



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년07월08일  
(11) 등록번호 10-1417199  
(24) 등록일자 2014년07월01일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G03F 1/22 (2012.01) G03F 7/20 (2006.01)  
H01L 21/027 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2010-7007128  
(22) 출원일자(국제) 2008년10월01일  
심사청구일자 2012년04월10일  
(85) 번역문제출일자 2010년04월01일  
(65) 공개번호 10-2010-0076961  
(43) 공개일자 2010년07월06일  
(86) 국제출원번호 PCT/EP2008/063170  
(87) 국제공개번호 WO 2009/043885  
국제공개일자 2009년04월09일  
(30) 우선권주장  
10 2007 047 149.3 2007년10월02일 독일(DE)  
60/976,900 2007년10월02일 미국(US)  
(56) 선행기술조사문헌  
W02005124836 A1\*  
US06192100 B1\*  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
칼 짜이스 에스엠테 게엠베하  
독일 73447 오버코헨 루돌프-에버-슈트라쎄 2  
(72) 발명자  
필리 올리히  
독일 73430 아알렌 알프레드-델프-슈트라쎄 8  
라트 마틴  
독일 73486 아텔만스펠덴 카스타니엔백 15  
(74) 대리인  
안국찬, 양영준

전체 청구항 수 : 총 30 항

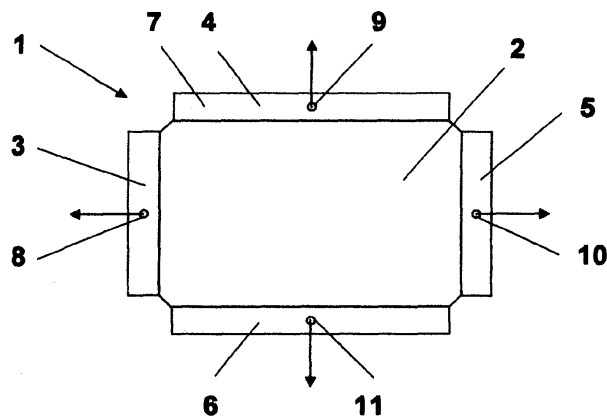
심사관 : 이원재

(54) 발명의 명칭 광학 멤브레인 요소

(57) 요약

본 발명은 하나 이상의 멤브레인 층과, 멤브레인 층을 적어도 부분적으로 둘러싸고 멤브레인 층의 림의 적어도 일부가 장착되는 프레임을 갖는, 리소그래피, 특히 EUV(극자외선) 리소그래피에서의 광학 장치용 광학 멤브레인 요소에 관한 것이고, 멤브레인 층을 팽팽하게 하는 것을 용이하게 하는 하나 이상의 팽팽하게 하는 요소가 제공되고, 광학 멤브레인 요소는 멤브레인 요소의 멤브레인 층이 조정 가능하게 팽팽해질 수 있어 멤브레인 층이 편평하도록, 투영 노광 시스템에, 특히 EUV 리소그래피를 위해 사용될 수 있고, 대응 광학 멤브레인 요소를 제조하기 위한 방법이 제공되는데, 팽팽하게 하는 요소는 멤브레인 층과 함께 리소그래피로 생성된다.

대표도 - 도1



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

하나 이상의 멤브레인 층(2)과, 멤브레인 층을 적어도 부분적으로 둘러싸고 멤브레인 층의 림의 적어도 일부가 장착되는 프레임(7)을 갖는, 리소그래피에서의 광학 장치용 광학 멤브레인 요소에 있어서,  
멤브레인 층을 팽팽하게 하는 하나 이상의 팽팽하게 하는 요소(30)가 제공되고,  
프레임(7)이 수납되는 홀더(32)가 제공되고, 상기 팽팽하게 하는 요소(들)는 프레임과 홀더 사이에 제공되고,  
상기 팽팽하게 하는 요소는 프레임과 홀더 사이에서 길이 방향으로 조정 가능한 연결 요소들을 포함하며, 멤브레인 층의 장력이 프레임과 홀더 사이의 길이 변화를 통해 조정 가능한 것을 특징으로 하는  
멤브레인 요소.

### 청구항 2

제1항에 있어서,  
여러 개의 팽팽하게 하는 요소(30)가 프레임 및 멤브레인 층 중 하나 이상의 주연부 둘레에 분포되어 제공되는 것을 특징으로 하는  
멤브레인 요소.

### 청구항 3

제1항에 있어서,  
1개의 팽팽하게 하는 요소(30)가 프레임 및 멤브레인 층 중 하나 이상의 주연부 둘레에 분포되어 제공되는 것을 특징으로 하는  
멤브레인 요소.

### 청구항 4

제1항 또는 제2항에 있어서,  
프레임(7)은 탄성적으로 변형 가능하도록 형성되는 것을 특징으로 하는  
멤브레인 요소.

### 청구항 5

제1항 또는 제2항에 있어서,  
프레임(7)은 멤브레인 층을 수용하기 위한 복수의 분리된 보유 요소들(3, 4, 5, 6; 41)을 포함하는 것을 특징으로 하는  
멤브레인 요소.

### 청구항 6

삭제

### 청구항 7

삭제

### 청구항 8

제1항에 있어서,

한편의 홀더(32)와, 다른 한편의 프레임(7) 또는 보유 요소는 하나 이상의 스위블 조인트(31)에 의해 연결되고, 팽팽하게 하는 요소는 스위블 조인트를 통해 토크를 발생시킬 수 있는 것을 특징으로 하는

멤브레인 요소.

#### 청구항 9

제8항에 있어서,

길이방향으로 조정 가능한 이격 요소로서의 팽팽하게 하는 요소는 스위블 조인트로부터 거리를 두고 한편의 프레임 또는 보유 요소와 다른 한편의 홀더 사이에 제공되는 것을 특징으로 하는

멤브레인 요소.

#### 청구항 10

제8항에 있어서,

스위블 조인트(31)의 회전 축이 멤브레인 층의 평면에 평행하게 제공되는 것을 특징으로 하는

멤브레인 요소.

#### 청구항 11

제1항에 있어서,

프레임(7)은 2개의 부분으로 형성되는데, 제1 부분(41)은 멤브레인 층에 연결되고 제2 부분(40)은 홀더에 연결 가능하고, 1개 이상의 스프링 바(42)가 제1 부분과 제2 부분 사이에 제공되는 것을 특징으로 하는

멤브레인 요소.

#### 청구항 12

제11항에 있어서,

스프링 바(들)(42)는 멤브레인 층에 평행한 평면 내에 제공되는 것을 특징으로 하는

멤브레인 요소.

#### 청구항 13

제11항에 있어서,

팽팽하게 하는 요소(들)(30)가 프레임의 제1 부분(41)에 작용하여, 스프링 바(42)가 만족되는 것을 특징으로 하는

멤브레인 요소.

#### 청구항 14

제13항에 있어서,

팽팽하게 하는 요소는 홀더에서 주연 바(36)로서 형성되거나, 길이방향으로 변화 가능한 액추에이터로서 형성되는 것을 특징으로 하는

멤브레인 요소.

#### 청구항 15

제1항 또는 제2항에 있어서,

멤브레인 층(2)과 프레임(7)은 일 편으로 형성되는 것을 특징으로 하는

멤브레인 요소.

#### 청구항 16

제1항 또는 제2항에 있어서,  
홀더(32)와 프레임(7)은 일 편으로 형성되는 것을 특징으로 하는  
멤브레인 요소.

#### 청구항 17

제1항 또는 제2항에 있어서,  
멤브레인 층(2) 및 프레임(7) 및 홀더(32) 중 하나 이상은 원형 사각형(circular quadratic), 직사각형, 다각형, 원형 또는 타원형 기본 형상을 갖는 것을 특징으로 하는  
멤브레인 요소.

#### 청구항 18

제1항 또는 제2항에 있어서,  
멤브레인 층(2)은 0.5mm 내지 200mm 범위의 에지 길이 또는 직경을 갖는 것을 특징으로 하는  
멤브레인 요소.

#### 청구항 19

제1항 또는 제2항에 있어서,  
멤브레인 층(2)은 5nm 내지 500nm의 두께를 갖는 것을 특징으로 하는  
멤브레인 요소.

#### 청구항 20

제1항 또는 제2항에 있어서,  
멤브레인 층(2)은 다중 플라이로 형성되는 것을 특징으로 하는  
멤브레인 요소.

#### 청구항 21

제1항 또는 제2항에 있어서,  
멤브레인 층(2)은 기능 요소(63)를 포함하는 것을 특징으로 하는  
멤브레인 요소.

#### 청구항 22

제1항 또는 제2항에 있어서,  
멤브레인 층은 필터 층 또는 광학적 활성 구조체를 포함하는 것을 특징으로 하는  
멤브레인 요소.

#### 청구항 23

제1항 또는 제2항에 있어서,  
멤브레인 층은 규소, 지르코늄, 루테튬, 로듐, 니오븀, 몰리브덴, 붕소 및 질화 규소를 포함하는 군의 하나 이상의 성분을 포함하는 것을 특징으로 하는  
멤브레인 요소.

#### 청구항 24

제1항 또는 제2항에 따른 하나 이상의 멤브레인 요소를 갖는 투영 노광 시스템.

#### 청구항 25

제24항에 있어서,

멤브레인 요소(1)는 투과 레티클, 데브리 필터, 감쇠기, 스펙트럼 필터, 펠리클, 투과 그레이트(grate) 및 투과 필터를 포함하는 군으로부터의 하나 이상의 요소로 형성되는 것을 특징으로 하는

투영 노광 시스템.

#### 청구항 26

제24항에 있어서,

멤브레인 요소(1)는 측정 장치와 관련하여 제공되는 것을 특징으로 하는

투영 노광 시스템.

#### 청구항 27

제24항에 있어서,

투영 노광 시스템의 일 부분을 투영 노광 시스템의 다른 부분으로부터 기밀 분리시키는 멤브레인 요소가 제공되는 것을 특징으로 하는

투영 노광 시스템.

#### 청구항 28

제1항에 따른 멤브레인 요소를, 멤브레인 요소가 전자기 방사를 받는 투영 노광 시스템에서 작동시키기 위한 방법에 있어서,

멤브레인 요소(1)의 멤브레인 층(2)은 조정 가능한 장력 하에서 위치될 수 있고, 장력은 멤브레인 층이 편평하도록 선택되는 것을 특징으로 하는

멤브레인 요소를 작동시키기 위한 방법.

#### 청구항 29

제28항에 있어서,

장력은 크기 및 국부적 분포 중 하나 이상에 있어서 가변식으로 조정될 수 있는 것을 특징으로 하는

멤브레인 요소를 작동시키기 위한 방법.

#### 청구항 30

제28항 또는 제29항에 있어서,

장력은 시간이 경과하면서 재조정되는 것을 특징으로 하는

멤브레인 요소를 작동시키기 위한 방법.

#### 청구항 31

제28항 또는 제29항에 있어서,

멤브레인 층은 인장 응력 하에서 유지되는 것을 특징으로 하는

멤브레인 요소를 작동시키기 위한 방법.

#### 청구항 32

마이크로리소그래피에 의해 제1항에 따른 광학 멤브레인 요소를 제조하기 위한 방법에 있어서,

멤브레인 요소의 멤브레인 층을 팽팽하게 하기 위한 변형 요소(42) 또는 고체(solid-body) 조인트(31)가 멤브레인 층과 함께 리소그래피로 생성되는 것을 특징으로 하는

광학 멤브레인 요소를 제조하기 위한 방법.

## 명세서

### 기술분야

- [0001] 본 발명은 리소그래피, 특히 EUV(극자외선) 리소그래피에서의 광학 장치용 광학 멤브레인 요소에 관한 것이고, 광학 멤브레인 요소는 적어도 하나의 멤브레인 층과 프레임을 갖고, 프레임은 멤브레인 층을 적어도 부분적으로 둘러싸고 프레임에는 멤브레인 층의 에지의 적어도 일부가 장착되고, 또한 본 발명은 대응 멤브레인 요소가 제공된 투영 노광 시스템, 특히 EUV 리소그래피를 위한 투영 노광 시스템에 관한 것이고, 또한 본 발명은 이러한 멤브레인 요소의 사용을 위한 방법과 이러한 광학 멤브레인 요소를 제조하는 방법에 관한 것이다.

### 배경기술

- [0002] 나노미터 스케일인 전기 기술 및/또는 마이크로기계 부품에서의 가장 미세한 구조체를 생산하기 위해서는, 항상 감소하는 파장의 광 또는 일반적으로는 전자기 방사가 제조 공정의 기초가 되는 리소그래피 방법을 위해 사용될 필요가 있다. 이에 따라, 원하는 마이크로구조 또는 나노구조를 포함하는 레티클을 조명하고 결상하기 위한 투영 노광 시스템이 극자외선 광의 범위에 있는 전자기 방사를 채용하는 것이 공지되어 있다. 소위 EUV 리소그래피인 이러한 기술에 있어서, 광학 멤브레인은 예컨대 US 7,154,666 B2에 개시된 스펙트럼 필터로서 기능할 수 있도록 사용된다. 또한, US 7,153,615, US 6,749,968, US 6,683,936 및 US 6,150,060에 개시된 바와 같은, EUV 리소그래피 분야에서의 다른 응용레들이 있다.
- [0003] 이들 문헌에서 언급된 적용 영역이 본 발명의 광학 멤브레인 요소를 위한 잠재적인 적용례를 구성하기 때문에, 이들 공보의 개시 내용은 전체가 본원에 참조로 포함된다.
- [0004] 또한, US 5,068,203는 예컨대 얇은 규소 멤브레인이 제조될 수 있는 방법을 개시한다. 이 개시 내용도 본원에 참조로 포함된다.
- [0005] 따라서, 광학 멤브레인은 이미 공지되고 채용되었더라도, 멤브레인이 갖는 문제로는 50 내지 500 nm 범위의 매우 작은 두께를 통상적으로 갖는 멤브레인이 수차를 야기하지 않으면서 광학계에 사용될 수 있도록 평면형이고 평활해야한다는 점이 있다. 따라서, 멤브레인의 평면성은, 특히 멤브레인의 연장된 영역이 0.5mm 에지 길이 또는 직경으로부터 수 100mm 에지 길이 또는 직경의 범위에 있을 수 있다는 사실 면에서 주된 과제를 제기한다.

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

- [0006] 따라서, 본 발명의 목적은 광학계에 사용되기에 필수적인 평면성, 즉 멤브레인 편평성을 가져서, 특히 주름(wrinkling) 등을 방지하는 광학 멤브레인 또는 광학 멤브레인 요소를 제공하는 것이다. 또한, 멤브레인 요소는 투과 등과 같은 필수적인 광학 특성을 충족하면서 제조하고 사용하기가 용이하다.

#### 과제의 해결 수단

- [0007] 본 목적은 청구항 제1항의 특징을 갖는 광학 멤브레인 요소, 청구항 제24항의 특징을 갖는 투영 노광 시스템, 청구항 제28항의 특징을 갖는 멤브레인 요소를 작동시키기 위한 방법, 및 청구항 제32항의 특징을 갖는 멤브레인 요소를 제조하기 위한 방법으로 달성된다. 유리한 실시예들이 종속항의 요지이다.
- [0008] 본 발명은 멤브레인이 선택적으로 팽팽해질 수 있다면 광학 멤브레인의 평면이고 평활한 구성이 가능하다는 기본적인 생각으로부터 시작된다. 광학 멤브레인이 제조되는 방식으로 인해 본래 매우 적은 멤브레인 장력을 갖거나 멤브레인 장력을 갖지 않는, 규소 또는 지르코늄으로 제조된 것과 같은 광학 멤브레인의 경우에, 장력의 부족이 주름을 야기시키기 때문에 평면성 또는 편평성이 손상되는 반면, 질화규소로 제조된 것과 같은 다른 멤브레인은 높은 제조 관련 멤브레인 장력을 갖는데, 그의 불균일성은 내부 장력 또는 멤브레인의 장력이 지지 구조체 상에 배열되어 있기 때문이다. 이들 문제는 멤브레인을 선택적으로 팽팽하게 함으로써 해결될 수 있다.

예컨대, 규소 상의 지르코늄과 같은 코팅에 의해 생성되는 내부 장력으로 인한 주름도 역시 선택적으로 팽팽하게 함으로써 제거될 수 있다.

- [0009] 이에 따라, 본 발명은 적어도 하나의 멤브레인 층과, 멤브레인 층을 적어도 부분적으로 둘러싸고 멤브레인 층의 에지의 적어도 일부분에서 부착되거나 장착되는 프레임에 갖는, 광학 멤브레인 요소를 제공하는 것을 제안한다. 멤브레인 층에 작용할 수 있는 적어도 하나의 팽팽하게 하는 요소의 제공을 통해 멤브레인 층을 선택적으로 팽팽하게 하는 것이 달성될 수 있다.
- [0010] 바람직하게는, 개별의 팽팽하게 하는 요소를 각 방향으로 대응하여 작동시킴으로써 멤브레인 층에서의 장력의 불균일한 상태가 보정될 수도 있도록, 여러 개의 팽팽하게 하는 요소가 프레임 및/또는 멤브레인 층의 주변부 둘레에 분포될 수 있다. 특히, 독립적인 공간 방향으로 멤브레인 층 내로 인장력을 도입할 목적으로 적어도 2개의 팽팽하게 하는 요소를 제공하는 것이 유리하다. 많은 개수의 팽팽하게 하는 요소는 멤브레인 층을 더욱 선택적이고 더욱 정확하게 팽팽하게 한다.
- [0011] 멤브레인 층이 배열되는 프레임의 변형을 통해 멤브레인 층을 팽팽하게 하는 것이 진행된다면, 프레임이 대응하여 탄성 변형될 수 있는 것이 유리하다.
- [0012] 대안으로, 또는 추가적으로, 프레임은 복수의 분리된 보유 요소들로부터 형성될 수 있거나, 복수의 분리된 보유 요소들을 포함할 수 있어서, 멤브레인 층은 개별의 분리된 보유 요소들의 이동에 의해 팽팽해질 수 있다.
- [0013] 멤브레인 층의 프레임은 홀더 내에 수용될 수 있고, 팽팽하게 하는 요소는 프레임과 홀더 사이에 제공될 수 있다. 팽팽하게 하는 요소는 길이방향으로 조정 가능한 연결 요소들로 형성될 수 있어서, 연결 요소들의 길이의 변화는 힘을 발생시키고 멤브레인 층의 장력은 조정 가능하다. 후보의 길이방향으로 조정 가능한 연결 요소는 특히 조정 스크루 등일 수 있다. 그러나, 압전 소자 등과 같은 다른 액추에이터도 제공될 수도 있다. 또한, 팽팽하게 하는 요소는 인장 스프링 또는 선형 스프링과 같은 스프링 요소일 수 있다.
- [0014] 다른 실시예에서, 필요한 인장력은 직접적인 선형 이동 또는 변위보다는, 스위블 조인트와 관련하여 토크를 발생시킴으로써 멤브레인 층에 생성될 수 있다. 예컨대, 한편의 홀더와 다른 한편의 프레임 또는 보유 요소 사이에는, 생성된 토크를 선형 힘으로 변환시키는 적어도 하나의 스위블 조인트, 바람직하게는 여러 개의 스위블 조인트가 제공될 수 있다. 이 후, 필수적인 토크는 예컨대, 특히 조정 스크루 또는 압전 액추에이터 형태인 길이 방향으로 조정 가능한 스페이서에 의해 생성될 수도 있다. 여기서, 토크를 생성할 수 있는 다른 액추에이터도 또한 사용될 수도 있다.
- [0015] 멤브레인 층의 평면에 평행한 회전 축을 통하여 멤브레인 층 상의 선형 인장력으로 전환되는 토크 이외에, 다른 변형 또는 유형의 힘의 인가는 멤브레인 층의 평면에서 장력을 인가하는데 사용될 수 있다. 예컨대, 프레임은 2개의 부분으로 형성될 수도 있는데, 제1 내부 부분은 멤브레인 층에 연결되고, 제2 외부 부분은 홀더에 연결 가능하다. 2개의 부분은 스프링 바를 통해 연결될 수도 있는데, 이는 탄성 변형 시에 프레임의 내부 부분이 확장되게 하여 이후 멤브레인 층의 평면에서 인장력을 생성한다.
- [0016] 멤브레인 층의 평면에서 인장력 또는 인장 응력을 생성하는 다양한 방식을 통해서, 멤브레인 층을 신장하여 평활하고 평면인 형상의 멤브레인 층을 생성하는 것이 가능하다. 특히, 따라서, 본 발명의 멤브레인 요소의 멤브레인 층의 장력은, 크기 및 방향 양자 모두와, 이에 따른 장력의 국부적 분포에 대한 조정과 함께, 조정 가능하다. 그 결과, 장력의 부재 또는 결핍으로 인해서 든지 또는 불균일하게 분포된(고유의) 장력으로 인해서 든지 간에 야기된 불균일성 및 주름 형성이 방지되거나 보정된다.
- [0017] 따라서, 대응하는 팽팽하게 하는 요소를 갖는 본 발명의 멤브레인 요소는 시간 경과에 따라, 예컨대, 방사-유도 가열 등과 같은 다양한 환경 조건에 의해 변경이 필요한 경우 또는 이완이 발생된 경우에, 장력을 재조정할 수 있게 한다.
- [0018] 본 발명의 광학 멤브레인 요소는, 팽팽하게 하는 요소를 위한 대응하여 요구된 마이크로기계 부품이 예컨대 0.5 mm의 에지 길이 또는 직경을 갖는 작은 멤브레인 치수로 제조될 수도 있도록, 특히 리소그래픽 제조 방법에 의해 생성될 수 있다. 대응하여, 멤브레인 층 및 프레임과, 홀더 및 프레임과, 홀더, 프레임 및 멤브레인 층은 일 편으로 형성될 수 있다.
- [0019] 멤브레인 층은 50nm 내지 500nm, 특히 100nm 내지 250nm의 두께를 가질 수 있고, 0.5mm 내지 200mm, 특히 1mm 내지 100mm 범위의 에지 길이 또는 직경을 가질 수 있다.
- [0020] 멤브레인 층은 다중 플라이(ply)를 가질 수 있고/있거나, 필터 층 뿐만 아니라, 격자 구조체 등과 같은 기능 요

소를 포함할 수 있다. 이에 따라, 본 발명의 광학 멤브레인 요소는 투영 노광 시스템에, 특히 EUV 투영 노광 시스템에 제공될 수 있는데, 여기서 멤브레인 요소는 투과 레티클, 데브리 필터(debris filter), 감쇠기(attenuator), 스펙트럼 필터(spectral filter), 펠리클(pellicle), 투과 그리드(grid) 및 투과 필터로서 기능을 할 수도 있다.

[0021] 광학 결상 특성을 기록하기 위해서 측정 장치와 관련하여 대응 멤브레인 요소를 사용하는 것이 특히 바람직하다.

[0022] 멤브레인 층은 규소, 지르코늄, 루테튬, 로튬, 니오븀, 몰리브덴, 붕소 및 질화 규소를 포함할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0023] 본 발명의 추가 이점, 특징 및 특성은 첨부 도면을 사용하여 실시예들의 이하 상세한 설명으로부터 명백하다. 도면은 순수하게 개략적인 형태로 도시된다.

도 1은 본 발명의 광학 멤브레인 요소의 제1 실시예의 평면도이다.

도 2는 본 발명의 광학 멤브레인 요소의 제2 실시예의 평면도이다.

도 3은 도 1 또는 도 2에 따른 멤브레인 요소를 관통하는 단면도이다.

도 4는 본 발명의 광학 멤브레인 요소의 제3 실시예의 평면도이다.

도 5는 도 4의 멤브레인 요소를 관통하는 부분 단면도이다.

도 6은 광학 멤브레인 요소의 제4 실시예의 평면도이다.

도 7은 도 6으로부터의 멤브레인 요소의 부분 단면도이다.

도 8의 하위 도면 a) 내지 c)는 SOI[규소 이중막(Silicon On Insulator)] 웨이퍼를 통해 규소 멤브레인의 리소 그래픽 제조 시에 필요로 하는 시퀀스를 도시한다.

도 9는 다중 플라이 멤브레인 층의 단면도이다.

도 10은 기능 요소들을 갖는 멤브레인 층의 단면도이다.

도 11은 본 발명의 멤브레인 요소가 사용되는 투영 노광 시스템의 도면이다.

도 12는 본 발명의 멤브레인 요소를 갖는 투영 노광 시스템용 조명 시스템의 일부의 도면이다.

도 13은 본 발명의 멤브레인 요소를 위한 적용 영역을 갖는 투영 노광 시스템을 도시한다.

도 14는 본 발명의 멤브레인 요소를 갖는 웨이퍼 스테이지 내의 투영 노광 시스템의 일부를 도시한다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0024] 도 1은 광학 멤브레인 요소(1)의 제1 실시예의 평면도이고, 여기서 멤브레인 층(2)은 층 두께를 무시하면 직사각형 기부 영역 또는 기본 형상을 갖는다.

[0025] 멤브레인 층(2)은 보유 요소(3, 4, 5, 6)에 의해 직사각형 기본 형상의 측면들, 즉 단부 면들에 보유되는데, 이들은 함께 프레임(7)을 형성한다. 보유 요소(3, 4, 5, 6) 각각에는 상세히 도시되지 않은 팽팽하게 하는 요소가 결합할 수 있는 개구(8, 9, 10, 11) 형태의 커플링 요소가 제공된다. 개구(8, 9, 10, 11)에서 도시된 화살표를 따라 팽팽하게 하는 요소에 의해, 인장 응력 하에서 멤브레인 층(2)을 위치시키는 힘이 생성된다.

[0026] 힘이 생성될 수 있기 위해, 팽팽하게 하는 요소는 예컨대 광학 장치의 하우징에 의해 형성될 수 있는 도시되지 않은 홀더 내에 대향 장착(counter-mounted)될 수 있어서, 예컨대 스크루 등을 조정하는 형태로 팽팽하게 하는 요소를 단축시킴으로써, 멤브레인 층(2)에서의 인장이 발생될 수 있다.

[0027] 도 2는 본 발명의 멤브레인 요소(1)의 다른 실시예를 도 1과 유사한 도면으로 도시하는데, 여기서 유사하거나 동일한 부품은 동일한 도면 부호로 나타내어 진다. 도 2의 멤브레인 요소의 실시예는 멤브레인 층이 직사각형 영역 대신에 8각형 기부 영역 또는 기본 형상을 갖는다는 점에서, 도 1의 멤브레인 요소와 상이하다. 대응하여, 도 1의 실시예에 따른 4개의 보유 요소(3, 4, 5, 6) 대신에, 보유 요소(3, 4, 5, 6, 17, 18, 19, 20)가 제공되는데, 보유 요소는 이들이 배열되는 멤브레인 층(2)의 측부의 길이방향 연장부의 치수에 따라 상이



하게 또한 형성된다. 그러나, 보유 요소(3, 4, 5, 6, 17, 18, 19, 20)는 도 1의 실시예의 보유 요소(3, 4, 5, 6)와 같이, 팽팽하게 하는 요소와 결합하기 위한 개구 형태의 대응하는 커플링 요소(8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15)를 또한 갖는다.

[0028] 도 3은 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이, 광학 멤브레인 요소의 기능을 단면도로 개략적으로 도시한다. 도 3은 보유 요소(3 및 5)를 관통하는 단면도를 도시하고, 보다 정확하게는 팽팽하게 하는 요소와 결합하는 작용을 하는 대응 개구(8 및 10)를 관통하는 단면도를 도시한다. 예컨대, 보유 요소(3, 5)와 주위 홀더(도시 안됨) 사이에 배열되는 팽팽하게 하는 요소(도시 안됨)를 단축시킴으로써 힘이 화살표로 표시된 바와 같이 보유 요소(3, 5)에 가해진다면, 보유 요소(3 및 5)는 이격 방향으로 이동되게 된다. 그러나, 보유 요소(3 및 5)가 멤브레인 층(2)에 견고하게 연결되기 때문에, 멤브레인 층(2)은 인장 응력 하에서 위치되고, 이격 방향으로 당겨지거나 탄성적으로 및/또는 가소성으로 신장된다. 통상적으로, 힘은 평면의 평활함과 탄성적 팽팽함만을 생성하고 멤브레인 층에 소성 변형을 유도하지는 않을 만큼 커야한다.

[0029] 보유 요소(3, 4, 5, 6, 17, 18, 19, 20)에서의 멤브레인 층(2)의 배열은 포지티브-로킹(positive-locking)이나 포스 클로저(force closure) 또는 접합 연결(재료 연속성)에 의해 달성될 수 있고, 특히 멤브레인 층은 클램프, 용접 또는 접착 접합에 의해 부착 가능하다. 예컨대 규소 멤브레인의 리소그래픽 제조의 경우에, 보유 요소가 멤브레인 층과 함께 일 편을 형성하는 것도 고려될 수 있다.

[0030] 더욱이, 멤브레인 요소가 기밀(gastight)이 되도록 형성되고, 이를 위해 도 4의 실시예에 도시된 바와 같이 홀더가 멤브레인 층(2)과 보유 요소(3, 4, 5, 6) 주위에 제공되는 것도 고려될 수 있다. 홀더(도시 안됨)는 홀더가 투영 노광 시스템의 하우징 내에 기밀로 수용될 수 있도록 형성된다. 도 1 내지 도 3의 실시예에 제공된 바와 같이, 멤브레인 층(2)은 홀더와 멤브레인에서의 팽팽하게 하는 요소 또는 보유 요소(3, 4, 5, 6)의 착수(attack) 지점들 사이에 어떠한 멤브레인 없는 공간도 남아있지 않도록, 홀더에서 기밀로 배열된다. 멤브레인 층(2)의 내부 영역은 팽팽하게 하는 요소에 의해 팽팽해지는 반면, 멤브레인 층의 외부 영역은 팽팽해지기보다는 홀더(32)에 기밀 상태로 연결되어 멤브레인의 절첩부를 수용하는 기능을 하는 방식으로, 팽팽하게 하는 요소가 작용한다.

[0031] 도 4는 본 발명의 멤브레인 요소의 다른 실시예를 도시하고, 여기서 멤브레인 층(2)은 원형 기부 영역을 갖는다. 대응하여, 주위 프레임(7)은 원형 링으로 형성된다. 프레임(7)은 홀더(32)에 의해 둘러싸이고, 이는 프레임(7)과 멤브레인 층(2) 주위에 등간격으로 이격되는 복수의 팽팽하게 하는 요소(30)를 포함한다. 기계적인 팽팽하게 하는 요소(30) 각각은, 필름 힌지의 형태인 일 편의 고체(solid-body) 조인트로서 홀더(32)를 프레임(7)에 연결시키는 스윙블(swivel) 또는 벤딩(bending) 조인트(31)를 갖는다. 이에 따라, 스윙블 조인트(31)는 일 편으로서 프레임(7)을 홀더(32)에 연결시키는 얇은 가요성 바에 의해 본질적으로 형성된다.

[0032] 또한, 홀더(32)는 원형 링으로서 형성되고, 조정 스크루(33)가 스윙블 조인트(31)로부터 이격되어 배열될 수도 있어서, 상기 스크루가 스윙블 조인트로부터 원격인 프레임(7)의 일부와 교차하도록, 연장부(34)는 기계적인 팽팽하게 하는 요소(30)의 구역 내에 형성된다. 조정 스크루(33)가 연장부(34) 내의 나선형 구멍을 통과하여 제공되고 그의 단부들 중 하나가 스윙블 조인트(31)로부터 이격된 프레임(7)의 일부에 대해 멈추는 방식으로, 상호작용이 일어난다. 조정 스크루(33)를 돌림으로써, 홀더(32)의 연장부(34)와 프레임 부분(7) 사이의 거리는 변경될 수 있어서, 스윙블 조인트(31)에 대한 선회가 일어난다. 그 결과로서, 스윙블 조인트(31)로부터 이격되는 프레임(7)의 일 부분이 멤브레인 층(2) 쪽으로 이동된다면, 멤브레인 층(2)이 부착되는 프레임(7)의 대향 부분은 외향으로 이동되고, 이에 따라 멤브레인 층(2)에 작용하는 인장력을 가한다. 대응하여, 인장 변형이 멤브레인 층(2)에 가해질 수 있다. 멤브레인 층 주위에 제공되는 기계적인 팽팽하게 하는 요소(30)에서 조정 스크루(33)가 조정됨으로써, 원하는 인장 변형이 조정될 수 있다. 특히, 기계적인 팽팽하게 하는 요소는 멤브레인 층(2)의 평면의 평활한 구성이 보장되도록 개별적으로 조정될 수 있다.

[0033] 도 6은 본질적으로 직사각형인 멤브레인 층(2)을 갖는 본 발명의 광학 멤브레인 요소(1)의 제4 실시예를 도시한다. 멤브레인 층(2)은 멤브레인 층(2)에 견고하게 연결되는 개별의 보유 요소를 갖는 내부 프레임 부분(41)과 직사각형 링의 형태인 외부 프레임 부분(40)을 포함하는 프레임(7) 내에 유지된다. 보유 요소(41) 또는 내부 프레임 부분(41)과 외부 프레임 부분(40) 사이에는 도 7에 상세히 도시된 바와 같이 탄성적으로 변형 가능하도록 형성되는 스프링 바(42)가 제공된다.

[0034] 홀더(32)는 직사각형 링 구조체로 구성되는데, 여기에는 클램핑에 의해 외부 프레임 부분(40)을 수납할 수 있는 수납 요소(35)가 제공된다. 홀더 링(32)의 내부 측에는, 스프링 바(42)가 멤브레인 층(2)의 평면에 직각으로 만곡되도록 보유 요소 또는 내부 프레임 부분(41)과 상호작용하는 주연 바(36)가 형성된다. 이로 인해, 멤브레

인 층(2)이 확장되고, 대응 인장 응력이 도입된다.

- [0035] 주연 바(36)의 높이의 적절한 선택을 통해, 제한된 응력이 설정될 수 있다. 또한, 주연 바(36)는 예컨대 경사진 활주 표면 등이 장력이 영구적으로 유지되는 것을 보장하도록 형성된다.
- [0036] 주연 바(36) 대신에, 예컨대 멤브레인 층(2)의 평면에 수직인 홀더 링을 통하여 공급되고 대응 나사형 구멍 내에 수용될 때 개별의 분리된 보유 요소 또는 내부 프레임 부분(41)을 위한 제한된 멈춤부를 형성할 수 있는 조정 스크루를 제공하는 것도 고려될 수 있다.
- [0037] 도 8의 하위 도면 a) 내지 c)는 층 두께가 예컨대 100nm인 얇은 규소 멤브레인의 리소그래픽 제조 시에 채택되는 절차적 방법을 도시한다.
- [0038] 이를 위해, 도 8의 a)의 도면에 대응하는 제1 단계에서, 2개의 부분적인 규소 층(50 및 52)이 이산화규소 층(51)의 부분적인 층에 의해 분리되는 소위 SOI 웨이퍼(규소 이중막 웨이퍼)가 제공된다. 포토레지스트(53)는 구역(54)이 포토레지스트를 갖지 않도록 부분적인 규소 층(52)의 표면에 인가되어서, 부분적인 규소 층은 도 8의 b)에 따른 하위 단계에서 에칭될 수 있다. 레지스트 없는 구역(54)을 갖는 포토레지스트의 구조는 포토레지스트의 대응하는 리소그래픽 노광과 경화되지 않은 포토레지스트의 후속 제거에 의해 생성된다.
- [0039] 구역(54)에서 규소가 에칭되는 동안에 이산화규소의 에칭-중지 층(51)에 도달된 후에, 윈도우 영역(54) 내의 부분적인 이산화 규소 층(51) 및 포토레지스트(53)가 제거되어 구역(54) 내에 독립형(free-standing) 규소 멤브레인이 남게 된다.
- [0040] 유사하게, 도 5에 도시된 바와 같이, 기계적인 팽팽하게 하는 요소가 생성될 수 있기 위해, 윈도우 영역(54)을 둘러싸고 프레임으로서 사용될 수 있는 이들 구역에서 구조화를 달성하도록 멤브레인 제조 이전, 이후 및/또는 동안에 추가 단계가 도입될 수 있다.
- [0041] 도 9 및 도 10은 본 발명에 따라 사용될 수 있는 바와 같이 멤브레인 층의 기본 구조를 도시한다. 예컨대, 도 9는 예컨대 규소 및 지르코늄으로 구성되는 부분적인 층들(60 및 61)을 포함하는 2개 층 멤브레인(2)을 도시한다.
- [0042] 도 10은 격자 구조체(63) 등과 같은 기능 요소가 적용된 예컨대 규소의 기본 층(62)을 포함하는 멤브레인 층(2)을 도시한다.
- [0043] 본 발명의 광학 멤브레인 요소는 마이크로리소그래피용 투영 노광 시스템에, 즉, 조명 시스템 또는 투영 광학계에서, 특히 극자외선 범위에 있는 광, 즉 전자기 방사로 작동하는 투영 노광 시스템에 사용될 수 있다. 예컨대 하나의 가능한 파장은 13.5nm이다. 광학 멤브레인 요소는 투과 레티클(102)로서 사용될 수 있는데, 여기서 구조화된 흡수기(112)는 규소 또는 질화규소와 같은 투과 재료로부터 독립형 멤브레인(111)에 적용된다(도 11 참조). 흡수성 구조체(112)로 인해, 웨이퍼(104) 상에 생성될 구조체가 생성될 수 있는데, 이는 투영 광학계(103)에 의해 웨이퍼 상으로 소형으로 결상된다. 도 11은 EUV 광원(100) 및 조명 시스템(101)을 추가로 도시한다.
- [0044] 투과 레티클(102)은 멤브레인(111)과 멤브레인 위에 적층된 흡수기(112) 이외에, 본 발명에 따른 팽팽하게 하는 장치(110)를 포함하는데, 이는 멤브레인(111)이 장력 하에서 평활하고 평면인 것을 보장한다.
- [0045] 또 다른 가능한 적용례는 오염물이 존재하거나 발생할 수 있는 투영 노광 시스템의 일 구역을 다른 구역들로부터 고립시키는 기능을 하는 데브리 필터와 같은 대응 광학 멤브레인 요소를 사용하는 것으로 구성된다. 예컨대, 광원은 대응 데브리 필터를 통하여 투영 노광 시스템의 나머지에서 분리될 수 있다. 데브리 필터는 예컨대 EUV 방사를 결상하는데 사용되는 광의 통과를 허용하지만, 중성 입자 또는 이온은 필터를 통과할 수 없다.
- [0046] 광학 멤브레인 요소의 또 다른 가능한 용도는 일반적으로 정전기 방사 또는 채용된 광의 일정 파장을 필터링하기 위한 스펙트럼 필터이다.
- [0047] 또한, 대응 멤브레인 요소는 데브리 필터와 스펙트럼 필터를 조합하여 사용될 수 있다. 이는 EUV 리소그래피 시스템용 조명 시스템의 일부로 도 12에 도시되어 있다. EUV 광원(100)의 광은 소위 월터 집광기(150; Wolter collector)를 통해 수집되고, 미러(154) 상으로 포커싱되며, 이로부터 중간 상(155)을 통해 추가 미러(160)로 유도된다.
- [0048] 플라즈마 위치 센서(153) 및 중간 상 위치 센서(159)는 조명 시스템을 모니터링하기 위해 제공된다. 대응 멤브

레인 필터(151 및 158)는 이러한 센서들을 보호하기 위해 제공된다. 또한, 또 다른 데브리 필터(156)는 중간 상 부근에 제공된다.

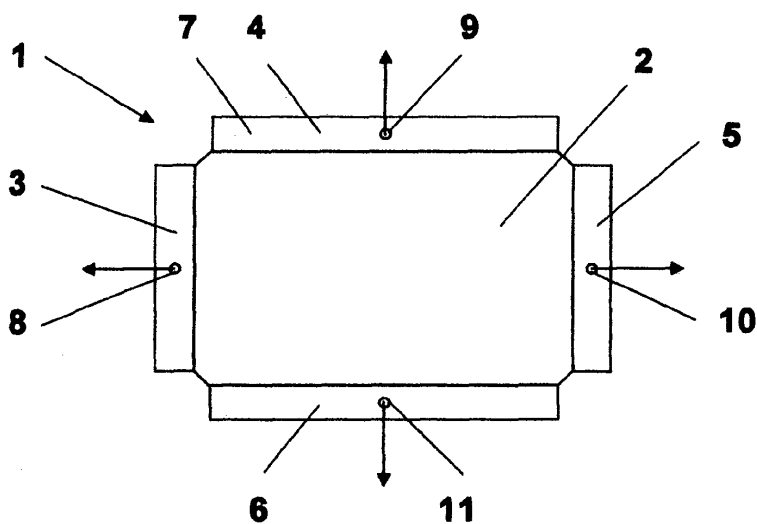
- [0049] 조합된 데브리 스펙트럼 필터(151)는 미러(152)의 전방에 배열되어, 광원(100)으로부터 플라즈마 위치 센서(153)의 방향으로 월터 집광기(150)에 의해 수집되는 광의 일부를 차단한다. 플라즈마 위치 센서는 EUV 광원(100)의 상태를 모니터링하고 체크하는 기능을 한다.
- [0050] 이는 중간 상 위치 센서(159)에 적용되고, 이에 의해 중간 상의 위치가 모니터링될 수 있다. 이를 위해, 빔으로부터의 광의 일부는 미러(157)를 통해 차단되고 중간 상 위치 센서(159)로 편향된다. 미러(157)와 중간 상 위치 센서(159) 사이에는 조합된 데브리 스펙트럼 필터(158)가 다시 제공된다.
- [0051] 조합된 데브리-스펙트럼 필터(151 및 158)를 통하여, 예컨대 불필요한 오염물이 센서에 도달되는 것이 방지될 수 있고, 또한 센서에 적합하지 않은 광의 파장 범위도 차단될 수 있다.
- [0052] 반대로, 데브리 필터(156)는 단지 오염물이 빔을 따라 퍼지는 것을 방지하는 기능을 수행한다.
- [0053] 도 13은 EUV 광원(100)을 갖는 EUV 투영 노광 시스템을 도시하는데, EUV 광원(100)의 광은 조명 시스템을 구성하는 미러 요소들(M0, M1, M2, M3, M4, M5)을 통해 레티클(200)로 유도된다. 투과 레티클이 아니라 반사 레티클로서 구성되는 레티클(200)은 조명 광을 반사하고, 레티클(200)에서 제공되는 구조가 미러 요소들(M6, M7, M8, M9, M10)을 갖는 투영 광학계를 통해 웨이퍼(300) 상으로 결상된다.
- [0054] 도 13의 투영 노광 시스템에서, 본 발명에 따른 다양한 멤브레인 요소는 데브리 필터, 그레주에이티드 그레이(graded grey) 필터, 펠리클, 스펙트럼 필터 형태로 또는 인라인(inline) 측정 기술과 관련되어 제공된다.
- [0055] 따라서, 도 13에 따르면, 제1 데브리 필터(201)가 광원(100)에 대해 배열되어서, 이온, 중성 입자 등과 같은 광원 내에 형성된 입자가 투영 노광 시스템의 나머지에 도달할 수 없다.
- [0056] 데브리 필터(201)는 빔 영역내에만 배열될 수 있지만, 데브리 필터(201)는 기밀식 분리가 얻어지도록 형성되는 것이 유리하다. 이에 따라, 하우징 또는 하우징 부품 내에 프레임 또는 홀더를 갖는 멤브레인의 기밀 구성이 제공될 수도 있다.
- [0057] 멤브레인이 통상적으로 매우 얇게 형성되기 때문에, 멤브레인 자체의 열 전도성이 낮아서, 멤브레인은 전자기 방사의 대응 흡수 시에 가열된다. 따라서, 온도 부하가 낮게 유지될 수 있도록 표면 요소당 광 출력이 가능한 낮은 곳에 필터 또는 멤브레인이 위치되는 것이 유리하다. 결론적으로, 대응 멤브레인은 매우 큰 표면을 갖도록 형성될 수 있고, 이 사실은 평활한 멤브레인을 달성하기 위한 본 발명의 인장이 특히 중요한 것을 요구한다.
- [0058] 이러한 데브리 필터가 시스템의 도처에 사용될 수 있더라도, 도 12에 이미 도시된 바와 같이, 데브리 필터(206)에 의한 웨이퍼(300)에 대한 투영 노광 시스템의 분리뿐만 아니라 데브리 필터(201) 경우와 같이 광원의 분리에도 대한 사용이 바람직하다.
- [0059] 웨이퍼(300) 상의 감광층의 조사는 가능하게는 공격적 화학 성분의 방출을 발생시켜서, 투영 시스템의 광학 부품의 손상을 가져올 수도 있다. 데브리 필터(206)는 웨이퍼 또는 그에 제공된 층들의 이들 방출된 화학 성분을 저지한다.
- [0060] 더욱이, 본 발명의 광학 멤브레인 요소는 레티클을 보호하기 위한 펠리클(203)로서 또한 기능을 할 수 있다.
- [0061] 본 발명의 광학 멤브레인이 펠리클(203)로서 기능을 하는 경우에, 멤브레인 요소는 특히 레티클 교환 중 또는 레티클의 이송 중과 같은 레티클의 취급 동안에, 레티클에 도달할 수 있는 입자에 대해 레티클을 보호하기 위해, 레티클과 관련하여 제공된다. 펠리클은 레티클로부터 이격되어 그에 견고하게 연결되도록 배열되기 때문에, 어떠한 입자도 펠리클 상에만 적층될 수 있고, 레티클 평면 외측에 배열되기 때문에, 입자는 레티클의 구조와 동일한 레벨의 선명도로 결상되지 않아서, 덜 해로운 영향을 미친다. 펠리클 멤브레인은 EUV 광의 최대 가능한 투과를 용이하게 하기 때문에 예컨대 규소 또는 지르코늄으로 제조될 수 있다.
- [0062] 본 발명에 따른 광학 멤브레인 요소에 대한 또 다른 적용례는 조명을 평균화하기 위한 그레주에이티드 그레이 필터(202, 204)로서의 사용이다. 그레주에이티드 그레이 필터는 필드[그레주에이티드 그레이 필터(202)] 또는 pupils[그레주에이티드 그레이 필터(204)]의 균일한 조명을 위해 여기에 사용될 수 있다. 그레주에이티드 그레이 필터(202, 204)의 경우에, 흡수기 층은 강도(intensity) 분포의 불균일성을 보정하도록 층의 두께를 가로지르는 구배를 갖고 멤브레인 상에 제공된다. 굴절 효과를 통해 강도의 평균화를 가져오는 균일한 격자 구조가 고려될 수 있다. 흡수기 층은 알루미늄, 크로뮴, 탄탈 질화물, 탄소 또는 EUV 광의 낮은 투과성을 갖는 다

른 요소로 제조될 수 있다.

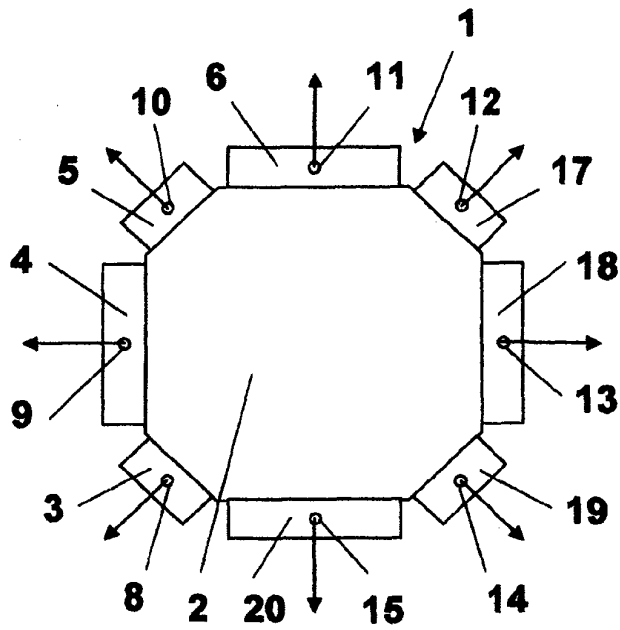
- [0063] 격자 구조 또는 두께 구배를 갖는 흡수기 층 대신에, 변위 가능하도록 형성되는 동적(dynamic) 필터에 의해 광 강도의 평균화가 조절될 수 있는 것도 고려될 수 있다.
- [0064] 또 다른 적용 영역은 일정 파장의 광을 필터링하도록 의도되는 스펙트럼 필터(205)에 의해 특징지어진다. 이는 예컨대 웨이퍼의 감광층에 유해한 소위 원자외선 방사에 있어서 정확하다. 스펙트럼 필터는 투영 노광 시스템에서의 어느 곳이나 기본적으로 제공될 수 있거나, 도 12의 실시예가 도시하는 바와 같이 다른 필터들과 조합될 수 있다.
- [0065] 도 12에 대해 이미 기술된 바와 같이 측정 기술과 관련하여 가능한 적용례들이 또한 있다. 도 12에 도시된 바와 같은 조명 시스템에서의 측정 이외에, 본 발명의 광학 멤브레인은 도 14에서 상세히 도시된 멤브레인 요소(216)에 의해 도시된 바와 같이 웨이퍼 영역에서 소위 인라인 측정 기술을 위해 사용될 수도 있다.
- [0066] 웨이퍼 스테이지(212)의 소위 인라인 측정 기술은 투과 이미지 센서(TIS) 및 소위 일리아스(Ilias) 센서[스캐너에서의 통합 렌즈 간섭계(integrated lens interferometers at scanner), ILIAS]의 형태를 취할 수 있다. 이러한 센서는 예컨대 EP 1 510 870 A1에 개시되어 있고, 이는 전체가 참조로 본원에 포함된다.
- [0067] 도 14는 멤브레인(219)과 멤브레인 상에 적층되는 흡수기(210) 뿐만 아니라, 팽팽하게 하는 장치(218) 또는 프레임(218)을 갖는 대응 멤브레인 요소(216)의 구성의 단면도이다. 웨이퍼 스테이지(212)(기판 홀더)의 영역에서 멤브레인(219) 아래에는 예컨대 강도 센서 또는 EUV 카메라(217)가 제공된다.
- [0068] 격자 형태인 멤브레인(219) 상의 흡수기(210)의 구조화는 예컨대 EUV 방사(211)의 파면 수차가 결정될 수 있게 한다.
- [0069] 도 11 내지 도 14와 관련하여 도시된 가능한 적용례 이외에, 대응 광학 멤브레인 요소의 또 다른 적용례들도 가능하다. 이들은 광학 멤브레인의 기술된 가능한 용도 및 인용된 장점의 설명으로부터 당해 기술분야의 숙련자에게 가능하다.
- [0070] 본 발명이 예시 실시예를 사용하여 상세히 기술되었더라도, 본 발명은 이들 실시예에 제한되지 않고 첨부된 특허청구범위의 내용 변경 또는 보정이 가능한 것이 당해 기술분야의 숙련자에게 명백하다. 예컨대, 본 발명의 개별 특성들의 모든 종류의 다양한 조합이 실현될 수 있거나, 개별 특성이 생략될 수도 있다.

## 도면

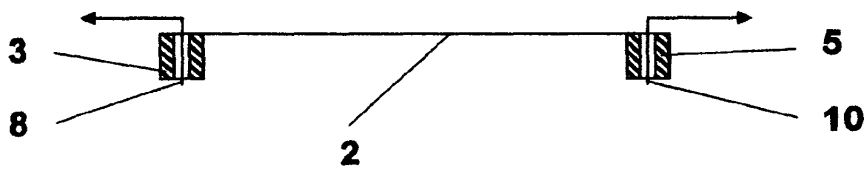
### 도면1



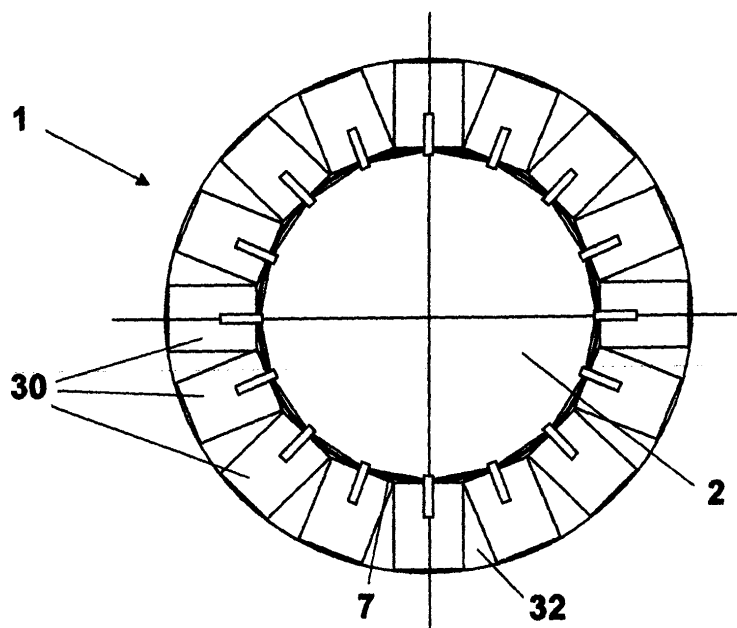
도면2



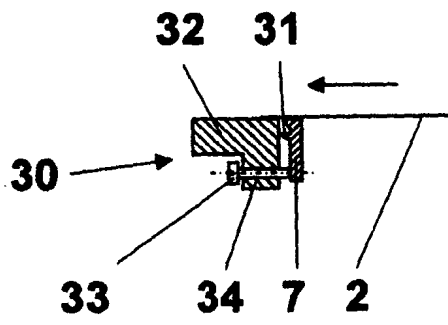
도면3



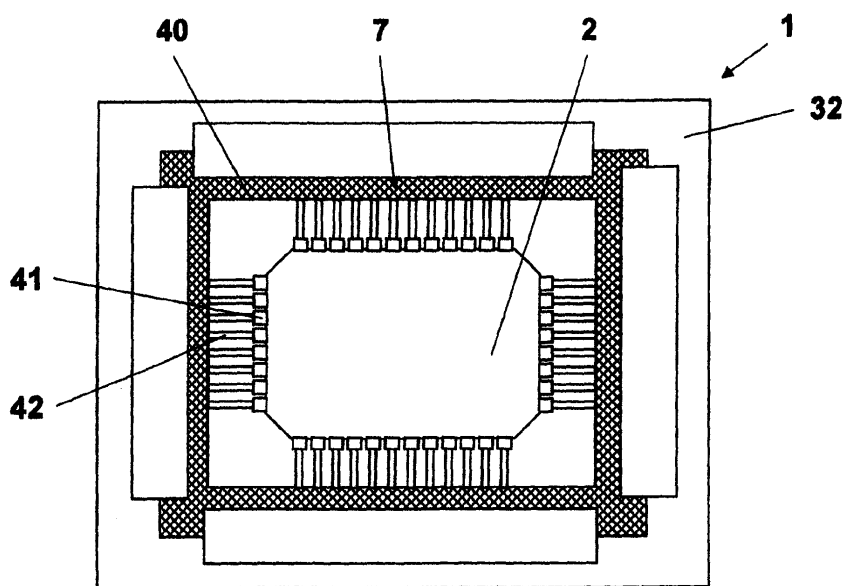
도면4



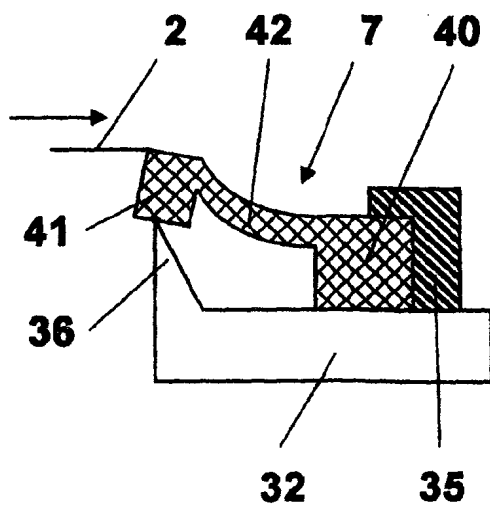
도면5



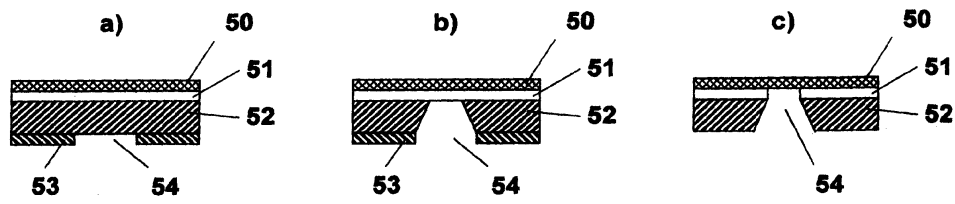
도면6



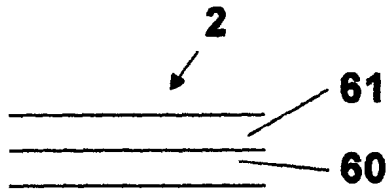
도면7



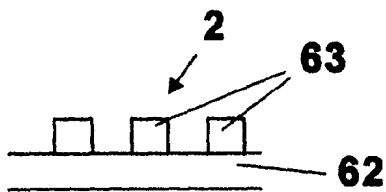
도면8



도면9

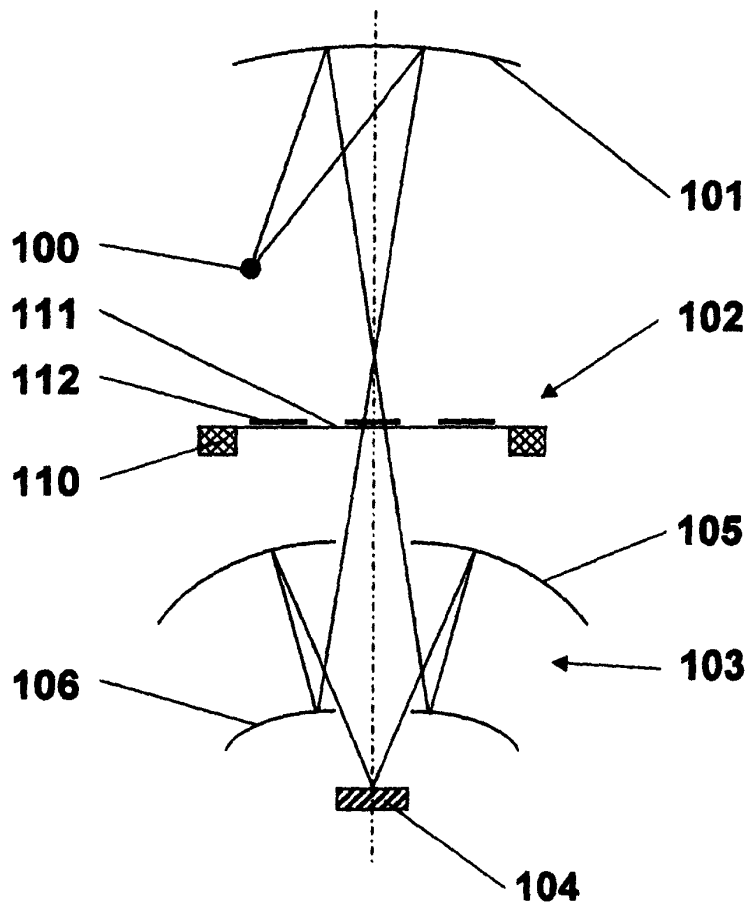


도면10

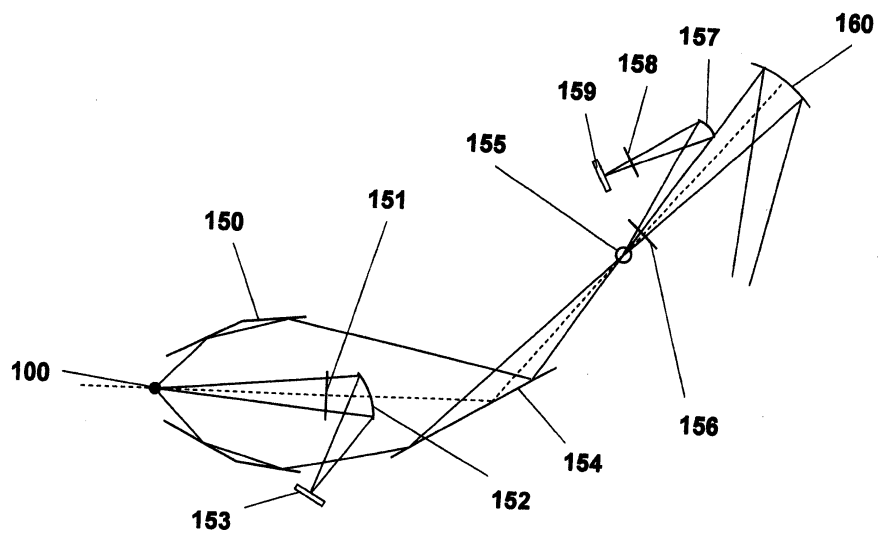




도면11

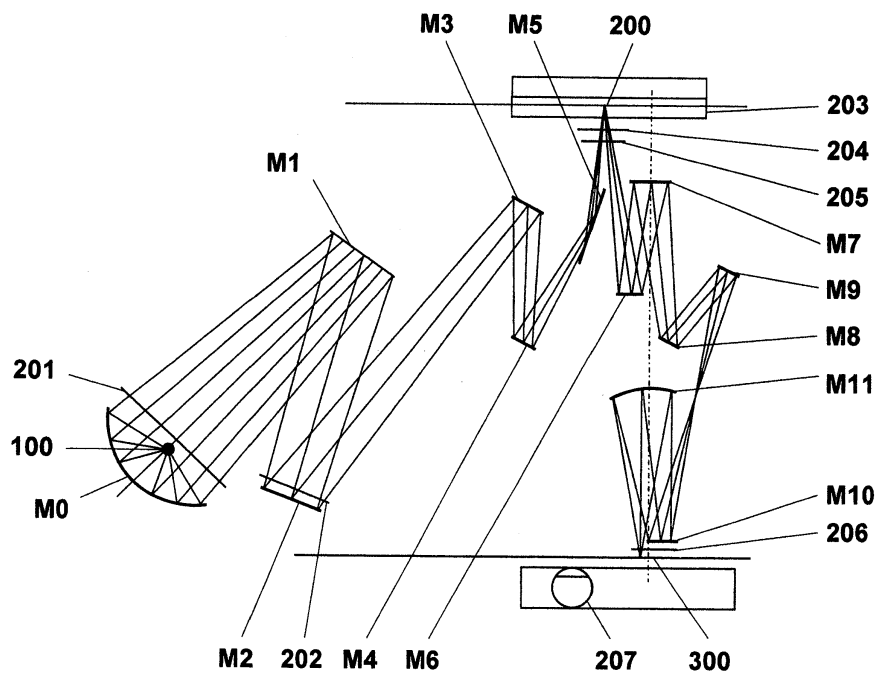


도면12





도면13



도면14

