



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0119012  
(43) 공개일자 2013년10월30일

- (51) 국제특허분류(Int. C1..)  
*G02B 5/08* (2006.01) *H01L 21/027* (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2013-7026480(분할)
- (22) 출원일자(국제) 2007년07월24일  
심사청구일자 2013년10월07일
- (62) 원출원 특허 10-2009-7002879  
원출원일자(국제) 2007년07월24일  
심사청구일자 2012년07월24일
- (85) 번역문제출일자 2013년10월07일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2007/016648
- (87) 국제공개번호 WO 2008/020965  
국제공개일자 2008년02월21일
- (30) 우선권주장  
11/505, 177 2006년08월16일 미국(US)
- (71) 출원인  
사이먼 엘엘씨  
미국 캘리포니아 92127-2413 샌디에고 쏜민트 코트 17075
- (72) 발명자  
포렌코프 이고르 브이.  
미국 캘리포니아 92129 포웨이 자날 웨이 14390  
보워링 노버트 알.
- (74) 대리인  
송봉식, 정삼영

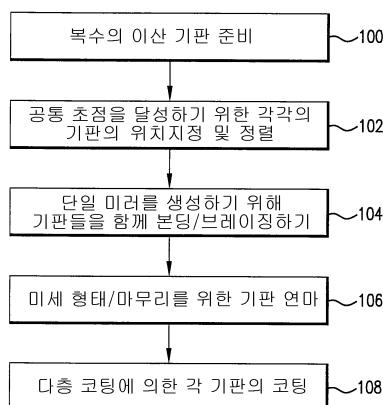
전체 청구항 수 : 총 4 항

(54) 발명의 명칭 EUV 읍티스

### (57) 요 약

제1 특징에서, 복수의 이산 기판을 제공하는 단계; 상기 기판의 각각이 공통 초점으로 방위지정되는 배열로 상기 기판을 고정하는 단계; 및 그 다음에, 상기 기판중 적어도 하나를 연마하는 단계; 상기 기판의 각각을 각각의 EUV 반사성 다층 코팅으로 코팅하는 단계;를 포함하는 EUV 광원 미러 제조 방법이 개시되어 있다. 또 다른 특징에서, 기판; Si, C, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, B<sub>4</sub>C, SiC 및 Cr으로 구성된 재료의 그룹으로부터 선택된 스무딩 레이어로서, 에너지 증착(deposition) 컨디션을 사용하여 증착되는 스무딩 레이어; 및 상기 스무딩 레이어를 오버라이하는 (overlying) 다층 EUV 코팅을 포함할 수 있는 EUV 광용 읍티스가 개시되어 있다. 또 다른 특징에서, EUV 미러용 부식 방지 다층 코팅은 Si의 올터네이팅 레이어 및, 질소 및 5주기 전이금속을 갖는 화합물 재료를 포함할 수 있다.

**대 표 도** - 도2



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

수직 입사 EUV 광원 미러 제조 방법에 있어서,  
적어도 하나가 마스터 패턴으로부터 복제에 의해 제조된 복수의 이산 기판을 제공하는 단계;  
상기 이산 기판의 각각을 각각의 수직 입사 EUV 반사성 다층 코팅으로 코팅하는 단계; 및  
단일 미리를 형성하기 위해 상기 코팅된 기판을 함께 고정하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 수직 입사 EUV 광원 미러 제조 방법.

### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 기판의 각각은 니켈을 포함하는 것을 특징으로 하는 수직 입사, EUV 광원 미러 제조 방법.

### 청구항 3

서포트 스트럭처; 및

각각의 EUV 반사성 다층 코팅으로 각각 코팅된 복수의 이산 기판;을 포함하고, 상기 복수의 이산 기판 중 적어도 하나는 상기 서포트 스트럭처에 이동가능하도록 장착되는 것을 특징으로 하는 EUV 광원 미러 어셈블리.

### 청구항 4

제3항에 있어서, 상기 복수의 이산 기판 중 적어도 하나를 상기 서포트 스트럭처에 이동가능하도록 장착하기 위한 액추에이터를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 EUV 광원 미러 어셈블리.

## 명세서

### 기술분야

[0001] 본원은 EUV OPTICS 표제의 2006년 8월 16일에 출원된 미국 특허 출원 제11/505,177호 대해 우선권을 주장하고, 공동 계류중인 LPP EUV LIGHT SOURCE DRIVE LASER SYSTEM 표제의, 대리인 번호 2005-0044-01의 2005년 6월 29일에 출원된 미국 특허 출원 제11/174,299호, VERY NARROW BAND, TWO CHAMBER, HIGH PER RATE GAS DISCHARGE LASER SYSTEM 표제의 2003년 9월 23일에 특허 인정된 미국 특허 6,625,191호, INJECTION SEEDED LASER WITH PRECISE TIMING CONTROL 표제의 2003년 4월 15일에 특허 인정된 미국 특허 제6,529,551호 및 VERY NARROW BAND, TWO CHAMBER, HIGH PER RATE GAS DISCHARGE LASER SYSTEM 표제의 2003년 4월 20일에 특허 인정된 미국 특허 제6,567,450호와 관련되어 있고, 이것들은 여기에 언급되어 통합되어 있다.

[0002] (분야)

[0003] 본 발명은 소스 재료로부터 생성되고 극자외선(EUV) 광원 생성 챔버의 외부에서 사용되기 위해, 예를 들어, 대략 50nm 이하의 파장에서 포토리소그래피를 제조하는 반도체 집적 회로를 위해 포커스로 수집되고 지향되는 플라즈마로부터의 EUV 광을 제공하는 EUV 광 생성기에 관한 것이다.

### 배경기술

[0004] 대략 50nm 이하의 파장을 갖고 약 13.5nm의 파장의 광을 포함하는 EUV 광, 예를 들어, 전자기선 (가끔 소프트 x선으로 불린다)은 기판, 예를 들어, 실리콘 웨이퍼에서 극히 작은 특징을 생성하기 위해 포토리소그래피 프로세스에서 사용될 수 있다.

[0005] EUV 광 생성 방법은 원소, 예를 들어, 크세논, 리튬 또는 주석, 인듐, 안티몬, 텔루르, 알루미늄등, EUV 범위에서 이미션 라인을 갖는 원소를 갖는 재료를 플라즈마 상태로 변환시키는 단계를 포함하지만 이에 제한되는 것은 아니다. 이러한 방법에서, 종종 레이저-생성 플라즈마(LPP) 요구된 플라즈마는 레이저 빔을 갖는, 요구된 라인

-이미션 원소를 갖는 재료의 방울, 스트림 또는 클러스터와 같은 타겟 재료를 조사함으로써 생성될 수 있다.

- [0006] 일단 생성되면, EUV 광은 보통 다층 미러(때로 콜렉터 미러로 불린다)에 의해 반사된다. 예를 들어, 하나의 셋업에서, 레이저 광이 조사 사이트에서 타겟 재료를 통과하고 도달할 수 있도록 하는 애피쳐를 갖는 수직 입사 타원형 반사기가 사용될 수 있다. 하나의 배열에서, 장형 타원형상의 콜렉터는 그 제1 포커스가 조사 사이트에 위치되고 그 제2 포커스가, EUV 광이 광원으로부터 출력되고 예를 들어, 집적 회로 리소그래피 툴에 입력될 수 있는 소위 중간 포인트(또한 중간 포커스로 불린다)에 위치지정되도록 하는 포지션을 가지선을 가질 수 있다.
- [0007] 일부 리소그래피 툴은 이러한 툴의 포토마스크/레티클을 효율적으로 조사하기 위해 아크 필드 조명 필드를 사용 한다. 예를 들어, 2001년 4월 3일에 Sweatt 등에게 발행되고, 여기에 언급되어 통합된 "EXTREME-UV LITHOGRAPHY CONDENSOR" 표제의 미국 특허 제6,210,865호를 참조하라. 따라서, 이러한 타입의 툴에 대하여, 플라즈마 조사 사이트에서 생성된 EUV 광은 아크 필드를 생성하기 위해 수집, 집중 및 형상화될 필요가 있을 수 있다. 보통, EUV 광에 대해, 각각의 반사가 대략 20-40%의 인-밴드 강도를 유발하는, 반사성 옵틱스, 예를 들어, 그레이징 및/또는 수직 입사 미러가 사용된다. 따라서, 플라즈마 조사 사이트와 포토마스크/레티클 사이에서 가능한 한 적은 옵틱을 사용하는 것이 바람직할 수 있다.
- [0008] 높은 볼륨의 EUV 광원을 설계할 때 자주 고려되는 또 다른 요인은 레이저 입력 윈도우, 콜렉터 미러 및/또는 메트로롤지 장비와 같은 EUV 광원 옵틱스에 손상을 줄 수 있는 드브리스의 발생 및 완화이다. 따라서, 적어도 일부 소스 재료에 대해, 플라즈마의 생성은 또한 다양한 플라즈마 챔버 광학 엘리먼트의 동작 효율을 잠재적으로 손상을 줄 수 있거나 감소시킬 수 있는, 플라즈마 챔버내의 원치않는 부산물(예를 들어, 드브리스)를 생성할 수 있다. 이러한 드브리스는 플라즈마 형성으로부터의 아웃-오브-밴드 광자, 고에너지 이온 및 산란된 드브리스, 예를 들어, 소스 재료의 원자 및/또는 클럽프/미세방울을 포함할 수 있다. 이러한 드브리스는 또한 제2 스퍼터링으로부터 챔버 재료를 그리고 전기 방전 타입의 시스템의 경우에, 전자 재료를 포함할 수 있다. 이러한 이유로 인해, 자주, 주어진 EUV 출력 파워에 대하여 형성된 드브리스의 타입, 관련된 양 및 전체 양을 최소화하기 위해 하나 이상의 기술을 채용하는 것이 바람직하다. 타겟 사이즈, 예를 들어, 방울 직경 및/또는 타겟 마크업, 예를 들어, 화학적 성질이 드브리스를 최소화하기 위해 선택될 때, 타겟은 종종 소위 "질량 제한된" 타겟으로 불린다.
- [0009] 고에너지 이온 및/또는 소스 재료 드브리스는 광학 엘리먼트의 가열, 광 전송율을 감소시키는 재료로써 광학 엘리먼트를 코팅하는 것, 광학 엘리먼트내로의 침투 및 구조적 완전성 및/또는 광학 특성, 예를 들어, 이러한 짧은 파장에서 광을 반사시키는 미러의 능력에 손상을 주는 것, 광학 엘리먼트를 부식시키는 것 및/또는 광학 엘리먼트내로 확산하는 것을 포함하는 다양한 방법으로 광학 엘리먼트에 손상을 줄 수 있다. 따라서, 드브리스 감소 및/또는 드브리스의 충격을 감소시키는 적합한 기술은 높은 볼륨의 EUV 광원의 설계에서 고려될 필요가 있다.
- [0010] 드브리스의 영향을 감소시키는 한 방법은 콜렉터 미러를 조사 사이트로부터 멀리 이동시키는 것이다. 이것은 동일한 양의 광을 수집하기 위해 보다 큰 콜렉터 미러를 사용하는 것을 의미한다. 콜렉터 미러의 성능, 예를 들어, 초점에 가능한 많은 인-밴드 광을 정확하게 지향시키는 능력은 형태 및 표면 마무리, 예를 들어, 콜렉터의 거칠기에 달려 있다. 예상할 수도 있는 바와 같이, 콜렉터 미러의 사이즈가 증가함에 따라 적합한 형태 및 표면 마무리를 생성하는 것이 점점 더 어려워지고 있다. 보통, 이러한 EUV 콜렉터 미러는 다층 유전체 코팅, 예를 들어, Mo/Si로 오버레이된 모노리딕 기판을 포함하였다. 적용에 따라, 이러한 다층 미러는 또한 하나 이상의 인터페이스에서 증착된 주석 배리어 층을 포함할 수 있고 일부 경우에 캡핑 층을 포함할 수 있다. 콜렉터 미러 기판 필요조건은 다음중 하나 이상을 포함할 수 있다: 진공 호환성, 기계적 강도, 예를 들어, 고온 강도, 높은 열전도율, 낮은 열팽창, 치수적 안정도, 적합한 형태 및 마무리로 연마되는 능력 및 브레이징되거나 본딩되는 능력.
- [0011] 이러한 점들을 염두에 두고, 발명자는 콜렉터 미러를 포함하는 EUV 옵틱스, 상응하는 제조 방법 및 그 사용 방법을 개시하고 있다.

### **발명의 내용**

#### **과제의 해결 수단**

- [0012] 제1 특징에서, 복수의 이산 기판을 제공하는 단계; 상기 기판의 각각이 공통 초점으로 방위지정되는 배열로 상

기 기판을 고정하는 단계; 및 그 다음에, 상기 기판중 적어도 하나를 연마하는 단계; 상기 기판의 각각을 각각의 EUV 반사성 다층 코팅으로 코팅하는 단계;를 포함하는 EUV 광원 미러 제조 방법이 개시되어 있다. 상기 미러는 수직 입사 미러 또는 그레이징 입사 미러일 수 있다. 하나의 실시예에서, 이러한 배열은 타원형을 포함하고, 하나의 특정 실시예에서, 이러한 타원형은 500mm 보다 큰 직경을 갖는다. 하나의 실시예에서 복수의 기판은 9개의 기판을 포함할 수 있다. 코팅 기판을 고정하는 단계는 본딩 및/또는 브레이징에 의해 달성될 수 있다.

[0013] 또 다른 특징에서, 기판; Si, C,  $\text{Si}_3\text{N}_4$ ,  $\text{B}_4\text{C}$ , SiC 및 Cr으로 구성된 재료의 그룹으로부터 선택된 스무딩 레이어로서, 에너지 증착(deposition) 컨디션을 사용하여 증착되는 스무딩 레이어; 및 상기 스무딩 레이어를 오버라이 하는(overlying) 다층 EUV 코팅을 포함할 수 있는 EUV 광용 옵틱이 개시되어 있다. 에너지 증착 컨디션은 기판 가열 및/또는 증착 동안 증가하는 입자 에너지를 포함할 수 있다. 하나의 실시예에서, 상기 스무딩 레이어는 상기 기판을 오버레이하고 접촉하고, 하나의 특정 실시예에서 이러한 기판은 SiC를 포함한다. 예로서, 스무딩 레이어는 3nm 내지 100nm의 범위의 두께를 가질 수 있고 비결정질 재료를 포함할 수 있다. 하나의 실시예에서, 다층 코팅은 Mo 및 Si의 올터네이팅 레이어를 포함하고, 특정 실시예에서, 이러한 옵틱은 EUV 광원용 콜렉터 미러이다.

[0014] 특정 특징에서, EUV 광용 옵틱 생성 방법은 기판을 제공하는 단계; 상기 기판에 스무딩 레이어를 증착하는 단계; 상기 스무딩 레이어를 연마하는 단계; 및 상기 스무딩 레이어에 다층 EUV 코팅을 오버라이 하는 단계;를 포함할 수 있다. 일부 경우에, 이러한 방법은 기판을 연마하는 단계를 더 포함할 수 있다. 예를 들어, 기판은 SiC를 포함할 수 있고 스무딩 레이어는 5μm 내지 100μm의 범위의 두께로 증착된 결정질 Si를 포함할 수 있다.

[0015] 하나의 실시예의 하나의 특징에서, 수직 입사, EUV 광원 제조 방법은 적어도 하나가 마스터 패턴으로부터 복제에 의해 제조된 복수의 이산 기판을 제공하는 단계; 상기 기판을 각각의 수직 입사 EUV 반사성 다층 코팅으로 코팅하는 단계; 및 단일 미러를 형성하기 위해 상기 코팅된 기판을 함께 고정하는 단계;를 포함할 수 있다. 기판은 니켈, 예를 들어, 니켈 합금을 포함할 수 있다. 하나의 실시예에서, 하나 이상의 (또는 일부 경우에 모든) 기판은 변형가능하고, 니켈 합금은 약 0.5mm 내지 1.5mm의 범위의 두께를 갖는다. 또 다른 실시예에서, 하나 이상의 (또는 일부 경우에 모든) 기판은 강성을 가질 수 있고, 예를 들어, 니켈 합금은 3.5mm 내지 6.5mm의 범위의 두께를 가질 수 있다. 복수의 기판이 공통 마스터 패턴으로부터 복제에 의해 제조될 수 있고, 일부 경우에, 기판은 전기주조 복제 프로세스에 의해 제조될 수 있다.

[0016] 하나의 특징에 대하여, EUV 광원 미러 어셈블리는 서포트 스트럭처; 및 각각의 EUV 반사성 다층 코팅으로 각각 코팅된 복수의 이산 기판;을 포함하고, 상기 기판중 적어도 하나는 상기 서포트 스트럭처에 이동가능하도록 장착되어 상기 서포트 스트럭처에 대하여 상기 기판을 조정할 수 있다. 예를 들어, EUV 광원 미러 어셈블리는 상기 서포트 스트럭처에 이동가능하도록 장착하기 위한 액추에이터, 예를 들어, 전기기동가능한 엘리먼트를 포함하는 액추에이터를 포함할 수 있다. 하나의 배열에서, 상기 기판은 변경가능하고 상기 액추에이터의 기동은 상기 기판을 변형시킬 수 있다. 또 다른 배열에서, 상기 기판은 강성을 갖고 상기 액추에이터를 기동시킴으로써 상기 서포트 스트럭처에 대하여 상기 기판을 전환시킬 수 있다. 상기 기판은 공통 서포트 스트럭처에 장착될 수 있고 상기 서포트 스트럭처는 Si-카본 섬유 합성물, SiC, 인바 및 스테인레스강과 같은 낮은 열팽창계수 재료로 제조될 수 있다. 하나의 실시예에서, EUV 광원 미러 어셈블리는 적어도 하나의 링에 장착된 적어도 하나의 기판을 갖는 복수의 링; 및 상기 서포트 스트럭처에 대하여 적어도 하나의 링을 이동가능하도록 장착시키기 위한 액추에이터;를 포함할 수 있다. 특정 실시예에서, 적어도 하나의 기판은 복수의 링에 장착될 수 있고 상기 기판은 변형가능할 수 있다.

[0017] \*또 다른 특징은 서포트 스트럭처를 제공하는 단계; 복수의 이산 기판을 EUV 반사성 다층 코팅하는 단계; 상기 기판중 적어도 하나를 상기 서포트 스트럭처에 이동가능하도록 장착시키기 위해 액추에이터를 사용하는 단계; 및 상기 서포트 스트럭처에 대하여 상기 기판중 적어도 하나를 조정하기 위해 상기 액추에이터를 기동시키는 단계;를 포함할 수 있는 광원 콜렉터 미러의 제조 및 정렬 방법은 포함한다. 하나의 실시예에서, 상기 광원 콜렉터 미러는 제1 및 제2 초점을 달성하는 타원형 미러일 수 있고 상기 방법은 광, 예를 들어, 가시스펙 트럼내의 주파수를 갖는 광을 상기 제2 초점에서의 측정을 위해 상기 제1 초점으로부터 미러로 지향시키는 단계; 및 상기 액추에이터를 기동시키고 상기 기판을 정렬시키도록 상기 측정을 사용하는 단계;를 더 포함할 수 있다. 상기 기동하는 단계는 광원에 예를 들어, LPP 광원의 플라즈마 챔버에 미러를 설치한 후에 실행될 수 있

고 상기 미러는 상승된 온도에 있다.

[0018] 하나의 실시예의 또 다른 특징에서, EUV 발광 플라즈마로부터 직접 광을 받고, 광 전파 방향에 수직인 평면에 사전선택된 형상, 예를 들어, 아크 형상을 갖는 조명 필드를 갖는 리소그래피 마스크를 조명하는 시스템용 형상화된 빔을 생성하기 위한 수직 입사, EUV 광원 콜렉터 미러가 제공된다. 상기 콜렉터 미러는 서포트 스트럭처; 및 아웃라인 형상을 각각 갖고 있는 복수의 패싯;을 포함할 수 있고, 상기 조명 필드의 사전 선택된 형상 및 상기 패싯의 아웃라인 형상은 실질상 동일할 수 있다. 이러한 특징에 대하여, 회전 대칭 반사성 표면은 구의 오프-액시스 표면 세그먼트, 구의 표면 세그먼트 또는 토로이드의 온-액시스 표면 세그먼트일 수 있다. 하나의 실시예에서, 적어도 하나의 패싯은 아크 형상화되고, 특정 실시예에서, 상기 미러는 50여개의 패싯을 포함할 수 있다. 상기 패싯이 대략 타원형상의 패턴으로 위치된 배열, 상기 패싯이 대략 포물선 패턴으로 위치된 배열 및 상기 패싯이 대략 포물선에 가까운 패턴으로 위치된 배열을 포함하는 복수의 배열이 고려된다. 하나의 셋업에서, 각각의 액추에이터가 상기 서포트 스트럭처에 각각의 패싯을 이동가능하도록 각각 장착시키는 복수의 액추에이터가 제공된다.

[0019] 하나의 실시예의 또 다른 특징에서, 광을 EUV 발광 플라즈마로부터, 광 전파 방향에 수직인 평면에 사전선택된 형상을 갖는 조명 필드로서 마스크에 균일화하고 형상화하기 위한 광 배열부가 개시되어 있다. 이러한 배열부는 복수의 반사성 표면을 포함하는 EUV 반사성 미러; 및 광을 직접 상기 플라즈마로부터 수신하기 위한 수직 입사, EUV 광원 콜렉터 미러;를 포함하고, 상기 콜렉터 미러는 아웃라인 형상을 각각 갖고 있는 복수의 패싯을 갖고, 상기 패싯의 아웃라인 형상 및 상기 조명 필드의 사전선택된 형상은 실질상 동일하다. 이러한 특징에 대하여, 상기 배열은 EUV 광 콘덴서 미러를 더 포함할 수 있다. 하나의 실시예에서, 상기 EUV 반사성 미러의 상기 반사성 표면은 대략 평면 패턴으로 배열될 수 있고 특정 실시예에서, 상기 콜렉터 미러의 패싯은 회전 대칭 반사성 표면을 포함할 수 있다.

[0020] 또 다른 특징에서, EUV 미리용 부식 방지 다층 코팅은 복수의 이중층을 포함하고, 상기 복수의 이중층 각각은, Si를 포함하는 레이어; 및 질소 및, 5주기 전이금속(예를 들어, Y, Zr, Nb, Mo, Ru, Rh, Pd, Ag 또는 Cd)을 갖는 화합물 재료를 포함하는 레이어;를 가질 수 있다. 하나의 실시예에서, 상기 5주기 전이금속은 Nb, Mo 및 Ru으로 구성되는 금속의 그룹으로부터 선택될 수 있고 특정 실시예에서, 상기 화합물 재료는 질화물, 예를 들어, MoN, MoNbN 또는 NbN이다.

### 도면의 간단한 설명

[0021] 도 1은 레이저 생성 플라즈마 EUV 광원용 발명의 개략 블록도,  
 도 2는 EUV 광원 미러를 제조하기 위한 프로세스 단계를 설명하는 순서도,  
 도 3은 9개의 코팅된 기판을 함께 본딩/브레이징함으로써 제조된 타원형 EUV 콜렉터 미러의 정면도,  
 도 4는 스무딩 레이어를 설명하는 EUV 옵틱스의 확대 단면도,  
 도 5는 다층 시스템의 스케일링하지 않는 확대 단면도,  
 도 5a는 상대적으로 두꺼운 스무딩 레이어를 갖는 MLM 미러의 대안의 실시예의 스케일하지 않는 확대 단면도,  
 도 6은 8개의 동일하게 형성화된 코팅된 기판을 함께 고정함으로써 제조된 타원형, 수직 입사, EUV 콜렉터 미러의 정면도,  
 도 7은 콜렉터 미러용 모노리딕 허니콤 서포트 구조의 하나의 예를 도시하는 도면,  
 도 8은 콜렉터 미러의 모노리딕 이등변 삼각형 텁의 하나의 예를 도시하는 도면,  
 도 9는 다수의 코팅된 기판이 액추에이터를 사용하여 서포트 구조에 대하여 각각의 기판의 조정을 가능하게 하기 위해 서포트 구조에 이동가능하도록 장착될 수 있는 콜렉터 미러를 도시하는 도면,  
 도 10은 EUV 발광 플라즈마로부터 마스크로 아크 형상의 조명 필드로서 광을 균질화하고 형상화하기 위한 광 배열의 개략도,  
 도 11은 도 10에 도시된 광 배열의 사용되는 멀티 패싯 콜렉터 미러의 정면도,  
 도 12은 도 11에 도시된 콜렉터 미러에 사용되는 미러 패싯의 사시도,  
 도 13은 도 10에 도시된 광 배열에 사용되는 멀티 패싯 퓨필 미러의 정면도,

도 14는 EUV 포토마스크/레티클을 조사하는데 적합한 치수화된 아크 형상의 조명 필드의 하나의 예를 도시한 도면,

도 15는 부식 방지 다층 미러의 스케일링하지 않는 확대 단면도, 및

도 16은 MoN/Si 이중층, NbN/Si 이중층 및 MoNbN/실리콘 이중층을 갖는 다층 미러용 계산된 반사율을 도시하는 도면.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0022] 도 1은 하나의 실시예의 하나의 태양에 따른 레이터 산출 플라즈마 EUV 광원(20)등의 EUV 광원의 하나의 예의 개략도를 도시하고 있다. 도시된 바와 같이, LPP 광원(20)은 비교적 높은 파워 및 높은 펄스 반복율에서 동작하는 DC 또는 RF 여기등을 갖는 10.6 $\mu$ m에서 조사선을 생성하는 펄싱된 가스 방전 CO<sub>2</sub> 레이저 소스등의 펄싱되거나 연속적인 레이저 소스(22)를 포함할 수 있다. 예를 들어, MO-PA1-PA2-PA3 구성을 갖는 적합한 CO<sub>2</sub> 레이저 소스는 공동 계류중인, 2005년 6월 29일에 출원되고 LPP EUV LIGHT SOURCE DRIVE LASER SYSTEM 표제의 미국 특허 출원 제11/174,299호(대린인 사건 번호 2005-0044-01)에 개시되어 있고, 이는 앞에서 언급되어 여기에 통합되었다.
- [0023] 본원에 따라, 레이저의 다른 타입이 또한 적합할 수 있다. 예를 들어, 솔리드 상태 레이저, 엑시머, 분자 플루오르 레이저, 예를 들어, 미국 특허 제6,625,191호, 제6,549,551호, 제6,567,450호에 도시된 바와 같은 MOPA 구성의 엑시머 레이저 시스템, 하나의 챔버를 갖는 엑시머 레이저, 오실레이터 챔버 및 (병렬 또는 직렬의 증폭 챔버를 갖는) 2개의 증폭 챔버등의 2개 보다 많은 챔버를 갖는 엑시머 레이저, 마스터 오실레이터/파워 오실레이터(MOPA) 배열, 파워 오실레이터/파워 증폭기(POPA) 배열, 또는 하나 이상의 CO<sub>2</sub>를 시당하는 솔리드 상태 레이저, 엑시머 또는 분자 플루오르 증폭기 또는 오실레이터 챔버가 적합할 수 있다. 다른 설계가 가능하다.
- [0024] 또한 도 1에 도시된 바와 같이, 광원(20)은 또한 플라즈마를 생성하고 EUV 방사선을 산출하기 위해, 예를 들어, 소스 재료 타겟이 하나 이상의 광 펄스, 예를 들어, 프리펄스 및 그 이후의 메인 펄스에 의해 조사될 타겟 볼륨(28)으로 챔버(26)의 내부의 소스 재료의 방울을 전달하는 소스 재료 전달 시스템(24)를 포함할 수 있다. 소스 재료는 주석, 리튬, 크세논 또는 그 조합을 포함하는 재료를 포함할 수 있지만 이에 제한되는 것은 아니다. EUV 발광 원소, 예를 들어, 주석, 리튬, 크세논등은 액체 방울 및/또는 이러한 액체 방울내의 포함된 고체 입자의 형태 또는 EUV 발광 원소를 타겟 볼륨에 전달하는 임의의 다른 형태를 가질 수 있다.
- [0025] 도 1에서, 광원(20)은 또한, 소스(22)에 의해 생성된 광 펄스가 타겟 볼륨(28)을 통과하고 도달할 수 있도록 하기 위해 애피처와 함께, 콜렉터(30), 예를 들어, 수직 입사 반사기, 예를 들어, 모따기된 타원형의 형태로, 예를 들어, 몰리브덴 및 실리콘의 대안의 층을 갖는 다층 미러를 포함할 수 있다. 이러한 콜렉터(30)는 예를 들어, EUV 광이 광원(20)으로부터 출력되고 집적 회로 리소그래피 툴(도시되지 않음)에 입력될 수 있는 소위 중간 포인트(40)(또한, 중간 포커스(40)으로 불린다)에서 제2 포커스 및 타겟 볼륨(28)내 또는 근방의 제1 포커스를 갖는 타원형 미러일 수 있다.
- [0026] 광원(20)은 또한, EUV 광원 컨트롤러 시스템(60)을 포함할 수 있고, 또한 소스(22)내의 하나 이상의 램프 및/또는 레이저 소스를 트리거링하기 위한 파이어링 컨트롤 시스템(65)을 포함할 수 있어서 챔버(26)내로의 전달을 위한 광 펄스를 생성한다. 또한, 광원(20)은 타겟 볼륨(28)에 대한 하나 이상의 방울의 위치를 나타내는 출력을 제공하고 이러한 출력을 방울 위치 검출 피드백 시스템(62)에 제공하는 하나 이상의 방울 이미저(70)를 포함할 수 있는 방울 위치 검출 시스템을 포함할 수 있다. 방울 위치 검출 피드백 시스템은 예를 들어, 방울 위치 및 트라젝토리를 계산할 수 있고, 이로부터 방울 에러가 예를 들어, 방울마다 또는 평균적으로 계산될 수 있다. 그다음, 방울 에러는 챔버(26)에 전달되는 광펄스의 초점 파워 및/또는 위치를 변화시키기 위해 빔 위치 및 세이프 시스템을 제어하기 위해 및/또는 소스 타이밍 회로를 제어하기 위해 소스(22)에 위치, 방향 및 타이밍 보정 신호를 제공할 수 있는 광원 컨트롤러(60)에 입력으로서 제공될 수 있다.
- [0027] 도 1에 도시된 바와 같이, 광원(20)은 예를 들어, 요구되는 타겟 볼륨(28)에 도착하는 방울내의 에러를 보정하기 위해 방울 전달 메커니즘(92)으로부터 소스 재료의 릴리스 포인트를 수정하기 위해 시스템 컨트롤러(60)로부터 (일부 실시예에서 상술된 방울 에러 또는 그로부터 유도된 일부 양을 포함할 수 있는) 신호에 응답하여 동작 가능한 방울 전달 컨트롤 시스템(90)을 포함할 수 있다.
- [0028] 도 2는 도 1 및 도 3에 도시된 타원형 미러(30)와 같은 상대적으로 큰 EUV 광원 미러를 제조하기 위한 프로세스 단계를 설명하는 순서도를 도시한다. 도시된 제조 공정은 반드시 수직 입사 미러, 콜렉터 미러 또는 임의의 특

정형상, 예를 들어, 타원형상을 갖는 미러에 제한되지 않고 대신에 20도보다 큰 입사각에서 구형 미러, 비구면체등을 반사하도록 설계된 미러를 포함하는, 그레이징 입사 미러와 같은 다른 큰 EUV 옵틱스를 생성하는데 사용될 수 있다는 것을 이해해야 한다.

- [0029] 도 2에 도시된 바와 같이, EUV 광원 미러 제조 방법은 복수의 이산 기판을 준비함으로써 시작될 수 있다(박스 100). 다음으로, 도 2에 도시된 바와 같이, 기판은 최종, 요구되는 그림의 광학 소자를 근사화하는 배열에 위치된다(박스 102). 예를 들어, 타원형 콜렉터 미러에 대하여 각 코팅된 기판은 제1 타원형 포커스(예를 들어, 도 1의 포인트(28)), 제2 타원형 포커스(예를 들어, 도 1의 포인트(40)) 또는 그 둘을 달성하도록 위치되고 시험될 수 있다. 일단 기판 배열이 획득되면, 기판은 함께 고정된다(박스 104). 고정 단계는 본딩 및/또는 브레이징에 의해 달성될 수 있다. 다른 파스닝 기술, 예를 들어, 기계적 파스너는 코팅된 기판을 함께 고정하기 위해 본딩 및/또는 브레이징 대신에 또는 그에 더하여 사용될 수 있다. 조립후에, 기판은 옵틱에 대한 최종 그림 및 표면 마무리를 얻기 위해 (어셈블리로서) 연마될 수 있다(박스 106). 일단 연마되면, 어셈블리내의 각 기판은 Mo/Si 유전 코팅과 같은 다층 코팅으로 코팅될 수 있다(박스 108).
- [0030] 도 1 및 도 3에서, 중심 타원형 기판(110) 및 8개의 주변 기판(112a-h)를 포함하는 9개의 기판(110, 112a-h)이 일부 경우에 500mm보다 큰 직경 d를 갖는 타원형을 허용하는 단일, 상대적으로 큰 타원형 미러(30)로서 배열될 수 있다는 것을 알 수 있다. 9개의 기판(110, 112a-h)을 가진 하나의 실시예가 도시되어 있지만, 9개보다 많고 2개의 적은 기판이 여기에 기술된 프로시저를 사용하여 함께 결합될 수 있다는 것을 이해해야 한다. 일부 적용에서 대해, 상술된 기술을 사용함으로써 기술적으로 및/또는 경제학적으로 실행불가능할 수도 있는 미러 사이즈를 생성하도록 단일 결정 실리콘을 사용할 수 있다. 하지만, 이러한 것의 어떤 것도 제조 방법을 임의의 특정 타입의 기판 재료 또는 사이즈로 제한하는 것으로 해석되어서는 안된다.
- [0031] 도 4 및 도 5는 도 1에 도시된 콜렉터 미러(30)와 같은 광학 요소 기판에 대한 코팅을 설명하고 있다. 여기에 기술되는 바와 같이, 도 4 및 도 5에 설명된 코팅 및 코팅 프로세스는 도 1 및 도 3에 도시된 미러(30)와 같은 멀티 기판 미러, 단일 기판, 예를 들어, 모노리딕 미러, 콜렉터 미리와 같은 수직 입사 미러, 그레이징 인시던스 미러(예를 들어, 보통, 금속 코팅, 예를 들어, 루데늄을 사용하는 낮은 각도(<20도) 그레이징 인시던스 미러 및 다층 코팅, 예를 들어, 유전 다층 코팅, 예를 들어, Mo/Si 다층 코팅을 보통 사용하는 높은 각도(20-40도) 그레이징 인시던스 미러)에 사용될 수 있다. 또한, 도 4 및 도 5에 설명된 코팅 및 코팅 프로세스는 다층 코팅으로 코팅되는 임의의 다른 EUV 옵틱스에 사용될 수 있다.
- [0032] 도 4에서, 13nm 광과 함께 사용하기 위해, 기판(118a)이 단일 결정 및 다결정 재료를 포함하는 실리콘, 글리드 콥(glidcop), 플로트 글래스, ULE 글래스(극저 팽창 글래스), 제로더(Zerodur), 용융된 실리카, 알루미늄, 베릴륨, 몰리브덴, 구리, 니켈 또는 니켈 합금, 고밀도 SiC 및 다른 밀도를 포함하는 실리콘 카바이드, CVD SiC, CVC SiC, 반응-본딩된 SiC, 및 SiC 또는 당업계에서 알려졌거나 알려지고 있는 다른 적합한 기판 재료를 포함하는 다른 합성물과 같은 다양한 기술에 의해 생성되는 SiC로 제조될 수 있다. 코팅은 도시된 바와 같이 기판의 표면을 오버레이하고 접촉하기 위해 기판(118a)상에 배치된 소위 스무딩 레이어일 수 있는 레이어(130)를 포함할 수 있다. 도 4는 레이어(130)를 오버레이하는 다층 시스템(132)를 더 포함할 수 있음을 보여주고 있다. 여기에 사용되는 바와 같이, 용어 "스무딩 레이어" 및 그 파생어는 스무딩 레이어를 오버레이하는 연속 적용된 레이어에서 스무드 피니시를 장려하고 이러한 기능을 스무딩 레이어상에 오버레이된, 탑코트를 포함하는 연속층에 대한 스무드 표면을 생성함으로써 실행할 수 있는 레이어를 포함하지만 반드시 이에 제한되는 것은 아니다. 스무딩 레이어의 스무드 표면은 증착될 때 또는 연속 동작, 예를 들어, 연마후에 생성된다.
- [0033] 특히, 스무딩 레이어의 사용은 구형 옵틱스등을 연마하기 어려울 수 있는 옵틱스에 적합하지만, 스무딩 레이어는 다른 옵틱스, 예를 들어, 플랫 옵틱스 및 구형 옵틱스에 대한 애플리케이션을 가질 수 있다. 또한, 스무딩 레이어는 스무딩하기 위해 적용될 수 있고 다층 코팅으로 재코팅되기 전에 (부식, 드브리스 증착, 오염등이 발생할 수 있는) 사용된 EUV 옵틱의 표면 상태를 향상시킨다.
- [0034] 하나의 실시예에서, 레이어(130)는 매우 에너제틱한 증착 컨디션을 사용하여 증착된 Si, C, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>, B<sub>4</sub>C, SiC, Cr, CrSi<sub>2</sub>, MoC<sub>2</sub> 또는 MoSi<sub>2</sub>와 같은 스무딩 레이어 재료를 포함할 수 있다. 매우 에너제틱한 증착 상태는 표준 증착 기술과 비교하여, 증가된 입자 에너지를 사용하여 재료의 기판 히팅 및/또는 증착을 포함할 수 있다. 여기에 사용된 바와 같이, 용어 "입자" 및 그 파생어는 이온 및 특정 화학 원소 또는 분자의 중성자를 포함하지만 이에 제한되는 것은 아니다. 예를 들어, 기판은 약 100 내지 200 °C의 범위의 온도로 가열될 수 있다.
- [0035] (기판 히팅 또는 증착 동안의 이온 및 중성자의 에너지를 증가시킴으로써) 증착 동안 공급된 고 에너지는 증착

동안 표면상의 원자 이동도를 증가시키어 스무딩을 가능하게 한다. 전형적인 이온 에너지는 다수의 100eV 내지 소수의 1000eV의 범위에 있을 수 있다. 그레이징 이온 인시던스 각도는 이온 연마를 통해 스무드 표면을 얻는데 사용될 수 있다. 일부의 경우에, 스무딩 레이어가 중착되기 전에 일부 길이의 시간동안 이온 충격에 의해 표면을 먼저 처리하는 것이 유익할 수 있다. 이것에 의해 스무딩 레이어를 적용하기 전에 기판 표면상의 가장 거친 특징을 제거할 수 있다.

[0036] 도 4가 단일 스무딩 레이어(130)를 도시하지만, 여기에 제공된 것은 단일 연속 중착 프로세스 동안 중착된 단일 스무딩 레이어에 제한되지 않는다. 대신에, 스무딩 재료 및/또는 중착의 타임에서 상이한 다수의 스무딩 레이어가 적용될 수 있고 다른 처리 단계가 예를 들어, 연마등이 중착 사이에 실행될 수 있다. 예를 들어, 이온 충격 연마 및 다른 스무딩 레이어의 연속 적용을 수반하는 스무딩 레이어가 적용될 수 있다. 각 레이어는 상이한 지속시간을 갖고 적용될 수 있다. 또한, 아르곤 이온 또는 다른 스팍터 이온에 의한 이온 충격의 상이한 에너지는 중착 기간 동안 또는 그 사이에 사용될 수 있다.

[0037] 레이어(30)는 이온 보조 중착, 또는 전자 빔 또는 열 소스에 의한 물리적 중착과 같은 당업계에 공지된 중착 기술을 사용하여 중착될 수 있지만, 이에 제한되는 것은 아니다. 레이어(130)의 중착 전에, 기판은 예를 들어, 고순도의 메타놀 또는 일부 다른 적합한 용매를 사용하여, 용매 클리닝 및/또는 초음파 수성 클리닝을 포함하는 다음의 기술의 하나 이상을 사용하여 클리닝될 수 있다. 일부 경우에, 그리고 일부 재료에 대하여, 예를 들어, 탄소 및 실리콘 질화물에 대하여, 레이어(130)는 실질적으로 비정질인 코팅을 얻기 위해 결정화가 발생할 수 있는 크리티컬 두께 미만인 두께 "t"로 중착될 수 있다. 일부 실시예에 대하여, 스무딩 레이어는 3nm 내지 100nm의 범위의 두께를 가질 수 있다. 사용된 두께는 보통 사용된 재료에 따를 것이다(예를 들어, 기판 및 스무딩 재료). 예를 들어, Si에 대하여, 5-20nm의 두께가 사용될 수 있고, 크롬에 대하여, 20-40nm의 두께가 사용될 수 있다.

[0038] 일부 경우에서, 정도가 높은 기판 스무딩은 충분하게 에너제틱한 중착 상태 동안 표면 원자와의 다원자 화학 결합을 통해 시작되는 비정질 레이어 성장을 통해 제공될 수 있다. 따라서, 탄소(C) 및 실리콘(Si)에 더하여, SiC, B<sub>4</sub>C, Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>와 같은 탄소 또는 실리콘 함유 화합물의 박층이 적합할 수 있다. 크롬 또는 CrSi<sub>2</sub>은 또한 그 성장 특성으로 인해 양호한 스무딩 레이어 형성을 할 수 있는데, 예를 들어, 20nm-40nm의 두께의 크롬 비정질 레이어가 광범위한 중착 파라미터에 대하여 성장될 수 있다.

[0039] 도 5는 도 4에 도시된 레이어(130)에 중착될 수 있는 다층 시스템(132)을 보다 상세하게 설명하고 있다. 여기에 도시된 바와 같이, 다층 시스템(132)은 미러의 표면을 가로질러 그레이딩될 수 있거나 안 될 수 있는 복수의 다중층(134a, 134b, 134c)을 포함할 수 있다. 다중층 시스템(132)에 대하여, 각 이중층은 굽절율, n1을 갖는 제1 유전체의 층 및 굽절율 n2를 갖는 제2 유전체의 층을 포함할 수 있고, n1 및 n2은 동일하지 않다. 예를 들어, 도시된 시스템(132)에 대하여, 이중층(134a)은 몰리브덴(Mo)의 층(136a) 및 실리콘(Si)의 층(136b)을 가질 수 있고, 이중층(134b)은 몰리브덴의 층(138a) 및 실리콘의 층(138b)을 가질 수 있고, 이중층(134c)은 몰리브덴의 층(140a) 및 실리콘의 층(140b)을 가질 수 있다. 일부 실시예에서, 다층 시스템(132)의 각 층은 대략  $\lambda/4$ (일부의 경우에  $\lambda/2$ )일 수 있는 레이어 두께를 가질 수 있는데, 여기에서,  $\lambda$ 는 옵틱을 조명하는 광에 대한 선택된 중심 파장, 예를 들어, 13nm이다. 다층 시스템(132)의 각 층은 상술된 기술 중 하나를 사용하여 중착될 수 있다.

[0040] 도 5a는 스무드 표면 피니시를 갖는 MLM 미러(142)의 대안 실시예를 도시한 도면이다. 이러한 실시예에 있어서, 예를 들어, SiC일 수 있는 기판(144)이 먼저 준비되고, 일부 경우에 연마된다. 그다음, 약 5 $\mu\text{m}$  내지 100 $\mu\text{m}$ 의 범위, 일부 경우에 약 10 $\mu\text{m}$  내지 25 $\mu\text{m}$ 의 두께의 상대적으로 두꺼운 스무딩 레이어(146), 예를 들어, 결정질 Si이 중착된다. 스무딩 레이어는 e-빔 중발을 사용하여 중착될 수 있고, 보통, 상술된 에너제틱 상태는 필요하지 않을 수 있다. 그다음, 스무딩 레이어는 예를 들어, 원자 연마를 사용하여 연마될 수 있고, 그다음, 도시된 바와 같이, 다층 코팅(148)에 의해 코팅될 수 있다.

[0041] 도 6은 8개의 동일하게 형상화된 코팅된 기판(150a-h), 예를 들어, EUV 수직 입사, 다층 코팅에 의해 코팅된 기판을 함께 고정시킴으로써 제조된 EUV 콜렉터 미러의 정면도를 도시하고 있다. 도 6에 도시된 미러에 있어서, 각 기판(150a-h)은 마스터 패턴으로부터의 복제에 의해 제조될 수 있다. 예를 들어, 이러한 복제는 전기주조 복제 프로세스를 사용하여 실행될 수 있고, 재료, 예를 들어, 니켈 합금은 마스터 패턴에 갈바닉 중착에 의해 중착되고 이후에 예를 들어, 열 분리 기술을 사용하여, 예를 들어, 니켈 합금과 패턴 재료 사이의 열팽창계수의 차이를 이용하여 분리된다. 이러한 프로세스를 사용하여, 약 0.5mm 내지 약 1.5mm의 범위의 두께를 갖는 니켈 합금의 기판은 변형가능한 기판을 산출하기 위해 획득될 수 있고 3.5mm 내지 6.5mm의 범위의 두께를 갖는 니켈

합금의 기판은 상대적으로 강성인 기판을 산출하기 위해 획득될 수 있다. 공통 마스터 패턴으로부터의 복제에 의해 상대적으로 큰 EUV 미러를 산출하기 위한 상대적으로 저렴한 제조 기술을 얻을 수 있다. 8개의 기판(150a-h)이 도 6에 도시된 미러를 위해 사용되지만, 여기에 개시된 복제 기술은 (예를 들어, 다수의 미러를 산출하기 위해) 8개보다 많은 적개는 하나의 기판을 갖는 미러를 산출하는데 사용될 수 있고 이러한 기술은 일부 동일한 기판 및 일부 동일하지 않은 기판(도 3에 도시된 미러와 같은 기판)을 갖는 미러를 산출하는데 사용될 수 있다는 것을 이해해야 한다.

[0042] 도 6에 도시된 기판(150a-h)과 같은 다수의 기판은 본딩, 브레이징 및/또는 기계적 파스닝, 예를 들어, 볼팅에 의해 함께 고정될 수 있다. 예를 들어, 기판(150a-h)은 도 7에 도시된 벌집 서포트 스트럭처 또는 도 8에 도시된 이등변 삼각형 리브 스트럭처(800)와 같은 공통, 예를 들어, 모노리딕 서포트 스트럭처에 고정될 수 있다. 니켈 합금 복제된 기판에 대하여, 브레이징을 촉진하기 위해 니켈 합금의 서포트 스트럭처를 제조하여 니켈 합금 복제된 기판 및 서포트 스트럭처가 유사하거나 동일한 열팽창계수를 갖는 것이 바람직할 수 있다. 이러한 서포트 스트럭처에 대한 다른 적합한 재료는 Si-카본 섬유 합성물, SiC, 인바 또는 스테인레스강과 같은 낮은 열팽창계수 재료를 포함할 수 있다.

[0043] 도 9는 콜렉터 미러(30")의 하나의 실시예를 설명하고 있는데, 다수의 기판(900a-h)는 서포트 스트럭처에 이동 가능하도록 장착될 수 있어 액추에이터(902a-p)를 통해 서포트 스트럭처에 대하여 각각의 기판(900a-h)의 조정을 가능하게 할 수 있다. 도시된 실시예에 대하여, 서포트 스트럭처는 링(904, 906)중 하나에 부착되는 액추에이터(902a-p)에 각각의 기판(900a-h)의 코너가 부착된 복수의 링(04, 906)을 포함할 수 있다. 또 다른 배열에서, 기판은 도 7 또는 도 8에 도시된 서포트 스트럭처중 하나와 같은 서포트 스트럭처에 하나 이상의 각각의 액추에이터를 통해 이동 가능하게 부착된 링에 단단하게 부착될 수 있다. 또 다른 배열에서, 기판은 도 7 또는 도 8에 도시된 서포트 스트럭처중 하나와 같은 (즉, 링 없이) 서포트 스트럭처에 하나 이상의 각각의 액추에이터를 통해 이동 가능하게 부착될 수 있다.

[0044] 콜렉터(30")에 대하여, 액추에이터(902a-p)는 기판을 서포트 스트럭처에 이동 가능하게 장착시키기 위한 전기 기동 가능한 엘리먼트, 예를 들어, 압전기를 가질 수 있다. 여기에 사용되는 바와 같이, 용어 "전기 기동 가능한 엘리먼트" 및 그 파생어는 전압, 전계, 자계, 또는 그 조합의 영향을 받을 때 디멘셔널 변화를 갖는 재료 또는 스트럭처를 의미하고 압전 재료, 전왜 재료 및 자왜 재료를 포함하지만 이에 제한되는 것은 아니다.

[0045] 상기 지시된 바와 같이, 각각의 기판(900a-h)은 변형될 수 있고 액추에이터(902a-p)중 하나의 기동은 기판을 변형시킬 수 있다. 또 다른 배열에서, 각각의 기판(900a-h)은 강성일 수 있고 하나 이상의 액추에이터(902a-p)를 기동시킴으로써 서포트 스트럭처에 대하여 기판(900a-h)을 전환시킬 수 있다. 일부 경우에, 액추에이터(902a-p)를 통한 기판(900a-h)의 조정은 광원, 예를 들어, LPP 광원의 플라즈마 챔버내의 미러(30")의 시작 후에 실행될 수 있고, 미러(30")는 상승되는 온도 및/또는 높은 진공상태에 있다. 이러한 경우에, 액추에이터는 고온의 압전 재료, 예를 들어, 150°C 서비스에 대해 레이팅된 압전기를 사용하여 제조될 수 있다.

[0046] 광원 콜렉터 미러를 제조하고 정렬시키기 위한 프로시져는 도 1 및 도 9를 참조하여 설명될 수 있다. 도 1에 도시된 바와 같이, 타원형 미러는 콜렉터 미러(30) 및/또는 이러한 콜렉터 미러를 구성하는 하나 이상의 개별적인 기판을 정렬시키는데 사용될 수 있는 제1 초점 포인트(30) 및 제2 초점 포인트(40)를 달성한다. 따라서, 이러한 프로시져는 하나의 퍼스, 예를 들어, 모노리딕 기판, 강성 구성을 형성하도록 함께 고정된 다수의 기판, 또는 서포트 스트럭처/링 및/또는 서로에 대하여 조정 가능하게 이동 가능한 다수의 기판을 갖는 미러에 대해 채용될 수 있다.

[0047] 이러한 프로시져에 대하여, 광원은 플라즈마 챔버내에 위치될 수 있고, 제2 초점, 예를 들어, 포인트(40)에서의 측정을 위해, 광, 예를 들어, 가시스펙트럼내의 주파수를 갖는 광을 제1 초점, 예를 들어, 포인트(28)로부터 미러(30)쪽으로 지향시킬도록 방위지정되어 있을 수 있다. 그다음, 이러한 측정은 하나 이상의 액추에이터(902a-p)를 선택적으로 기동시키고 하나 이상의 기판(900a-h)을 정렬시키도록 사용될 수 있다. 측정 및 기동 단계는 LPP 광원의 플라즈마 챔버등의 광원에 미러(30)를 설치한 후에 실행될 수 있고 미러(30)는 상승된 온도 및/또는 높은 진공에 있게 된다.

[0048] 도 10은 EUV 발광 플라즈마(1002)로부터, 형상화된, 예를 들어, 아크 형상 또는 직사각형 형상의 조명 필드, 즉, 대략 전파 방향과 수직인 평면에, 사전선택된 형상, 예를 들어, 아크 또는 직사각형을 갖는 빔으로서 평면(1004), 예를 들어, 마스크 평면에 광을 수집 및/또는 균일화하고 및/또는 형상화하기 위한 광 배열부(1000으로 표시됨)를 설명하고 있다(또한, 도 14를 참조하라). 도시된 바와 같이, 이러한 배열(1000)은 EUV 광원 콜렉터 미러(1006), EUV 반사 미러(1008), 예를 들어, 퓨필 미러, 및 콘덴서 미러(1010)를 포함할 수 있다. 일반적으

로, 도시된 바와 같이, 플라즈마(1002)로부터의 광의 일부는 그것이 반사되는 콜렉터 미러(1006)에 먼저 도달하고 그것이 반사되는 미러(1008)로 지향되고 그것이 반사되는 콘텐서 미러(1010)로 지향되고 평면(1004)으로 지향된다.

[0049] 도 10 및 도 11를 참조하면, 콜렉터 미러(1006)가 부재번호가 라벨링된 패싯(1012a-c)를 갖는 복수의 개별적인 패싯을 포함할 수 있다. 다수의 수백의 패싯이 도 11에 도시되어 있지만, 수백여개 그리고 적게는 2개의 패싯이 콜렉터 미러(1006)에 사용될 수 있다는 것을 이해해야 한다. 보다 구체적으로, 대략 50 내지 1000 개의 패싯이 사용될 수 있다는 것이 고려된다.

[0050] 도 12는 콜렉터 미러(1006)에서의 사용을 위해 패싯(1012)의 하나의 예를 도시하고 있다. 콜렉터 미러(1006)에 대하여, 실질적으로, 하나 이상의 패싯(1012)은 리소그래피 마스크에서의 광 전파의 방향에 수직인 평면에서의 형성, 즉, 조명 필드의 선택된 형상과 동일한 형상인 (도 12에 도시된 패싯에 대하여 아크 형상인) 아웃라인 형상을 갖는 반사면(1014)을 가질 수 있다. 따라서, 아크-필드 리소그래피 툴에 대하여, 패싯(1012)은 아크 형상인 아웃라인 형상을 가질 수 있고, 직사각형 필드 리소그래피 툴에 대하여, 패싯(1012)은 직사각형 형상등의 아웃라인 형상을 가질 수 있다.

[0051] 아크 필드를 생성하기 위해 아크 형상의 패싯을 갖는 멀티-패싯의 미러를 갖는 EUV 광원의 미러 쌍 다운스트림의 사용은 다키노등에 의해 작성되고 2003년 9월에 Opt. Eng. 42(9)에 공개된 "FABRICATION OF A COMPLEX-SHAPED MIRROR FOR AN EXTREME ULTRAVIOLET LITHOGRAPH ILLUMINATION SYSTEM" 표제의 아티클 및 고마츠다에 의해 작성되고 Proc. SPIE 3997, 765-776 (2000)에 공개된 "NOVEL ILLUMINATION SYSTEM FOR EUVL"에 이미 개시되어 있고, 이러한 둘은 여기에 언급되어 통합되어 있다.

[0052] 배열(100)에 대하여, 각각의 패싯(1012)은 오목 회전 대칭 반사면(1014), 예를 들어, 구의 오프-액시스 표면 세그먼트, 구의 표면 세그먼트 또는 토로이드의 온-액시스 표면 세그먼트를 가질 수 있다. 또한, 각 패싯(1012)은 수직 입사 EUV 반사 코팅, 예를 들어, 다층 유전 코팅, 예를 들어, Mo/Si 코팅으로 코팅될 수 있다. 콜렉터 미러 패싯중 2개 이상이 동일할 수 있고, 일부 실시예에서는 모두가 동일할 수 있다. 콜렉터 미러 패싯중 2개 이상, 일부 실시예에서는 모두가 상술된 바와 같은 복제 프로세스를 사용하여 제조될 수 있거나, 랩핑되고 연마된 피스로 커팅될 수 있다. 예로서, 각각이 패싯(1012)은 도 12에 도시된 바와 같이 직사각형 및 아크 형상일 수 있고 약 40mm의 길이 "L", 약 10mm의 폭 "W" 및 약 1mm의 두께 "T"를 가질 수 있다. 이러한 형상으로, 약 90%의 필(fill) 팩터가 달성을 할 수 있다.

[0053] 도 10에서 패킷(1012a-c)는 서포트 스트리쳐(1016)에 장착되고 패턴, 예를 들어, 대략 타원형, 대략 포물선 또는 대략 포물선에 가까운 패턴일 수 있는 주기적인 패턴으로 배열될 수 있다. 일반적인 패턴에서, 각 패싯(1012a-c)은 특정 스포트으로 광의 변들을 개별적으로 지향시키도록 정렬될 수 있어서, 정렬은 패싯(1012)간에 불균일할 수 있다.

[0054] 하나의 셋업에서, 액추에이터(1018), 예를 들어, 서포트 스트리쳐에 각각의 패싯을 이동가능하도록 장착시키는 하나 이상의 액추에이터를 가진, 전기기동가능한 엘리먼트, 예를 들어, 압전기를 갖는 액추에이터가 제공될 수 있고, 예를 들어, 2개의 액추에이터가 2개의 축, 예를 들어, 텁-틸트 컨트롤을 제공하도록 제공될 수 있다. 대안으로, 하나의 액추에이터가 하나 이상의 패싯을 이동시킬 수 있는 배열이 제공될 수 있다(도시되지 않음). 액추에이터는 광원/리소그래피 툴의 동작 이전에 및/또는 동작 동안에 패싯(1012)을 정렬시키기 위해 사용될 수 있고 예를 들어, 광학 검출기, 예를 들어, 광검출기 어레이, 파면 센서등에 의해 생성된 컨트롤 신호에 응답하여 동작될 수 있다.

[0055] 미러(1008), 예를 들어, 퓨필 미러의 보다 양호한 이해는 도 10 및 도 13을 통하여 얻어질 수 있다. 도시된 바와 같이, 미러(1008)는 부재번호로 라벨링된 패싯(1020a-c)을 가진 복수의 개별적인 패싯을 포함할 수 있다. 오직 일부만, 예를 들어, 약 20개의 패킷이 도 13에 도시되어 있지만, 미러(1008)의 전체 동작가능한 표면이 패싯(1020)에 의해 덮힐 수 있음을 이해해야 한다.

[0056] 도 13은 패싯(1020)이 6각형상이고 밀도 손실을 감소시키기 위해 공간을 채우는 배열로 배열될 수 있음을 도시하고 있다. 각각의 패싯(1020)은 수직 입사 EUV 반사 코팅, 예를 들어, 다층 유전 코팅, 예를 들어, Mo/Si 코팅에 의해 코팅될 수 있다. 패싯(1020)중 2개 이상, 일부 실시예에서는 모두가 동일할 수 있다. 또한, 미러 패싯(1020)의 2개 이상, 일부 실시예에서는 모두가 상술된 바와 같이 복제 프로세스를 사용하여 제조될 수 있거나 랩핑되고 연마된 피스로 커팅될 수 있다. 예로서, 각각의 패싯(1020)은 도 12에 도시된 바와 같이 육각형상일 수 있고 약 10-30mm의 폭을 가질 수 있다.

- [0057] 도 10에서 패싯(1020a-c)은 소프트 스트럭처(1024)에 장착될 수 있고, 예를 들어, 도시된 바와 같이 평면일 수 있는 패턴, 예를 들어, 주기적인 패턴으로 배열될 수 있다. 이러한 일반적인 패턴에서, 각각의 패싯(1020a-c)은 콘텐서 미러(1010)상의 특정 스폿쪽으로 광의 변들을 개별적으로 지향시키도록 정렬될 수 있다.
- [0058] 하나의 셋업에서, 액추에이터(1026)는 예를 들어, 서포트 스트럭처에 각각의 패싯을 이동가능하도록 장착시키는 하나 이상의 액추에이터를 가진, 전기기동가능한 엘리먼트, 예를 들어, 압전기를 갖는 액추에이터가 제공될 수 있고, 예를 들어, 2개의 액추에이터가 2개의 축, 예를 들어, 텁-틸트 컨트롤을 제공하도록 제공될 수 있다. 대안으로, 하나의 액추에이터가 하나 이상의 패싯(1020)을 이동시킬 수 있는 배열이 제공될 수 있다(도시되지 않음). 액추에이터는 광원/리소그래피 툴의 동작 이전에 및/또는 동작 동안에 패싯(1012)을 정렬시키기 위해 사용될 수 있고 예를 들어, 광학 검출기, 예를 들어, 광검출기 어레이, 광센서등에 의해 생성된 컨트롤 신호에 응답하여 동작될 수 있다.
- [0059] 멀티-패싯의 미러(1008)로부터, 광은 도 10에 도시된 바와 같이 콘텐서 미러(1010)에 의해 평면(1004)으로 콘텐싱될 수 있다. 예를 들어, 미러(1010)는 다층 유전체 코팅, 예를 들어, Mo/Si 코팅을 갖는 오목, EUV 수직 입사 미러일 수 있다. 도 14는 평면(1004), 예를 들어, 광마스크/레티클 플레이너에서의 치수화된, 아크 형성의 조명 필드(1028)를 도시하고 있다.
- [0060] 도 15는 레이어(130) 및/또는 기판(118a)상에 증착될 수 있는 다층 시스템(1132)를 보다 상세하게 도시하고 있다. 도 15에 도시된 바와 같이, 다층 시스템(1132)은 미러의 면에 걸쳐 그레이딩되거나 안 될 수 있는 복수의 이중층(1134a, 1134b, 1134c)을 포함할 수 있다. 다층 시스템(1132)에 대하여, 각 이중층은 굴절율  $n_1$ 을 갖는 제1 유전체의 층 및 굴절율  $n_2$ 를 갖는 제2 유전체의 층을 포함할 수 있다. 예를 들어, 도시된 시스템(1132)에 대하여, 이중층(1134a)은 질소 및 하나 이상의 5주기 전이금속(예를 들어, Y, Zr, Nb, Mo, Ru, Rh, Pd, Ag, Cd)을 포함하는 화합물을 포함하는 레이어(1136a) 및 실리콘(Si)의 층(1136b)를 가질 수 있다. 특히, Y, Zr, Nb, Mo, Ru, Rh, Pd (및 이들의 합금)의 질소화합물은 13nm 및 14nm 사이의 파장을 갖는 광에 대해 상대적으로 양호한 반사도를 나타낸다.
- [0061] 이러한 부식방지, EUV-반사, 다층 코팅은 내부 재료를 산화시키는 경향이 있는 환경에서 사용될 수 있다. 일반적으로, 산화층은 EUV 광, 예를 들어, 약 13.5nm 파장의 상대적으로 큰 흡수율에 이를 수 있고 코팅 열화를 유발할 수 있다. 따라서, 대부분의 경우에, 산화가 회피될 수 있다면, 미러의 보다 반사도는 유지될 수 있고 보다 긴 미러 수명을 예측할 수 있다. 산화의 하나의 소스는 플라즈마 진공실에 보통 존재하는 상대적으로 높은 함유량의 수증기로 인해 발생할 수 있고 및/또는 코팅은 플라즈마 진공실이 통기될 때 산소 접촉에 노출될 수 있다. 드브리스 완화 에센트, 예를 들어, HBr 가스가 채용될 때, 실리콘층은 다른 이중층 재료(예를 들어, Mo/Si MLM에 대한 Mo)보다 빠르게 에칭될 수 있어 몰리브덴 산화층이 다층 코팅의 상부에 형성될 수 있도록 할 수 있다. 또한, 여러번 다수의 층이 플라즈마로부터의 이온 충격에 의해 및/또는 예를 들어, HBr 클리닝 가스로부터 에칭에 의해 에칭될 수 있다.
- [0062] 일반적으로, 전이금속 질화물, 예를 들어,  $TM_xN_y$ 는 이들의 순 전이금속보다 산화에 보다 큰 내성을 갖는다. 또한, 레이어 인터랙션은 이러한 질화물에 대해 비교적 낮은 경향이 있다. 따라서, 전이 금속 질화물을 갖는 MLM 코팅은 또한 향상된 고온 안정도를 가질 수 있다. 일부 전이금속 질화물, 예를 들어, MoN이 이들의 순 전이금속, 예를 들어, Mo보다 13.5nm에서 보다 강하게 흡수하지만, 반사도는 여전히 적합할 수 있다. 복수의 이중층을 사용함으로써, 일부 경우에, 전이금속 질화물 희생층을 갖는 모든 이중층은 내부식층을 유지하면서 플라즈마 이온 충격 또는 할로겐 함유 클리닝 가스에 의해 에칭될 수 있다.
- [0063] 일부 설계에서, 다층 시스템(1132)의 각 층은 대략  $\lambda/4$ (일부 경우에  $\lambda/2$ )일 수 있는 층두께를 가질 수 있고,  $\lambda$ 은 옵틱을 조명하는 광에 대한 선택된 중심파장, 예를 들어, 13.5nm이다. 다층 시스템(132)의 각 층은 상술된 기술중 하나를 사용하여 증착될 수 있다. 일부 실시예에서, 질화는 스퍼터 가스로의 질소의 혼합에 의해 (즉, 반응성 스퍼터링에 의해) 증착 동안 도입될 수 있다. 이러한 실시예에 있어서, 질화의 정도는 변경될 수 있고, 층들의 전체 질소 함유량은 1:1 화학량적인 질소 함유량 미만으로 감소될 수 있다. 이것은 질소 흡수기의 감소로 인해 반사도를 증가시킬 수 있다. 또한, 순 Mo 또는 순 Ru 디신에 MoRu 합금 타겟을 사용하는 것이 가능할 수 있다. 이러한 경우에, MoRuN이 형성된다( $Mo_xRu_yN_z$ ). 관련된 전이금속중에, 루테늄이 특히 산화에 내성을 갖고 있다. 따라서, Ru 또는 Ru 함유 합금이 전이금속층에 대해 사용될 때 보다 낮은 정도의 질화가 적용될 수 있다.
- [0064] 도 16은 MoN/Si 이중층, NbN/Si 이중층 및 MoNbN/실리콘 이중층을 갖는 다층 미러에 대한 계산된 반사율을 도시

하고 있다. RuN 및 RhN 층(도시되지 않음)은 경미하게 보다 낮은 피크 반사도를 제공한다. 계산을 위해, 0.4의 층 비가 사용되었고 사용된 층의 수는 60이었다. 인터페이스 거칠기는 고려되지 않는다. MoN에 대한 층 주기는 6.9nm이었고, NbN에 대해서는 6.88nm이었고 MoNbN에 대해서는 6.89nm이었다. MoNb에 대해서는, 1:1 합금 혼합이 사용되었다. 도시된 바와 같이, 계산된 피크 반사도는 약 67 내지 69%의 범위에 있지만, 달성가능한 반사도 값은 최종 층 거칠기로 인해 보통 예를 들어, 대략 55%로 보다 낮을 것이다.

[0065] 상술된 발명의 실시예의 특징은 각 청구항의 발명의 적어도 하나의 가능한 실시예에서 개시된 필요조건을 만족시키고 오직 하나 이상의 이러한 실시예이고 임의의 청구항의 범위를 제한하지 않고 특히 특정 개시된 실시예만으로 한정하지 않도록 의도되었다는 것을 당업자는 이해할 것이다. 특히 등가의 독트린의 목적을 위해 청구범위의 해석에 대해 당업자에 의해 이해될 청구항의 개시된 발명의 실시예의 개시된 특징에 대한 많은 변화 및 수정이 가능하다. 첨부된 청구범위는 그 범위 및 의미에서 청구된 발명의 실시예의 개시된 특징뿐만 아니라 당업자에 명백한 다른 등가 및 다른 수정 역시 포함하도록 의도되었다. 상술된 본 발명의 개시된 발명의 개시되고 청구된 특징에 대한 변화 및 수정에 더하여 다른 것들도 수현될 수도 있다.

[0066] 35 U.S.C. § 112를 충족시키기 위해 필요한 본원에 개시되고 설명된 EUV 옵틱스의 실시예의 특정 특징이 상술된 실시예의 특징의 목표를 위해 또는 해결된 문제에 대한 상술된 목적을 완전히 얻을 수 있지만, 청구된 발명의 기술된 실시예의 특징은 단지 청구된 주제에 의해 넓게 고려되는 주제의 단지 예시일 뿐이라는 것을 당업자는 이해해야 한다. 실시예의 상술되고 청구된 특징의 범위는 명세서에 기초하여 당업자에게 명백할 수 있는 다른 실시예를 완전히 포함하고 있다. 본 EUV OPTICS의 범위는 첨부된 청구범위에 의해서만 완전히 한정된다. 이러한 청구범위에서의 단수화된 엘리먼트에 대한 부재는 명확하게 지적하지 않는다면 오직 하나만을 의미하는 것이 아니라 하나 이상을 의미하는 것으로 의도되었다. 당업자에 알려진 공지되고 공지될 실시예의 상술된 특징의 임의의 엘리먼트에 대한 모든 구조적이고 기능적인 등가물은 여기에 언급되어 통합되었고 본 청구범위에 의해 포함되도록 의도되었다. 본 발명에서의 상세한 설명 및/또는 청구범위에서 사용된 임의의 용어는 이러한 용어에 대한 임의의 사전적 또는 다른 널리 사용되는 의미에 관계없이 자체 의미를 가질 것이다. 첨부된 청구범위는 본 발명의 실시예의 개시된 실시예만 덮는 것이 아니라 당업자에게 이해될 수 있는 다른 수정 및 변경 및 동등물을 포함하도록 의도되었다. 상술된 본 발명의 개시되고 청구된 특징에 대한 변경 및 수정에 더하여 다른 것들도 구현될 수도 있다.

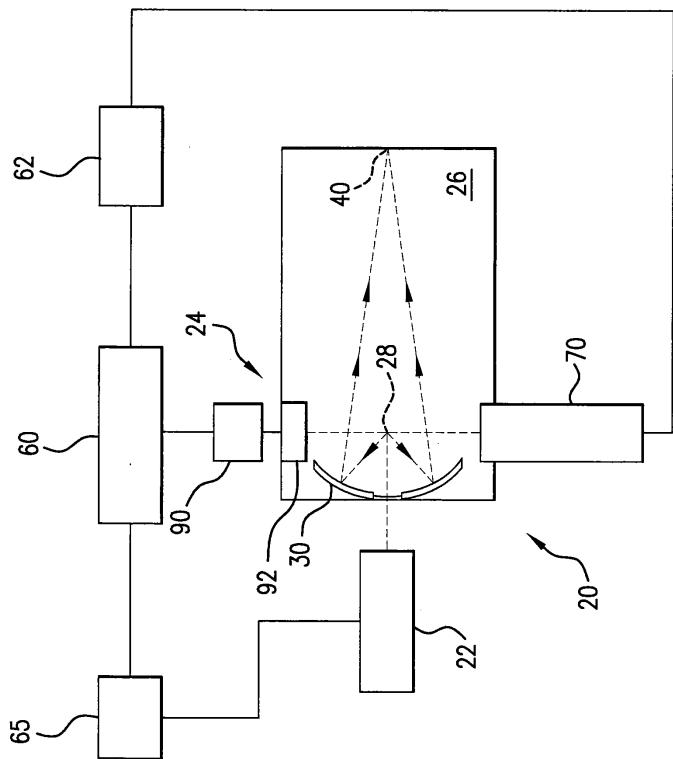
[0067] 35 U.S.C. § 112를 충족시키기 위해 필요한 본원에 개시되고 설명된 "EUV 옵틱스"의 실시예의 특정 특징이 상술된 일실시예의 특징의 목적을 위한 임의의 다른 이유에 의해 또는 해결하고자 하는 문제로 인해 상술된 목적을 완전히 얻을 수 있지만, 본 발명의 개시된 실시예의 현재 설명된 특징이 단지 예시일 뿐이라는 것을 당업자는 이해할 것이다. 현재 설명되고 청구된 범위의 실시예의 범위는 명세서에 기초하여 당업자에게 명백할 수 있는 다른 실시예를 온전히 포함한다. 현 "EUV 옵틱스"의 범위는 첨부된 청구범위에 의해서만 제한된다. 이러한 청구범위내의 엘리먼트에 대한 단수 언급은 따로 명백해 언급하지 않는 한 "오직 하나"만을 의미하는 것이 아니고 "하나 이상"을 의미한다. 당업자에게 공지되거나 나중에 공지될 실시예의 엘리먼트중 어느 하나에 대한 모든 구조적 및 기능적 동등물은 여기에 언급되어 통합되어 있고 현 청구범위에 의해 포함되도록 의도되었다. 청구범위 및/또는 명세서에서 사용되고 본원의 명세서 및/또는 청구범위에 명백히 의미가 주어진 임의의 용어는 이러한 용어에 대해 널리 알려진 의미 또는 임의의 사전에 관계없이 그 주어진 의미를 가질 수 있다. 본원의 일실시예의 임의의 특징으로서 명세서에서 설명된 디바이스 또는 방법이 본원에 개시된 실시예의 특징에 의해 해결될 모든 문제를 언급한 것으로 의도되거나 꼭 필요한 것은 아닌데, 그 이유는 이러한 모든 문제는 본 청구범위에 의해 포함되기 때문이다. 본원내의 어떤 엘리먼트, 컴포넌트 또는 방법 단계도 그 엘리먼트, 컴포넌트 또는 방법 단계가 청구범위에 명확히 기재된 것과 관계없이 공개되도록 의도된 것은 아니다. 첨부된 청구범위내의 아무런 청구범위 엘리먼트도 이러한 엘리먼트가 "수단"을 사용하여 명백하게 기재되어 있지 않은 경우에 35 U.S.C. § 112 6번째 단락의 조항하에 구성되는 것은 아니다.

[0068] 미국 특허법의 충족을 위해 발명자가 본원에 각 첨부된 청구범위에 기재된 각 발명의 적어도 하나의 실시예를 개시하였음을 당업자는 이해할 수 있다. 본원 길이를 줄이고 본 발명의 용이한 이해를 위해 발명자는 발명자는 때로 한정 동사(예를 들어, "이다", "하다", "갖다", "포함하다"등) 및/또는 다른 한정 동사(예를 들어, "생성한다", "유발하다", "샘플링하다", "읽다", "신호를 주다"등) 또는 임의의 동명사(예를 들어, "사용하여", "취하여", "유지하여", "만들어"등)을 사용하여 본 발명의 일실시예의 특징/엘리먼트, 기능 또는 동작 및/또는 임의의 다른 특징을 한정하였다. 이러한 임의의 한정 단어 또는 숙어등, 즉, 임의의 특징, 엘리먼트, 시스템, 서브시스템, 컴포넌트, 서브컴포넌트, 프로세스 또는 알고리즘 단계, 특정 재료등이 여기에 개시된 하나 이상의 실시예중 하나의 특징을 설명하기 위해 사용될 때마다, 본 발명의 범위를 해석할 목적으로 읽을 수 있고, 다음

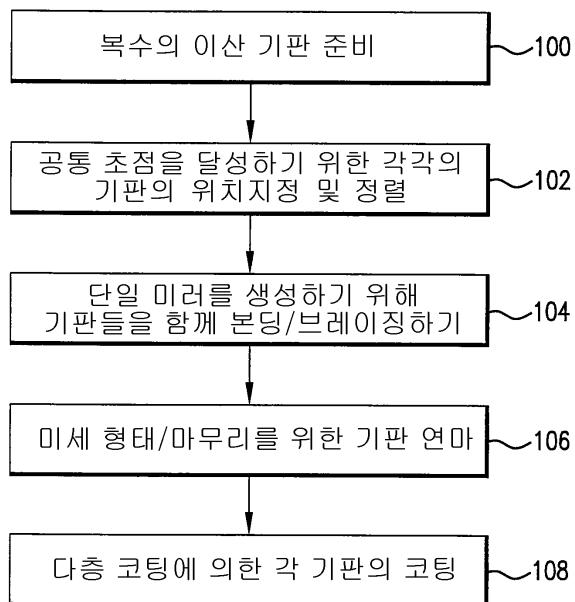
의 한정하는 숙어 하나 이상 또는 모두, 즉 "예를 들어", "일예로서", "단지 예시로"등에 의해 및/또는 "일 수 있는", "일 수도 있는"등의 하나 이상 또는 모두에 의해 본 발명이 청구될 수 있다. 이러한 특징, 엘리먼트, 스텝, 재료등은 하나 이상의 실시예의 가능한 특징으로서만 기술되었고 임의의 실시예의 임의의 특징 또는 하나 이상의 실시예의 하나의 가능한 실시예로서 기술된 것은 아니다. 본 발명이 그렇게 특별히 명확하게 기술되지 않았다면 발명자는 개시된 실시예의 특정 특징은 단지 청구범위내의 임의의 특징 또는 엘리먼트를 구현하는 위한 유일한 방법이라고 생각한다. 발명자는 청구범위의 임의의 보다 상세한 특징, 엘리먼트, 스텝, 특징등을 갖는 종속항에 있어서, 그 인용되는 청구항이 다른 구현예를 따른 보다 상세한 사항을 포함하도록 충분히 범위가 넓고 이러한 보다 상세한 사항이 그 인용되는 청구항내의 특징, 또는 엘리먼트를 구현하는 유일한 방법이 아니고, 따라서, 임의의 종속항내의 특징 또는 엘리먼트가 종속항내의 보다 상세한 사항만을 포함하도록 임의의 그러한 인용되는 청구항의 특징 또는 엘리먼트를 제한하도록 각 인용되는 청구항내로 읽히지 않도록 의도하였다.

## 도면

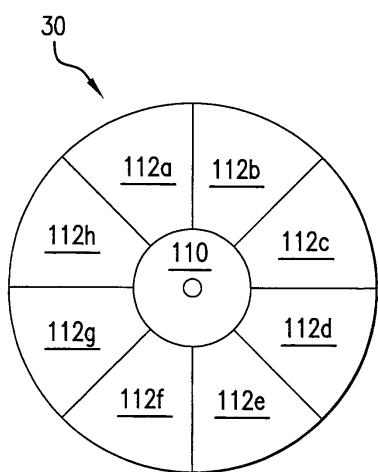
### 도면1



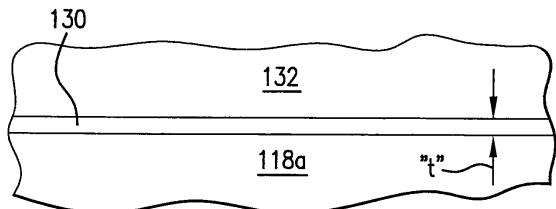
## 도면2



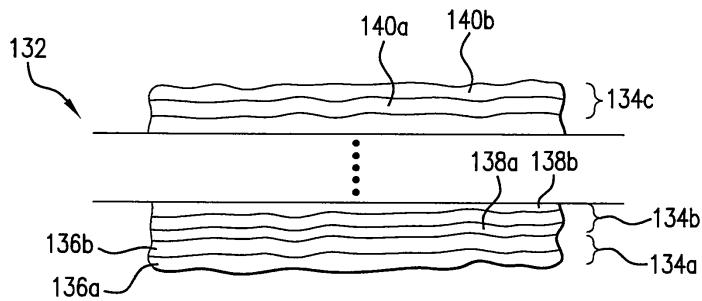
## 도면3



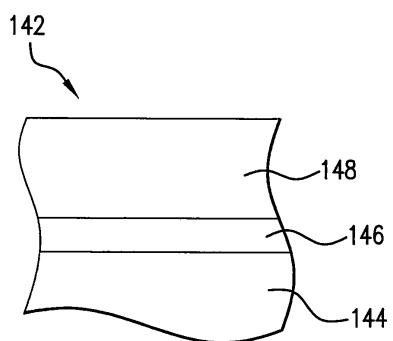
## 도면4



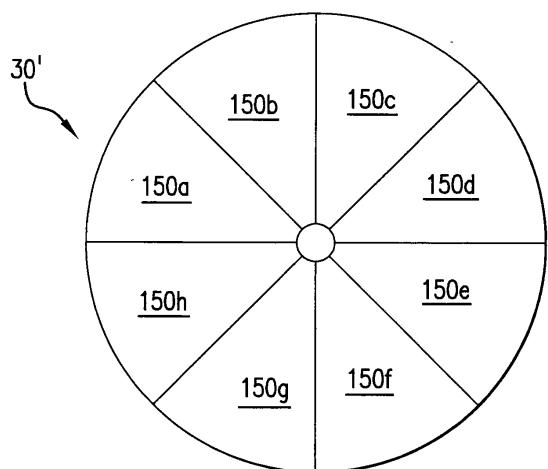
도면5



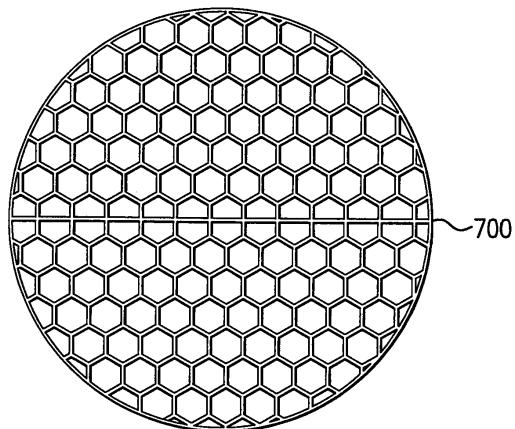
도면5a



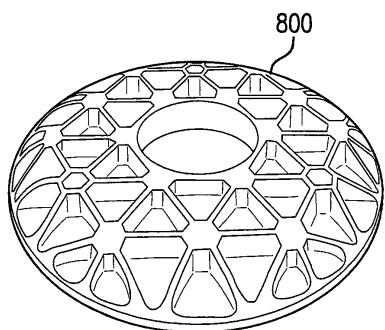
도면6



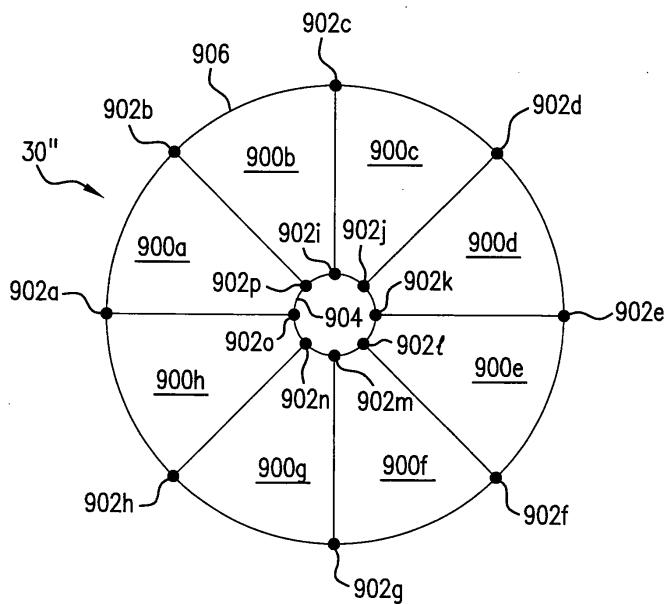
도면7



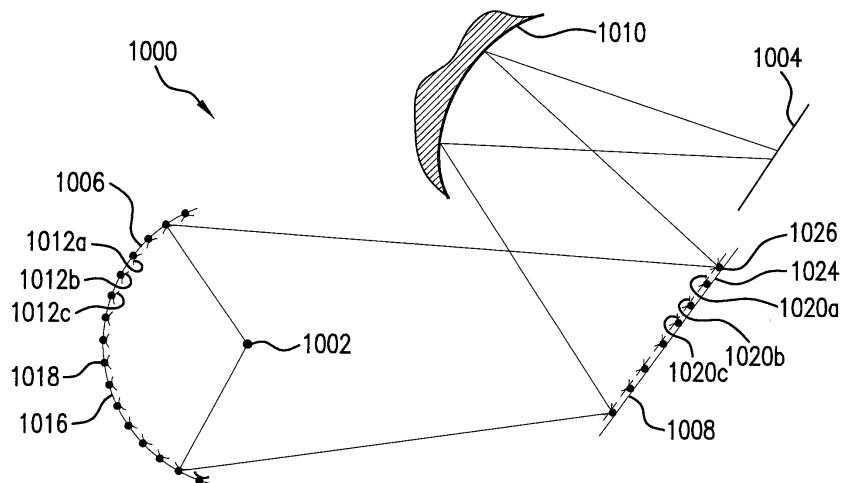
도면8



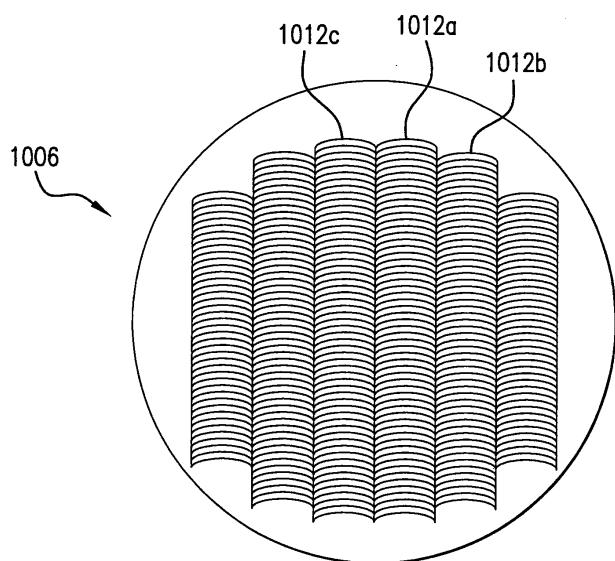
도면9



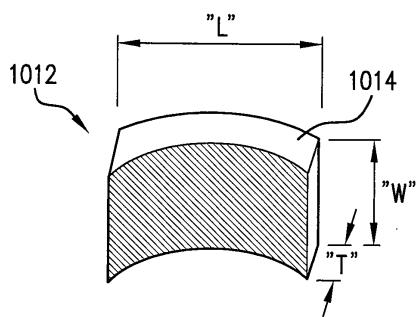
도면10



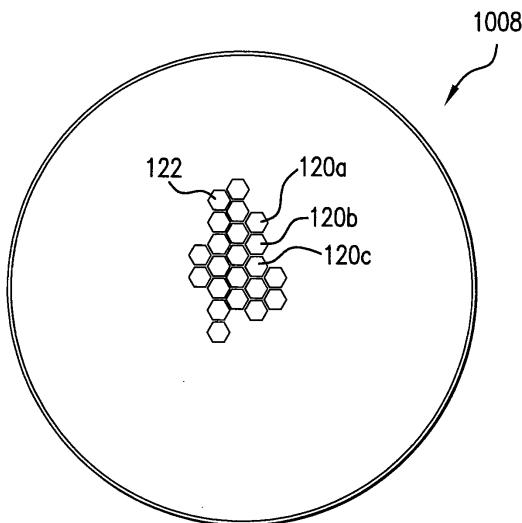
도면11



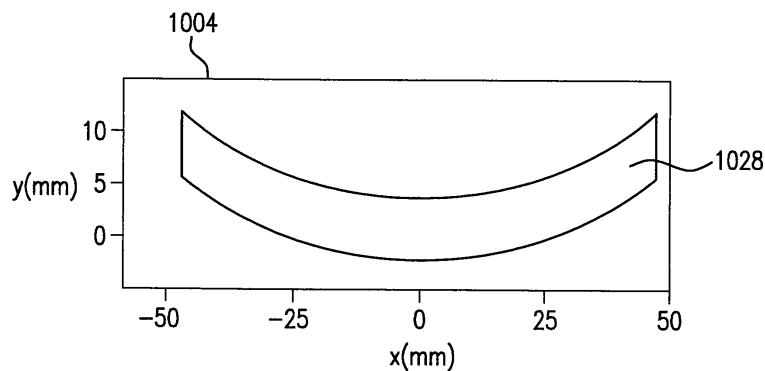
도면12



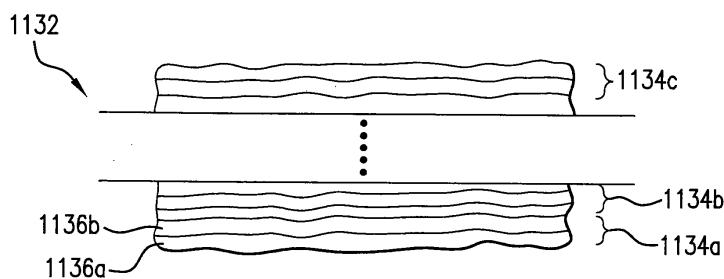
도면13



도면14



도면15



도면16

