노광한다. 결과적인, 소위 배경 도즈는 레지스트 내의 노광될 패턴의 콘트라스트를 감소시킨다.

[0050] 도 2에서, 실선의 과형 라인은 최적의 포커스에서 표유 방사선의 부재 시 패터닝 디바이스의 패턴의 에어리얼 이미지로부터 패터닝될 기판 상에 제공된 레지스트에 의해 수용된 정규화된 도즈를 나타낸다. 그래프에서 알 수 있는 바와 같이, 조밀한 라인들에 대해서는 최소 도즈가 0을 초과한다. 이는 이웃하는 라인들의 근접성에 기인한다. 그래프의 좌측에 나타낸 양방향 화살표는 레지스트의 임계 치수(CD)가 타겟 CD의 10 %만큼 벗어난 도즈 레벨들을 나타내며, 부연하면 상부의 대시선의(dashed) 양방향 화살표는 CD가 타겟 CD보다 10 % 더 큰 레벨을 나타내고, 하부의 점선의(dotted) 양방향 화살표는 CD가 타겟 CD보다 10 % 더 작은 레벨을 나타낸다. 상부와 하부 CD-한계 간의 상대적인 도즈의 차이, 즉 전체 도즈의 퍼센트는 노광 관용도(exposure latitude: EL)로서 정의된다. 그러므로, 110 %의 타겟 CD의 상한 및 90 %의 타겟 CD의 하한이 CD-변동으로서 정의되는 경우, 최적의 포커스에서 표유 방사선 없이 이미징하는 경우의 EL은 가장 왼쪽의 상부와 하부 양방향 화살표들 간의 차이이다.

[0051] 아웃 포커스(out-of-focus) 위치에서, 레지스트 상의 에어리얼 이미지의 콘트라스트는 도 2의 얇은 실선으로 개략적으로 도시된 바와 같이 감소된다. 이와 동시에, 왼쪽에서 두 번째의 두 개의 양방향 화살표들에 의해 개략적으로 도시된 바와 같이, EL이 상당히 감소된다. 마찬가지로, 상부의 대시선의 양방향 화살표는 110 %의 타겟

CD에 대한 도즈 레벨을 나타내는 한편, 하부의 점선의 양방향 화살표는 90 %의 타겟 CD에 대한 도즈 레벨을 나타낸다. 결과적으로, 도즈 요건들은 이미지가 아웃 포커스인 경우에 더 엄격하다.

[0052] 도 2에 개략적으로 도시된 두꺼운 이점쇄선의(dash-dotted) 과형 라인은 최적의 포커스에서 소정 양의 플레이어가 존재하는 때에 패터닝 디바이스 패턴의 에어리얼 이미지로부터 패터닝될 기판 상에 제공된 레지스트에 의해 수용된 정규화된 도즈를 나타낸다. 콘트라스트는 표유 방사선이 존재하지 않는 경우보다 더 낮다는 것을 쉽게 알 수 있다. 하지만, 아웃 포커스 위치에서 보다는 더 높은 콘트라스트가 존재한다. 도 2에서 오른쪽에서 두 번째의 두 개의 양방향 화살표들로 나타낸 바와 같이, 동일한 설명이 EL에도 적용된다.

[0053] 마지막으로, 도 2에 개략적으로 나타낸 얇은 이점쇄선의 과형 라인은 얇고 두꺼운 라인에 의해 나타낸 경우와 같은 아웃 포커스 위치에 해당하는 아웃 포커스 위치에서 소정 양의 표유 방사선이 존재할 때에 패터닝 디바이스 패턴의 에어리얼 이미지로부터 패터닝될 기판 상에 제공된 레지스트에 의해 수용된 정규화된 도즈를 나타낸다. 표유 방사선 및 아웃 포커스의 경우, 콘트라스트는 최소이며, 이에 따라 도 2에서 가장 오른쪽의 양방향 화살표들로 개략적으로 나타낸 바와 같이 EL도 그러하다.

[0054] 도 2로부터, 더 큰 디포커스가 허용될 때에, 도즈 변동에 대한 음역(budget)이 감소된다는 것을 알 수 있다(이와 반대로 가능함). 더욱이, 높은 표유 방사선 레벨은 EL을 감소시킨다. 그러므로, 리소그래피 투영 장치에서 표유 방사선 레벨을 최소화하는 것이 바람직하다.

[0055] 마지막으로, 표유 방사선의 영향은 상이한 타입의 구조체들, 예를 들어 조밀한 라인들 대 격리된 라인들에 대해 상이하다. 결과적으로, 특유한 표유 방사선 패턴은 노광될 각각의 패턴에 대해 나타난다.

[0056] 표유 방사선 프로파일에 따라 표유 방사선을 보상하기 위해, 패터닝 디바이스 패턴이 조정된다. 표유 방사선 레벨이 다음 "세대"의 리소그래피 투영 장치에 대해 감소되는 상황에서(세대라는 표현은 유사한 특성을 갖는 일련의 리소그래피 투영 장치를 칭함), 다음 세대와의 패터닝 디바이스 마스크들의 호환(compatibility)이 가능하지 않을 수도 있다. 각각의 세대에 대해 표유 방사선 패턴이 상이하다. 따라서, 특정한 세대의 리소그래피 투영 장치에 대해 만들어진 표유 방사선에 대한 보정은 다음 세대의 리소그래피 투영 장치에 적용할 수 없으며, 후자는 개선된 표유 방사선 레벨, 즉 더 낮은 표유 방사선을 갖는다. 특히, 다음 세대의 EUV 리소그래피 투영 장치에 대하여, 이러한 타입의 리소그래피 투영 장치에 대한 통상적인 표유 방사선 로드맵은 2009년에는 12 %, 2011년에는 8 %, 2013년에는 4 %임에 따라, 앞서 언급된 바와 같이 호환 가능성의 부족을 야기할 수 있다.

[0057] 이와 유사하게, 패터닝 디바이스는 특정 타입의 리소그래피 투영 장치 소스의 비균일한 파워-스펙트럼(power-spectrum)을 보상하도록 조정될 수 있다. 소스 파워 스펙트럼은 리소그래피 투영 장치의 다음 세대들 간에 상이할 수 있다.

[0058] 그러므로, 리소그래피 투영 장치에서 표유 방사선 레벨을 최소화하기 위한 요구에 추가적으로 또는 대안적으로, 동일한 또는 상이한 리소그래피 장치 상에서 특정한 패터닝 디바이스를 노광할 때에 특정화된 일정한 표유 방사선 패턴 및/또는 소스 파워 스펙트럼을 갖는 것이 바람직할 수 있다.

[0059] 도 3a에 개략적으로 도시된 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 리소그래피 투영 장치는 조명 시스템(IS), 지지 구조체(MT), 기판 홀더(WT), 투영 시스템(PL), 및 섭동 인자들을 보상하도록 구성된 시스템(AES)을 포함한다. 조명 시스템(IS)은 소스(SO) 및 일루미네이터(IL)를 포함한다. 조명 시스템(IS)은 방사선 빔을 제공하도록 구성된다. 지지 구조체(MT)는 방사선 빔의 단면에 패턴을 부여하는 역할을 하는 패터닝 디바이스(예를 들어, 마스크)(MA)를 지지하도록 구성된다. 기판 홀더(WT)는 기판(W)을 유지하도록 구성된다. 투영 시스템(PL)은 기판(W) 상에 패터닝된 빔을 노광시키도록 구성된다. 마지막으로, 시스템(AES)은 기판(W)의 타겟부 상에 노광될 추가 방사선 빔을 제공함으로써 섭동 인자들을 보상하도록 구성된다. 패터닝 디바이스(MA) 상에 제공된 패턴, 및 리소그래피 투영 장치 속성 데이터에 기초하여, 추가 방사선 빔의 단면에 추가 패턴이 부여된다. 리소그래피 투영 장치 속성 데이터는 상이한 리소그래피 장치의 1 이상의 계통적 섭동 인자들의 레벨 및 본성을 특성화하는 데이터이다. 리소그래피 투영 장치 속성 데이터는 표유 방사선 프로파일 및 소스 파워 스펙트럼과 같은 속성들에 관한 것일 수 있다. 본 발명의 일 실시예에서는, 레지스트 속성 데이터에 기초하여 추가 패턴이 부가될 수 있다. 레지스트 속성 데이터는 노광될 기판의 타겟부 상에 제공되는 레지스트를 특성화한다. 레지스트 속성 데이터는 콘트라스트, 민감도, 그리고 화학선 광장에 대한 스펙트럼 반응으로 구성된 그룹으로부터 선택된 적어도 1 이상의 레지스트 속성을 포함할 수 있다.

[0060] 도 3a에 도시된 실시예에서, 섭동 인자들을 보상하도록 구성된 시스템(AES)은 추가적인 노광 시스템이며, 이는 기판(W)의 타겟부가 투영 시스템(PL)으로부터 발생한 방사선 빔에 의해 노광되는 동안에 그 위치에 바람직한

위치에서 추가 방사선 빔으로 노광되도록 위치된다. 기판 테이블(WT)은 제 1 위치 - 즉, 투영 시스템(PL)으로부터 발생한 방사선 빔에 의해 기판 테이블 상에서 기판(W)의 타겟부의 노광에 적절한 위치 -로부터, 제 2 위치 - 즉, 섭동 인자들을 보상하도록 구성된 시스템(AES)으로부터 발생한 추가 방사선 빔에 의해 기판 테이블 상에서 기판(W)의 타겟부의 노광에 적합한 위치 -로, 또한 이와 반대로 이동될 수 있다.

[0061] 섭동 인자들을 보상하는 시스템(AES)에 의해 사용된 파장은 리소그래피 투영 장치에 의해 사용된 파장, 즉 화학선 파장과 상이할 수 있다. 일 실시예에서, 섭동 인자들을 보상하도록 구성된 시스템(AES)에 의해 사용된 파장은 150 내지 300 nm 범위 내의 파장, 더 특별하게는 157 nm, 193 nm, 및 248 nm 중 적어도 1 이상의 파장이다. 이러한 실시예에서, 리소그래피 장치에 의해 사용된 화학선 파장은 일반적으로 극자외 방사선, 즉 10 내지 20 nm 사이, 더 특별하게는 12 내지 14 nm 사이에서 우세한 파장을 갖는 방사선이다.

[0062] 도 3b는 본 발명의 일 실시예에 따른 리소그래피 투영 장치를 개략적으로 도시한다. 도 3b에 도시된 실시예에서, 기판(W)의 타겟부는 투영 시스템(PL)으로부터 발생한 방사선 빔에 의한 노광에 대해, 그리고 섭동 인자들을 보상하도록 구성된 시스템(AES)으로부터 발생한 추가 방사선 빔에 의한 노광에 대해 동일한 위치에서 유지될 수 있다. 이를 위해, 섭동 인자들을 보상하도록 구성된 시스템(AES)은, 당업자들에게 알려진 방식으로, 커플링 유닛(CU1, CU2)을 통해 조명 시스템(IS) 내의 방사선 소스(SO)와 기판 테이블(WT) 상에 제공된 기판(W) 사이의 광학 경로 안으로 섭동 인자들을 보상하도록 구성된 시스템(AES)으로부터 발생한 방사선을 커플링함으로써 투영 시스템(PL)을 이용할 수 있다.

[0063] 당업자라면 이해할 수 있는 바와 같이, 비록 도 3b에는 2 개의 커플링 유닛들(CU1, CU2)만이 도시되어 있지만 (각각의 커플링 유닛은 섭동 인자들을 보상하도록 구성된 시스템(AES1, AES2)에 각각 대응함), 섭동 인자들을 보상하도록 구성된 단일 시스템(AES1 또는 AES2)으로부터 발생한 방사선을 커플링하기 위해 단순히 단일 커플링 유닛(CU1 또는 CU2)만을 사용할 수도 있다.

[0064] 시스템(AES1)만이 사용되는 일 실시예에서, 앞서 언급된 방사선 빔을 이용하여 리소그래피 노광에 사용된 패터닝 디바이스(MA)는, 섭동 인자들의 차이, 예를 들어 표유 방사선 패턴 및 소스 파워 스펙트럼의 차이를 보상하기 위해 앞서 언급된 추가 방사선 빔을 이용하여 추가 노광에도 사용된다. 섭동 인자들을 보상하도록 구성된 시스템(AES1)에 의해 사용된 파장은 리소그래피 장치의 소스(SO)에 의해 사용된 파장과 상이할 수 있다. 이러한 경우, 개구수 및 투영 시스템(PL)의 적절한 디포커스와 같은 특성들을 조정하기 위해 여러 조치들이 취해질 수 있다. 후자에 관한 더 자세한 설명은 도 4 및 도 5를 참조하여 제공될 것이다.

[0065] 일 실시예에서, 섭동 인자들을 보상하도록 구성된 시스템(AES1)에 의해 사용된 파장은 150 내지 300 nm 범위 내의 파장, 더 특별하게는 157 nm, 193 nm, 및 248 nm 중 적어도 1 이상의 파장이다. 이러한 실시예에서, 리소그래피 장치에 의해 사용된 파장, 즉 화학선 파장은 일반적으로 극자외 방사선, 즉 10 내지 50 nm 사이, 더 특별하게는 12 내지 14 nm 사이에서 우세한 파장을 갖는 방사선이다.

[0066] 시스템(AES2)만이 사용되는 일 실시예에서, 시스템(AES2)은 추가 패터닝 디바이스를 포함한다. 추가 패터닝 디바이스는 플레이어와 같은 계통적 섭동 인자들을 보상하는데 사용될 수 있는 패턴을 포함한다.

[0067] 일 실시예에서, 추가 노광 시스템(AES2)에 의해 사용된 파장은 리소그래피 장치의 소스(SO)에 의해 사용된 파장, 즉 화학선 파장과 상이하다. 이러한 경우, 도 4 및 도 5를 참조하여 더 자세히 설명되는 바와 같이, 투영 시스템의 적절한 디포커스를 조정하기 위해 여러 조치들이 취해질 수 있다.

[0068] 일 실시예에서, 섭동 인자들을 보상하도록 구성된 시스템(AES2)에 의해 사용된 파장은 150 내지 300 nm 범위 내의 파장, 더 특별하게는 157 nm, 193 nm, 및 248 nm 중 적어도 1 이상의 파장이다. 이러한 실시예에서, 리소그래피 장치에 의해 사용된 파장, 즉 화학선 파장은 일반적으로 극자외 방사선, 즉 1 내지 50 nm 사이, 더 특별하게는 12 내지 14 nm 사이에서 우세한 파장을 갖는 방사선이다.

[0069] 도 4는 본 발명의 일 실시예에서 사용될 수 있는 섭동 인자들을 보상하도록 구성된 시스템, 예를 들어 도 3a에 개략적으로 도시된 바와 같은 리소그래피 투영 장치에서 사용될 수 있는 추가 노광 시스템의 일 실시예를 개략적으로 도시한다.

[0070] 이 실시예에서, 섭동 인자들을 보상하도록 구성된 시스템(AES)은 소스(SO'), 추가적인 일루미네이터(IL') 및 제어 유닛(1)을 포함한다. 추가적인 일루미네이터(IL')는 프로그램가능한 방사선 변조 어레이(2), 예를 들어 변형가능한 거울 디바이스(DMD)를 포함한다. 제어 유닛(1)은 패터닝 디바이스(MA)에 의해 제공된 패턴에 기초하여 프로그램가능한 방사선 변조 어레이(2)를 제어하도록 구성된다. 이 실시예에서, 추가적인 일루미네이터(IL')는 추가 방사선 빔을 컨디셔닝하기 위해 프로그램가능한 방사선 변조 어레이(2)와 조합하는  $\frac{1}{4}$ -파장( $\lambda/4$ )

플레이트(5) 및 편광 빔 스플리터(3)를 더 포함한다. 마지막으로, 도 4에 도시된 실시예에서, 섭동 인자들을 보상하도록 구성된 시스템(AES)은 기판 테이블(WT) 상에 제공된 기판(W)의 타겟부 상으로 프로그램가능한 방사선 변조 어레이(2)에 의해 제공된 이미지를 투영하는 투영 광학기(PL')를 포함한다. 표유 방사선 패턴의 차이를 보상하는 경우, 표유 방사선 원의 직경과 흡사하도록, 프로그램가능한 방사선 모듈 어레이(2)에 의해 제공된 이미지를 현격히 아웃 포커스로(far out-of-focus) 기판(W)의 타겟부 상에 투영하는 것이 바람직할 수 있다. 적절한 포커스 설정들을 달성하기 위하여, 기판(W)이 제공된 기판 테이블(WT)과 투영 광학기(PL') 사이의 거리가 조정될 수 있다. 이는 서로를 향하거나 서로 멀어지는 방향으로 투영 광학기(PL') 및/또는 기판 테이블(WT)을 이동시킴으로써, 대안적으로는 서로에 대해 동시에 이들을 이동시켜 투영 광학기(PL')와 기판 테이블(WT) 사이의 거리를 변경시킴으로써 행해질 수 있다.

[0071] 추가적으로 또는 대안적으로, 투영 시스템(PL')은 줌 콘덴서 렌즈(zoom condenser lens: 15)를 포함하며, 줌 콘덴서 렌즈(15)는 적어도 2 이상의 이동가능한 렌즈들을 포함한다. 줌 콘덴서는 프로그램가능한 방사선 변조 어레이(2)와 기판(W)의 타겟부 사이에 위치된다. 줌 콘덴서 렌즈(15)는 패터닝된 추가 방사선 빔의 배율을 조정하도록 구성된다. 서로에 대한 적어도 2 이상의 이동가능한 렌즈들의 협약된 이동(concerted movement)에 의해, 투영된 이미지는 기판 레벨에서 포커스 내에 유지되는 한편, 이미지 배율이 조정된다. 결과적으로, 표유 방사선과 같은 계통적 섭동 인자들에 대해 바람직한 설정이 확립될 수 있다.

[0072] 제어 유닛(1)은 입력부(7), 프로세서(9) 및 출력부(11)를 포함할 수 있다. 입력부(7)는 패턴 데이터, 예를 들어 그래픽 디자인 시스템 II(GDSII) 데이터를 수신하도록 구성될 수 있으며, 그래픽 디자인 시스템 II는 패터닝 디바이스(MA)의 패턴에 기초하여 기판 상에 노광될 구조체들을 나타내는데 사용된 데이터 포맷이다. 프로세서(9)는 패턴 데이터에 기초하여 방사선 변조 데이터를 계산하도록 구성될 수 있다. 출력부(11)는 프로그램가능한 방사선 변조 어레이(2)로 방사선 변조 데이터를 보내도록 구성될 수 있다.

[0073] 일 실시예에서, 제어 유닛(1)은 추가 입력부(13)를 더 포함한다. 추가 입력부(13)는 리소그래피 투영 장치 속성 데이터를 수신하도록 구성될 수 있다. 이 실시예에서, 프로세서(9)는 패턴 데이터 및 리소그래피 투영 장치 속성 데이터에 기초하여 방사선 변조 데이터를 계산하도록 구성될 수 있다. 리소그래피 투영 장치 속성 데이터는 리소그래피 투영 장치의 적어도 1 이상의 속성, 예를 들어 리소그래피 투영 장치의 소스 파워 스펙트럼 및/또는 표유 방사선 프로파일과 관련된다.

[0074] 추가 입력부(13)는 부가적으로 또는 대안적으로 레지스트 속성 데이터를 수신하도록 구성될 수 있다. 레지스트 속성 데이터는 노광될 기판의 타겟부 상에 제공된 레지스트를 특성화한다. 레지스트 속성 데이터는 콘트라스트, 민감도, 그리고 화학선 파장에 대한 스펙트럼 반응으로 구성된 그룹으로부터 선택된 적어도 1 이상의 레지스트 속성을 포함할 수 있다.

[0075] 당업자라면 이해할 수 있는 바와 같이, 도 4에 개략적으로 나타낸 바와 같이 섭동 인자들을 보상하도록 구성된 시스템(AES)의 실시예는 도 3b에 개략적으로 도시된 바와 같은 1 이상의 커플링 유닛들을 통해, 리소그래피 투영 장치에서 기판 테이블(WT) 상에 제공된 기판(W)과 소스(SO) 사이의 광학 경로 안으로 커플링될 수 있다.

[0076] 도 5는 본 발명의 일 실시예를 사용하는 리소그래피 투영 장치의 세부를 개략적으로 도시한다.

[0077] 도시된 실시예에서는, 반사 리소그래피 투영 장치, 예를 들어 EUV-방사선을 사용하는 리소그래피 투영 장치가 사용된다. 이러한 리소그래피 투영 장치에서, 투영 시스템(PL)은 다수의 거울들, 도 5에서는 6 개의 거울들(각각 M1 내지 M6으로 나타냄)을 포함한다. 조명 시스템으로부터 발생한 방사선뿐만 아니라 섭동 인자들을 보상하도록 구성된 시스템으로부터 발생한 방사선은 사전설정된 각도에서 패터닝 디바이스(MA) 상으로 지향되며, 투영 시스템(PL)을 향해 반사된다. 조명 시스템으로부터 발생한 방사선 빔, 즉 앞서 언급된 방사선 빔, 및 섭동 인자들을 보상하도록 구성된 시스템으로부터 발생한 추가 방사선 빔의 방사선 경로가 점선의 화살표로 개략적으로 도시되어 있다.

[0078] 도 5에 도시된 실시예는 투영 시스템 외부의 커플링 유닛, 예를 들어 투영 시스템 안으로 추가 방사선 빔을 커플링하는, 도 3b에 개략적으로 도시된 바와 같은 커플링 유닛(CU1)을 사용할 수 있다. 대안적으로 또는 추가적으로, 추가 방사선 빔은 리소그래피 투영 장치의 소스, 예를 들어 도 3b의 소스(SO)에 의해 방출된 대역외 방사선에 의해 컨디셔닝될 수 있다. 후자의 경우에는, 커플링 유닛이 반드시 사용될 필요는 없다.

[0079] 방사선 빔과 추가 방사선 빔 둘 모두는 동시에 노광될 수 있다. 대안적으로 또는 추가적으로, 상기 빔들은 후속하여 노광될 수 있다. 노광 시 도즈 레벨을 조정하기 위해, 추가 방사선 빔만이 사용되는 노광 단계가 추구될 수 있다. 표유 방사선 패턴의 차이를 보상하는 경우, 표유 방사선 원의 직경과 흡사하도록, 패터닝 디바이

스(MA)를 현격히 아웃 포커스로 기판(W)의 타겟부 상에 투영하는 것이 바람직할 수 있다. 아웃 포커스 노광을 달성하기 위해, 몇몇 조치들이 취해질 수 있다. 일 실시예에서, 기판 테이블(WT)은 양방향 화살표(21)로 개략적으로 나타낸 바와 같이 아웃 포커스로 이동될 수 있다. 일 실시예에서, 거울(M6)은 양방향 화살표(23)로 개략적으로 나타낸 바와 같이 아웃 포커스로 이동될 수 있다. 일 실시예에서는, 추가 광학 요소(25)가 양방향 화살표(27)로 개략적으로 나타낸 광학 경로 안으로 이동될 수 있다. 추가 광학 요소(25)는 포지티브 렌즈(positive lens), 네거티브 렌즈(negative lens), 또는 제 1 타입의 방사선에 대해서는 실질적으로 투명하고 제 2 타입의 방사선에 대해서는 실질적으로 투명하지 않도록 구성된 광학 요소일 수 있다. 제 1 타입의 방사선은 100 nm 내지 300 nm 사이의 파장을 갖는 방사선일 수 있는 한편, 제 2 타입의 방사선은 EUV-방사선, 즉 5 nm 내지 50 nm 사이, 더 특별하게는 12 nm 내지 15 nm 사이의 파장을 갖는 방사선일 수 있다. 기판의 타겟부 상에 패터닝 디바이스 패턴의 아웃 포커스 이미지를 조성하기 위해 상기에 언급된 여러 조치들의 조합을 사용할 수 있음은 물론이다.

[0080] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 리소그래피 투영 장치에서 섭동 인자들을 보상하는 방법의 흐름도이다. 먼저, 단계 31에서, 예를 들어 조명 시스템에 의해 방사선 빔이 컨디셔닝된다. 후속하여, 단계 33에서, 패터닝된 방사선 빔을 형성하기 위해, 패터닝 디바이스, 예를 들어 마스크에 의해 방사선 빔의 단면에 패턴이 부여된다. 그 후, 단계 35에서, 패터닝된 방사선 빔은 투영 시스템을 이용하여 기판의 타겟부 상으로 투영될 수 있다.

[0081] 단계 37에서, 패터닝 디바이스 상에 제공된 패턴으로부터 추가 패턴이 도출된다. 이를 위해, 프로세서, 예를 들어 도 7을 참조하여 설명된 바와 같은 컴퓨터 조립체 내의 프로세서가 사용될 수 있다. 당업자가 이해하는 바와 같이 단계 31에서 방사선 빔을 컨디셔닝하기 이전 또는 이후에, 추가 패턴의 도출이 동시에 수행될 수 있다.

[0082] 일 실시예에서, 추가 패턴을 도출하는 단계는 패턴 데이터를 수신하는 단계, 및 상기 패턴 데이터에 기초하여 방사선 변조 데이터를 계산하는 단계를 포함한다. 패턴 데이터는 GDSII 데이터일 수 있다. 방사선 변조 데이터는, 예를 들어 프로그램 가능한 패터닝 디바이스 등을 이용하여 상기 언급된 추가 패턴을 형성하기에 적합할 수 있다. 방사선 변조 데이터를 계산하는 단계는, 패턴 데이터 상에 푸리에 변환을 실행하여 변환 데이터를 형성하는 단계, 저역-통과 변환 데이터를 형성하기 위해, 저역-통과 필터(low-pass filter)를 통해 상기 변환 데이터를 통과시키는 단계, 및 상기 저역-통과 변환 데이터에 역 푸리에 변환을 실행하여 상기 언급된 방사선 변조 데이터를 형성하는 단계를 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 저역-통과 필터를 통과한 후, 상기 계산하는 단계는 대안적으로 표유 방사선 프로파일을 제공하는 단계, 상기 저역-통과 변환 데이터 및 상기 표유 방사선 프로파일에 기초하여 또 다른 저역-통과 변환 데이터를 계산하는 단계, 및 상기 또 다른 저역-통과 변환 데이터 상에 역 푸리에 변환을 실행하여 방사선 변조 데이터를 형성하는 단계를 포함한다.

[0083] 단계 37에서 추가 패턴을 도출한 후, 단계 39에서, 예를 들어 추가 노광 시스템에 의해 추가 방사선 빔이 컨디셔닝된다. 추가 방사선 빔은 단계 31에서 조명 시스템에 의해 방사선 빔을 컨디셔닝함과 동시에 컨디셔닝될 수 있다. 대안적으로, 추가 방사선 빔을 컨디셔닝하는 단계는 패터닝 디바이스 및 투영 시스템을 통해 조명 시스템으로부터 발생한 패터닝된 방사선 빔을 투영하는 후속 단계일 수 있다.

[0084] 후속하여, 단계 41에서, 패터닝된 추가 방사선 빔을 형성하기 위해 추가 방사선 빔의 단면에 추가 패턴이 부여된다. 마지막으로, 단계 43에서, 패터닝된 추가 방사선 빔은 기판의 타겟부 상으로 투영된다.

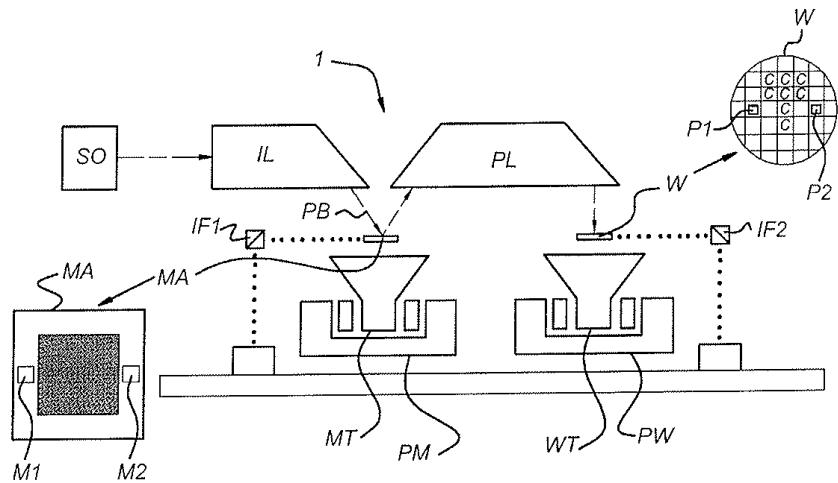
[0085] 일 실시예에서, 단계들 37, 39, 41 및 43은 단계 31에서 방사선 빔을 컨디셔닝하기 이전에 또는 동시에 수행된다. 이 실시예에서, 방사선 빔에 의한 노광과 노광-후 베이크(post-exposure bake) 사이에서 경과한 시간은 다소 일정하게 유지되는데, 즉 이는 패터닝된 추가 방사선 빔에 의한 노광이 필요한지 여부나 또는 어느 정도 필요한지에 의존하지 않는다.

[0086] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따른 리소그래피 투영 장치에 의해 사용될 수 있는 컴퓨터 조립체(100)의 일 실시예를 개략적으로 도시한다. 이러한 컴퓨터 조립체(100)는 제어 유닛, 예를 들어 도 4에 개략적으로 도시된 제어 유닛(1)의 형태로 된 전용 컴퓨터일 수 있다. 컴퓨터 조립체(100)는 리소그래피 투영 장치를 제어하는 중앙 컴퓨터일 수 있다. 컴퓨터 조립체(100)는 컴퓨터 실행 가능한 코드를 포함하는 컴퓨터 판독 가능한 매체를 포함하거나 로딩하도록 구성될 수 있다. 이는, 컴퓨터 판독 가능한 매체가 로딩되거나 포함될 때, 컴퓨터 조립체(100)로 하여금 리소그래피 투영 장치에서 섭동 인자들을 보상하는 상기 언급된 방법의 실시예를 실행할 수 있게 한다. 추가적으로 또는 대안적으로, 이는, 컴퓨터 판독 가능한 매체가 로딩되거나 포함될 때, 컴퓨터 조립체(100)로 하여금 본 발명의 일 실시예, 예를 들어 도 3 내지 도 5를 참조하여 설명된 바와 같은 실시예에 따른 리소그래피 투영 장치를 이용하여 기판의 타겟부가 패터닝되는 디바이스 제조 방법을 실행하게 할 수 있다.

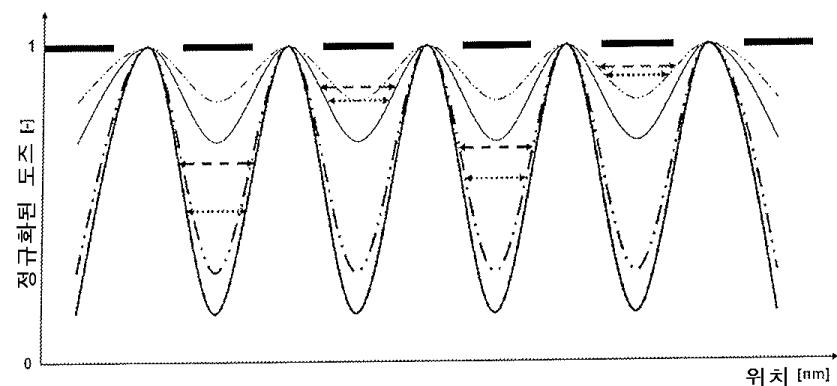
- [0087] 컴퓨터 조립체(100)는 프로세서(101), 예를 들어 제어 유닛(1)의 프로세서(9)를 포함하며, 메모리(105)를 더 포함할 수 있다. 프로세서(101)에 연결된 메모리(105)는 하드 디스크(111), ROM(read only memory: 112), EEPROM(electrically erasable programmable read only memory: 113) 및/또는 RAM(random access memory: 114)과 같은 컴퓨터 관독가능한 매체를 포함할 수 있다. 앞서 언급된 메모리 구성요소들 모두가 존재해야 하는 것은 아니다. 또한, 앞서 언급된 메모리 구성요소들은 물리적으로 프로세서(101)에, 또는 서로 가까이 있지 않아도 된다. 이들은 서로 멀리 떨어진 거리에 위치될 수도 있다.
- [0088] 또한, 프로세서(101)는 일종의 사용자 인터페이스, 예를 들어 키보드(115) 및/또는 마우스(110)에 연결될 수 있다. 또한, 터치 스크린, 트랙 볼(track ball), 스피치 컨버터(speech converter), 또는 당업자에게 알려진 다른 인터페이스들이 사용될 수도 있다.
- [0089] 프로세서(101)는 관독 유닛(117)에 연결될 수 있으며, 이는, 예를 들어 컴퓨터 실행가능한 코드의 형태로 된 데이터를 관독하고, 몇몇 상황들로부터 또는 몇몇 상황들 하에서는 플로피 디스크(118) 또는 CD-ROM(119)과 같은 컴퓨터 관독가능한 매체 상에 데이터를 저장하도록 구성된다. 또한, DVD 또는 당업자에게 알려진 다른 컴퓨터 관독가능한 매체가 사용될 수도 있다.
- [0090] 또한, 프로세서(101)는 종이에 출력 데이터를 프린트하는 프린터(120)뿐만 아니라, 디스플레이(121), 예를 들어 모니터, 예컨대 LCD(liquid crystal display), 또는 당업자에게 알려진 다른 형태의 디스플레이에 연결될 수도 있다.
- [0091] 프로세서(101)는 입력/출력(I/O)(123)을 담당하는 송신기/수신기(53)에 의해 통신 네트워크(122), 예를 들어 PSTN(public switched telephone network), LAN(local area network), WAN(wide area network) 등에 연결될 수 있다. 프로세서(101)는 통신 네트워크(122)를 통해 또 다른 통신 시스템들과 통신하도록 구성될 수 있다. 일 실시예에서, 통신 네트워크(122)를 통해 외부 컴퓨터(도시되지 않음), 예를 들어 조작자의 개인용 컴퓨터들이 프로세서(101)로 로그(log)할 수 있다.
- [0092] 프로세서(101)는 독립 시스템(independent system)으로서, 또는 병렬로 작동하는 다수의 처리 유닛들로서 구현될 수 있으며, 각각의 처리 유닛은 더 큰 프로그램의 서브-작업들을 실행하도록 구성된다. 또한, 처리 유닛들은 1 이상의 서브처리 유닛들을 갖는 1 이상의 주 처리 유닛들로 나누어질 수 있다. 프로세서(101)의 처리 유닛은 심지어 또 다른 처리 유닛과 멀리 떨어져서 위치될 수도 있으며, 통신 네트워크(122)를 통해 통신할 수 있다.
- [0093] 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. 당업자라면, 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 이해할 것이다. 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 여러 번 처리된 층들을 포함한 기판을 칭할 수도 있다.
- [0094] 본 명세서에서 사용된 "방사선" 및 "빔"이라는 용어는 (예를 들어, 365, 355, 248, 193, 157 또는 126 nm, 또는 그 정도의 파장을 갖는) 자외(UV) 방사선을 포함하는 모든 형태의 전자기 방사선을 포괄한다.
- [0095] 본 명세서가 허용하는 "렌즈"라는 용어는, 굴절, 반사, 자기, 전자기 및 정전기 광학 구성요소들을 포함하는 다양한 형태의 광학 구성요소들 중 어느 하나 또는 그 조합으로 언급될 수 있다.
- [0096] 이상, 본 발명의 특정 실시예가 설명되었지만 본 발명은 설명된 것과 다르게 실시될 수 있다는 것을 이해할 것이다. 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.
- [0097] 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.

## 도면

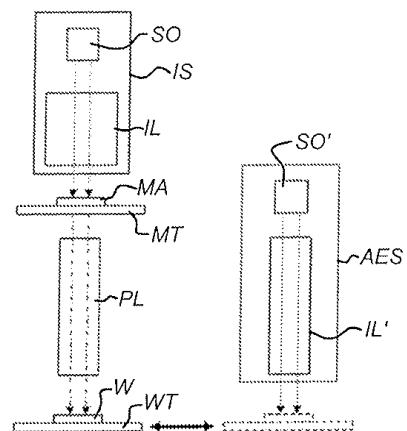
## 도면1



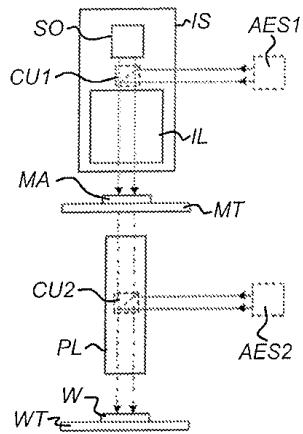
## 도면2



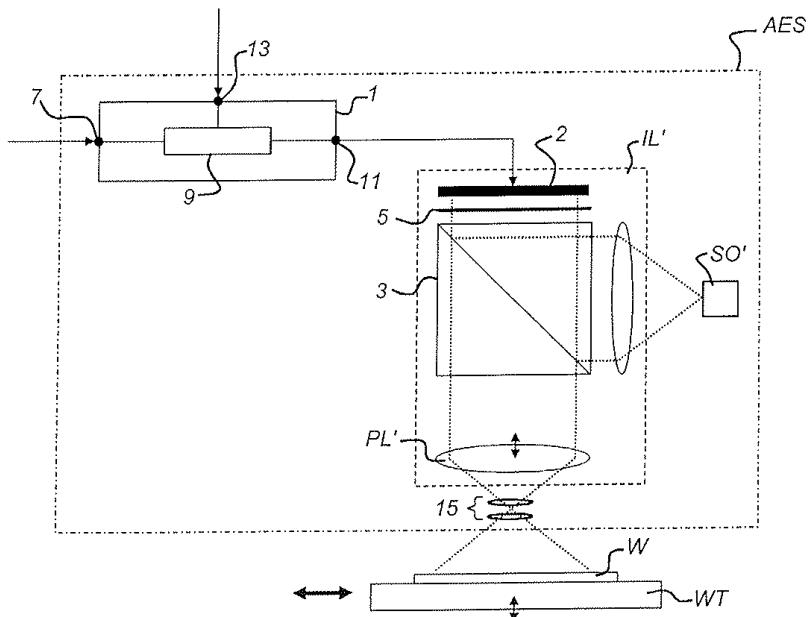
## 도면3a



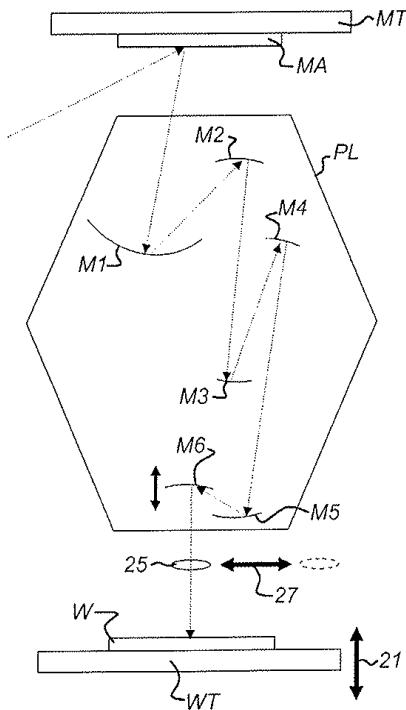
도면3b



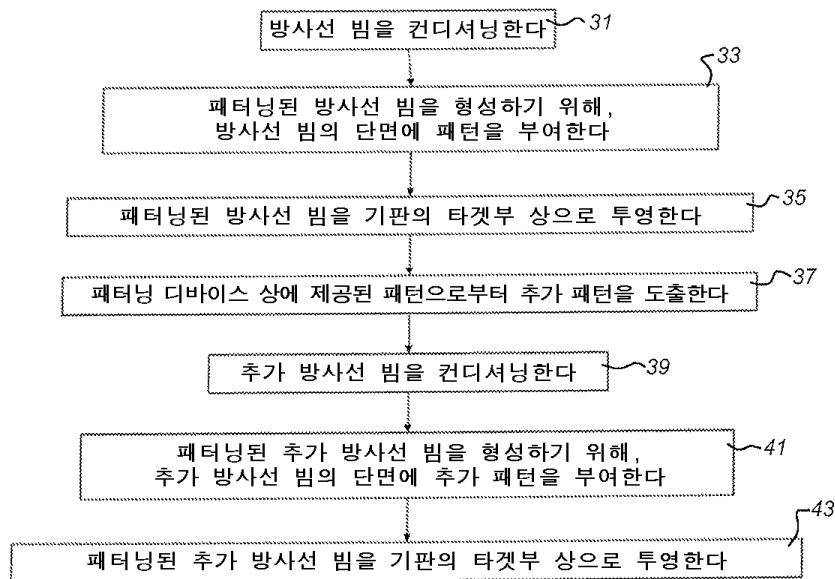
도면4



## 도면5



## 도면6



도면7

