



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2023년10월16일  
(11) 등록번호 10-2589077  
(24) 등록일자 2023년10월10일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
G03F 1/64 (2012.01) G03F 7/20 (2006.01)
  - (52) CPC특허분류  
G03F 1/64 (2013.01)  
G03F 7/70825 (2023.05)
  - (21) 출원번호 10-2022-7035015(분할)
  - (22) 출원일자(국제) 2015년11월16일  
심사청구일자 2022년10월07일
  - (85) 번역문제출일자 2022년10월07일
  - (65) 공개번호 10-2022-0143144
  - (43) 공개일자 2022년10월24일
  - (62) 원출원 특허 10-2017-7016691  
원출원일자(국제) 2015년11월16일  
심사청구일자 2020년11월16일
  - (86) 국제출원번호 PCT/EP2015/076687
  - (87) 국제공개번호 WO 2016/079051  
국제공개일자 2016년05월26일
  - (30) 우선권주장  
62/080,561 2014년11월17일 미국(US)  
(뒷면에 계속)
  - (56) 선행기술조사문헌  
US04833051 A\*  
(뒷면에 계속)
- 전체 청구항 수 : 총 21 항

- (73) 특허권자  
에이에스엠엘 네델란즈 비.브이.  
네덜란드 5500 아하 벨트호벤 피.오.박스 324  
에이에스엠엘 홀딩 엔.브이.  
네덜란드 5500 아하 벨트호벤 피.오.박스 324
- (72) 발명자  
크루이진가, 마티아스  
네덜란드, 엔엘-5500 아하 벨트호벤, 피.오.박스 324  
얀센, 마틴, 마티아스, 마리누스  
네덜란드, 엔엘-5500 아하 벨트호벤, 피.오.박스 324  
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인  
특허법인(유)화우

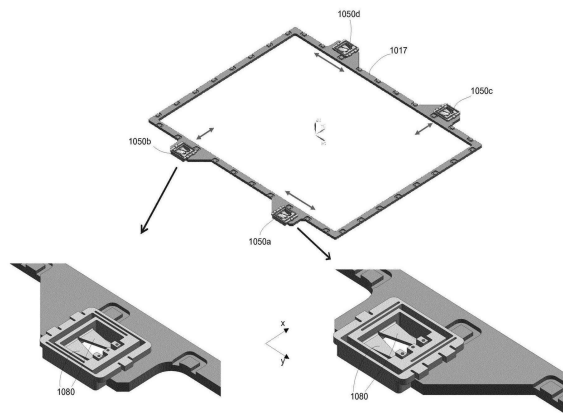
(54) 발명의 명칭 마스크 조립체

심사관 : 민경구

(57) 요약

리소그래피 공정에 사용하기에 적합한 마스크 조립체가 제공되고, 마스크 조립체는 패터닝 디바이스; 및 마운트로 패터닝 디바이스에 장착되고 웨리클을 지지하도록 구성된 웨리클 프레임 포함하고, 마운트는 웨리클 프레임과 패터닝 디바이스 사이에 갭이 존재하도록 패터닝 디바이스에 대해 웨리클 프레임을 서스펜드하도록 구성되며, 마운트는 패터닝 디바이스와 웨리클 프레임 사이에 해제가 가능하게 맞물림가능한 부착을 제공한다.

대표도



- (52) CPC특허분류  
*G03F 7/70983* (2013.01)
- (72) 발명자  
**아제레도 리마, 조르제, 마누엘**  
네덜란드, 엔엘-5500 아하 벨트호벤, 피.오.박스 324  
**보가트, 에릭, 빌렘**  
네덜란드, 엔엘-5500 아하 벨트호벤, 피.오.박스 324  
**브룬스, 데르크, 세르바티우스, 게르트루다**  
네덜란드, 엔엘-5500 아하 벨트호벤, 피.오.박스 324  
**브루인, 마르크**  
네덜란드, 엔엘-5500 아하 벨트호벤, 피.오.박스 324  
**브웰스, 리차드, 요셉**  
네덜란드, 엔엘-5500 아하 벨트호벤, 피.오.박스 324  
**데커스, 에로엔**  
네덜란드, 엔엘-5500 아하 벨트호벤, 피.오.박스 324  
**안센, 폴**  
네덜란드, 엔엘-5500 아하 벨트호벤, 피.오.박스 324  
**카말리, 모하마드, 레자**  
네덜란드, 엔엘-5500 아하 벨트호벤, 피.오.박스 324  
**크라머, 로날드, 햄, 군터**  
네덜란드, 엔엘-5500 아하 벨트호벤, 피.오.박스 324  
**란스베르겐, 로버트, 가브리엘, 마리아**  
네덜란드, 엔엘-5500 아하 벨트호벤, 피.오.박스 324  
**렌더르스, 마르티누스, 헨드리쿠스, 안토니우스**  
네덜란드, 엔엘-5500 아하 벨트호벤, 피.오.박스 324  
**립슨, 매튜**  
미국, 코네티컷 06897, 윌튼, 77 덴베리 로드  
**롭스트라, 에릭, 로엘로프**  
네덜란드, 엔엘-5500 아하 벨트호벤, 피.오.박스 324  
**리온스, 요셉, 에이치.**  
미국, 코네티컷 06897, 윌튼, 77 덴베리 로드  
**루, 스티븐**  
미국, 코네티컷 06897, 윌튼, 77 덴베리 로드  
**반 덴 보쉬, 게릿**  
네덜란드, 엔엘-5500 아하 벨트호벤, 피.오.박스 324  
**반 덴 헤이칸트, 산더**  
네덜란드, 엔엘-5500 아하 벨트호벤, 피.오.박스 324  
**반 델 그래프, 산드라**  
네덜란드, 엔엘-5500 아하 벨트호벤, 피.오.박스 324
- (56) 선행기술조사문헌  
KR1020100014723 A\*  
JP11202476 A  
US6492067 B1  
Robert M. Malone. et. al., "Alignment and testing of a telecentric zoom lens used for the Cygnus x-ray source," Proc. SPIE 8844, 88440A(2013.09.10.)  
JP2006003620 A  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌
- (30) 우선권주장  
62/108,348 2015년01월27일 미국(US)  
62/110,841 2015년02월02일 미국(US)  
62/126,173 2015년02월27일 미국(US)  
62/149,176 2015년04월17일 미국(US)  
62/183,342 2015년06월23일 미국(US)

---

**반 델 펠른, 프리츠**

네덜란드, 엔엘-5500 아하 벨트호벤, 피.오.박스  
324

**반 루, 제롬, 프랑수아, 실베인, 비르질**

네덜란드, 엔엘-5500 아하 벨트호벤, 피.오.박스  
324

**버브러지, 베아트리스, 루이즈, 마리-요셉, 카트리엔**

네덜란드, 엔엘-5500 아하 벨트호벤, 피.오.박스  
324

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

리소그래피 공정에 사용하기에 적합한 패터닝 디바이스와 해제 가능하게 맞물림 가능하도록 구성된 펠리클 프레임(pellicle frame)으로서,

상기 프레임의 외측 에지로부터 돌출되며, 개구부를 포함하는, 탭(tab); 및

상기 탭의 상기 개구부에 수용되도록 대응하는 형상의 외벽을 갖는 맞물림 기구(engagement mechanism)를 포함하며,

상기 맞물림 기구는 상기 패터닝 디바이스와 상기 펠리클 프레임 사이에 해제 가능하게 맞물림 가능한 부착을 제공하도록 구성된 마운트의 일부인,

펠리클 프레임.

#### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 맞물림 기구는 하나 이상의 맞물림 아암(engagement arms)을 포함하는 록킹 부재(locking member)를 포함하는,

펠리클 프레임.

#### 청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 하나 이상의 맞물림 아암은 상기 펠리클 프레임 또는 상기 패터닝 디바이스의 평면에 일반적으로 평행하게 연장되는,

펠리클 프레임.

#### 청구항 4

제 2 항에 있어서,

상기 록킹 부재는 제1 록킹 위치로부터 제2 언록킹 위치(unlocked position)로 이동 가능한 비고정 단부(unsecured ends)를 갖는 한 쌍의 스프링을 포함하는,

펠리클 프레임.

#### 청구항 5

제 2 항에 있어서,

상기 록킹 부재는 한 쌍의 탄성 아암 사이로 연장되는 연결 부재를 더 포함하는,

펠리클 프레임.

#### 청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 탄성 아암은 상기 패터닝 디바이스의 패터닝된 표면에 일반적으로 수직인 방향으로 구부러지도록 구성되는,

펠리클 프레임.

**청구항 7**

제 5 항에 있어서,  
 상기 탄성 아암은 상기 패터닝 디바이스의 패터닝된 표면에 일반적으로 평행한 방향으로 구부러지지 않도록 구성되는,  
 펠리클 프레임.

**청구항 8**

제 2 항에 있어서,  
 상기 맞물림 아암은 모두 리소그래피 장치의 비-스캐닝 방향과 상응하는 방향으로 연장되는,  
 펠리클 프레임.

**청구항 9**

제 2 항에 있어서,  
 제1 맞물림 기구의 맞물림 아암은 그 맞물림 기구의 하나 이상의 아암에 일반적으로 평행하게 연장되고, 제2 맞물림 기구의 맞물림 아암은 그 맞물림 기구의 하나 이상의 아암에 일반적으로 수직으로 연장되는,  
 펠리클 프레임.

**청구항 10**

제 1 항에 있어서,  
 상기 펠리클 프레임의 일 측면에는 제1 방향으로의 이동을 허용하는 서브-마운트, 및 상기 제1 방향에 대해 실질적으로 수직인 제2 방향으로의 이동을 허용하는 서브-마운트가 제공되는,  
 펠리클 프레임.

**청구항 11**

제 10 항에 있어서,  
 상기 서브-마운트들은 상기 펠리클 프레임의 반대쪽 측면들의 등가 위치(equivalent position)들에 상보적 쌍(complementary pair)들로서 제공되는,  
 펠리클 프레임.

**청구항 12**

제 1 항에 있어서,  
 상기 탭은 리소그래피 장치에서 사용하는 동안 스캐닝 방향으로 배향되거나 상기 스캐닝 방향에 수직으로 배향된 상기 펠리클 프레임의 측면에 제공되는,  
 펠리클 프레임.

**청구항 13**

제 1 항에 있어서,  
 상기 맞물림 기구는 돌출부를 수용하도록 구성되는,  
 펠리클 프레임.

**청구항 14**

제 1 항에 있어서,  
 상기 마운트는 상기 펠리클 프레임과 상기 패터닝 디바이스 사이에 갭이 존재하게끔 상기 패터닝 디바이스에 대

해 상기 펠리클 프레임이 서스펜드(suspend)하도록 구성되는,  
펠리클 프레임.

**청구항 15**

제 1 항에 있어서,  
상기 펠리클 프레임 주위에 분포된 하나 이상의 리세스를 더 포함하는,  
펠리클 프레임.

**청구항 16**

제 15 항에 있어서,  
상기 리세스는 상기 펠리클 프레임의 외측 에지로부터 어느 정도 상기 펠리클 프레임의 내측 에지로 그리고 상기 펠리클 프레임의 상기 외측 에지로 다시 연장되도록 형상화되어, 상기 리세스는 상기 펠리클 프레임의 상기 외측 에지에 연결되지만 상기 펠리클 프레임의 상기 내측 에지에는 연결되지 않고, 이에 따라 상기 펠리클 프레임의 표면에 아일랜드(island)를 정의하는,  
펠리클 프레임.

**청구항 17**

제 1 항 내지 제 16 항 중 어느 한 항의 펠리클 프레임에 의해 지지되는 펠리클을 포함하는 펠리클 어셈블리로서,  
상기 펠리클은 평면을 정의하도록 상기 펠리클 프레임을 가로질러 연장되는 박막 부분 및 상기 펠리클 프레임에 부착된 더 두꺼운 경계 부분(border portion)을 포함하는,  
펠리클 어셈블리.

**청구항 18**

제 17 항에 있어서,  
상기 펠리클의 상기 경계 부분은 제 15 항에 따른 펠리클 프레임의 상기 리세스에 배치된 접착제로 상기 펠리클 프레임에 부착되는,  
펠리클 어셈블리.

**청구항 19**

제 17 항에 있어서,  
상기 펠리클 프레임과 상기 펠리클은 실리콘과 같은 동일한 재료로 형성되거나 동일한 열 팽창 계수를 갖는 상이한 재료로 형성되는,  
펠리클 어셈블리.

**청구항 20**

제 1 항 내지 제 16 항 중 어느 한 항의 펠리클 프레임과 해제 가능하게 맞물림되도록 구성된, 리소그래피 공정에 사용하기에 적합한 패터닝 디바이스로서, 패터닝 디바이스의 전면 또는 측면 상에 위치한 돌출부를 포함하고,  
상기 돌출부는 펠리클 프레임과 상기 패터닝 디바이스 사이에 갭이 존재하도록 상기 패터닝 디바이스에 대해 상기 펠리클 프레임을 서스펜드(suspend)하도록 구성된 마운트의 일부이고,  
상기 마운트는 상기 펠리클 프레임의 맞물림 기구와 상기 돌출부 사이에 해제 가능하게 맞물림 가능한 부착을 제공하는,  
패터닝 디바이스.

**청구항 21**

펠리클 프레임과 패터닝 디바이스 사이에 갭이 존재하도록, 제 1 항 내지 제 16 항 중 어느 한 항에 따른 펠리클 프레임 또는 제 17 항에 따른 펠리클 어셈블리와 해제 가능하게 맞물리는, 제 20 항의 패터닝 디바이스를 포함하는,  
 마스크 어셈블리.

**발명의 설명**

**기술 분야**

- [0001] 본 출원은 2014년 11월 17일에 출원된 US 출원 62/080,561, 2015년 1월 27일에 출원된 US 출원 62/108,348, 2015년 2월 2일에 출원된 US 출원 62/110,841, 2015년 2월 27일에 출원된 US 출원 62/126,173, 2015년 4월 17일에 출원된 US 출원 62/149,176, 2015년 6월 23일에 출원된 US 출원 62/183,342로부터 우선권을 주장하며, 이 모두는 본 명세서에서 인용 참조된다.
- [0002] 본 발명은 마스크 조립체에 관한 것이다. 본 발명은, 배타적인 것은 아니지만, EUV 리소그래피 장치 내에서 특정 사용을 갖는다.

**배경 기술**

- [0003] 리소그래피 장치는 기판 상으로 원하는 패턴을 적용시키도록 구성된 기계이다. 리소그래피 장치는, 예를 들어 집적 회로(IC)의 제조에 사용될 수 있다. 리소그래피 장치는 패터닝 디바이스(예를 들어, 마스크)로부터 기판에 제공된 방사선 감응재(레지스트) 층 상으로 패턴을 투영할 수 있다.
- [0004] 기판 상으로 패턴을 투영하기 위해 리소그래피 장치에 의해 사용되는 파장은 그 기판에 형성될 수 있는 피처들의 최소 크기를 결정한다. 4 내지 20 nm 범위 내의 파장을 갖는 전자기 방사선인 EUV 방사선을 이용하는 리소그래피 장치는 종래의 리소그래피 장치보다 더 작은 피처들을 기판에 형성하기 위해 사용될 수 있다(이는, 예를 들어 193 nm의 파장을 갖는 전자기 방사선을 이용할 수 있음).
- [0005] 리소그래피 장치에서 방사선 빔에 패턴을 부여하는 데 사용되는 패터닝 디바이스(예를 들어, 마스크)는 마스크 조립체의 일부분을 형성할 수 있다. 마스크 조립체는 입자 오염으로부터 패터닝 디바이스를 보호하는 펠리클(pellicle)을 포함할 수 있다. 펠리클은 펠리클 프레임에 의해 지지될 수 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

- [0006] 알려진 마스크 조립체들과 연계된 하나 이상의 문제를 제거하거나 경감시키는 마스크 조립체를 제공하는 것이 바람직할 수 있다.

**과제의 해결 수단**

- [0007] 본 발명의 제 1 실시형태에 따르면, 리소그래피 공정에 사용하기에 적합한 마스크 조립체가 제공되고, 마스크 조립체는 패터닝 디바이스; 및 마운트(mount)로 패터닝 디바이스에 장착되고 펠리클을 지지하도록 구성된 펠리클 프레임을 포함하고; 마운트는 펠리클 프레임과 패터닝 디바이스 사이에 갭이 존재하도록 패터닝 디바이스에 대해 펠리클 프레임을 서스펜드(suspend)하도록 구성되며 마운트는 패터닝 디바이스와 펠리클 프레임 사이에 해제가능하게 맞물림가능한 부착(releasably engageable attachment)을 제공한다. 해제가능하게 맞물림가능한 부착은 운동학적 연결(kinematic connection) 또는 (과)구속된 부착[(over)constrained attachment]일 수 있다. 과구속된 또는 과결정된 부착(overdetermined attachment)은, 예를 들어 펠리클 프레임을 따라 4 개 이상의 부착 지점들을 제공함으로써 실현된다. 여기서 운동학적 연결이라는 것은 과구속된 연결과 과구속되지 않은 연결(non-overconstrained connection)을 둘 다 포함하는 것으로 폭넓게 이해된다. 또한, 여기서는 "과구속된"과 "구속된"이 동일한 의미로 사용된다.
- [0008] 본 발명의 이 실시형태는, 펠리클 프레임이 패터닝 디바이스로부터 제거될 수 있고, 이후 교체될 수 있어, 예를 들어 패터닝 디바이스의 세정을 허용할 수 있기 때문에 유익하다. 또한, 펠리클 프레임과 패터닝 디바이스 사

이에 갭이 존재하기 때문에, 펠리클 프레임이 패터닝 디바이스에 부착되어 있을 때 펠리클 프레임은 패터닝 디바이스에 대해 맞물릴러지지(rub) 않는다. 이는 패터닝 디바이스에 펠리클 프레임을 부착할 때 오염 입자들이 발생될 수 있는 정도(extent)를 감소시킨다. 저압에서 주변 가스 매질(예를 들어, 공기 또는 N<sub>2</sub>)이 더 높은 속력으로 유동하는 반면, 고압의 경우 가스가 더 낮은 속력으로 유동하도록, 갭 크기가 변동될 수 있다. 특히, 저압에서는 잔해 입자(debris particle)들이 보호된 패터닝 영역 위의 부피에 들어가는 것을 막기 위해 유동 속력이 더 높은 것이 더욱 중요하다.

- [0009] 마운트는 펠리클 프레임과 패터닝 디바이스 사이에 운동학적 연결을 제공할 수 있다. 여기서 운동학적 연결은 (마운트들 또는 서브-마운트들을 통해) 펠리클 프레임과 패터닝 디바이스 사이에 구속을 적용하는 것으로 이해되며, 이는 펠리클 프레임의 자유도의 감소를 유도한다. 운동학적 연결은, 펠리클 프레임이 팽창하면, 이는 팽창에 자유로운(free for expansion) 1 개 또는 2 개의 방향(자유도)을 갖도록 배치될 수 있다.
- [0010] 마운트는 복수의 서브-마운트들을 포함할 수 있다.
- [0011] 각각의 서브-마운트는 운동학적 서브-마운트일 수 있다.
- [0012] 각각의 서브-마운트는 그 서브-마운트에서 패터닝 디바이스에 대해 펠리클 프레임의 섹션의 이동을 허용하도록 구성된 탄성 구성요소를 포함할 수 있다. 여기서 탄성 구성요소라는 것은, 컴플라이언스(compliance)/유연성(flexibility)을 보장하는 비-강성 부분(non-stiff part)을 의미한다.
- [0013] 각각의 서브-마운트는 적어도 한 방향으로의 이동이 그 서브-마운트에서 방지되도록 제한된 수의 자유도로 패터닝 디바이스에 대해 그 서브-마운트에서 펠리클 프레임의 이동을 억제하도록 구성될 수 있다. 이러한 서브-마운트는 본 명세서에서 운동학적 구속으로서 간주된다. 펠리클 프레임과 패터닝 디바이스 사이에 운동학적 구속의 추가는 대응적으로 펠리클 프레임의 자유도를 감소시킬 것이다. 예를 들어, (서브-)마운트는 z-방향으로 록킹(lock)될 수 있고, x- 또는 y-방향 중 어느 하나로, 또는 x 및 y 방향 둘 모두로 팽창을 허용할 수 있다.
- [0014] 각각의 서브-마운트는 패터닝 디바이스 또는 펠리클 프레임 중 하나에 부착된 돌출부(protrusion), 및 패터닝 디바이스 또는 펠리클 프레임 중 다른 하나에 부착된 맞물림 기구(engagement mechanism)를 포함할 수 있고, 맞물림 기구는 돌출부를 수용하고 이와 맞물리도록 구성된다. 돌출부는 스테드(stud)라고도 칭해질 수 있다.
- [0015] 맞물림 기구는 돌출부에 대해 맞물림 기구의 약간의 이동을 허용하도록 구성된 하나 이상의 탄성 부재를 포함할 수 있다.
- [0016] 맞물림 기구는 하나 이상의 아암(arm)에 의해 펠리클 프레임 또는 패터닝 디바이스에 연결되는 록킹 부재(locking member)를 포함할 수 있다.
- [0017] 하나 이상의 아암은 펠리클 프레임 또는 패터닝 디바이스의 평면에 일반적으로 평행하게 연장될 수 있다.
- [0018] 제 1 맞물림 기구의 하나 이상의 아암은 패터닝 디바이스 또는 펠리클 프레임의 에지에 일반적으로 평행하게 연장될 수 있고, 제 2 맞물림 기구의 하나 이상의 아암은 패터닝 디바이스 또는 펠리클 프레임의 에지에 일반적으로 수직으로 연장될 수 있다.
- [0019] 록킹 부재는 2 개의 아암들에 의해 펠리클 프레임 또는 패터닝 디바이스에 연결될 수 있다.
- [0020] 돌출부는 샤프트에 제공된 먼 쪽 헤드(distal head)를 포함할 수 있고, 록킹 부재는 먼 쪽 헤드 아래에서 샤프트와 맞물리도록 구성될 수 있다. 패터닝 디바이스에 부착을 위해 제공된 돌출부의 하부는 패터닝 디바이스에 부착되기 위해 최하부에서 평탄한 표면을 갖는 원형(또는 다른 형상) 단면을 가질 수 있다. 샤프트 및/또는 먼 쪽 헤드는 록킹 부재와 헤르츠 접촉(Hertzian contact)을 제공하도록 배치될 수 있다.
- [0021] 록킹 부재는 돌출부의 먼 쪽 헤드 밑에 있는 제 1 록킹 위치로부터 돌출부의 먼 쪽 헤드 밑에 있지 않은 제 2 언록킹 위치(unlocked position)로 이동가능한 비고정 단부(unsecured end)들을 갖는 한 쌍의 스프링들을 포함할 수 있다. 스프링들은 서로 디커플링(decouple)될 수 있다.
- [0022] 스프링들의 비고정 단부들은 돌출부의 먼 쪽 헤드 밑에 있도록 탄성적으로 편향(bias)될 수 있다. 스프링들의 비고정 단부들은 록킹 위치와 언록킹 위치 사이에 있는 중간 위치로 탄성적으로 편향될 수 있다.
- [0023] 스프링들의 비고정 단부들은 돌출부의 샤프트와 접촉하지 않도록 탄성적으로 편향될 수 있다. 스프링들의 비고정 단부들은 돌출부와 접촉하지 않도록 탄성적으로 편향될 수 있다. 스프링들의 비고정 단부들은 이들이 평형 위치(equilibrium position)에 있는 경우 록킹 부재의 여하한 다른 부분들과 접촉하지 않도록 탄성적으로 편



향될 수 있다.

- [0024] 록킹 부재는 돌출부의 먼 쪽 헤드에 대해 스프링들의 비고정 단부들을 가압하도록 탄성적으로 편향되는 부재를 더 포함할 수 있다.
- [0025] 부재는 한 쌍의 탄성 아암들 사이에서 연장되는 연결 부재일 수 있다. 대안적으로, 부재는 단일 탄성 아암에 제공될 수 있다.
- [0026] 탄성 아암 또는 아암들은 패터닝 디바이스의 패터닝된 표면에 일반적으로 수직인 방향으로 구부러지도록(flex) 구성될 수 있다.
- [0027] 탄성 아암 또는 아암들은 패터닝 디바이스의 패터닝된 표면에 일반적으로 평행한 방향으로 구부러지지 않도록 구성될 수 있다.
- [0028] 록킹 부재는 먼 쪽 단부에 안쪽으로 돌기된 맞물림 탭(inwardly projecting engagement tab)이 각각 제공된 한 쌍의 맞물림 아암들을 포함할 수 있고, 맞물림 탭들은 돌출부의 먼 쪽 헤드와 맞물리며, 맞물림 아암들은 돌출부의 먼 쪽 헤드로부터 멀어지는 방향으로 탄성적으로 변형가능하다.
- [0029] 각각의 서브-마운트의 각각의 록킹 부재의 맞물림 아암들은 모두 실질적으로 동일한 방향으로 연장될 수 있다.
- [0030] 맞물림 아암들은 모두 리소그래피 장치의 비-스캐닝 방향과 상응하는 방향으로 연장될 수 있다.
- [0031] 제 1 맞물림 기구의 맞물림 아암들은 그 맞물림 기구의 하나 이상의 아암에 일반적으로 평행하게 연장될 수 있고, 제 2 맞물림 기구의 맞물림 아암들은 그 맞물림 기구의 하나 이상의 아암에 일반적으로 수직으로 연장될 수 있다.
- [0032] 맞물림 아암들은 돌출부의 먼 쪽 헤드에 대하여 맞물림 탭들을 가압하도록 탄성적으로 편향될 수 있다.
- [0033] 맞물림 아암들은 패터닝 디바이스의 패터닝된 표면에 일반적으로 평행한 방향으로 구부러지지 않도록 구성될 수 있다.
- [0034] 록킹 부재는 이것이 먼 쪽 헤드를 넘어가고(pass over) 돌출부의 샤프트와 맞물리게 하도록 탄성적으로 변형가능할 수 있다.
- [0035] 록킹 부재는 지지체에 장착된 록킹 플레이트를 포함할 수 있고, 록킹 플레이트는 록킹 플레이트 내의 후퇴부가 먼 쪽 헤드 아래에서 샤프트와 맞물리는 위치로 이동가능하다.
- [0036] 맞물림 기구는 펠리클 프레임이 패터닝 디바이스와 접촉하는 것을 방지하는 이동 제한 구성요소를 더 포함할 수 있다.
- [0037] 맞물림 기구는 펠리클 프레임과 패터닝 디바이스 사이에 갭을 유지하는 이동 제한 구성요소를 더 포함할 수 있다.
- [0038] 이동 제한 구성요소는 돌출부의 먼 쪽 표면과 맞물리도록 구성된 캡(cap)을 포함할 수 있다.
- [0039] 마운트는 3 개 이상의 서브-마운트들을 포함할 수 있다.
- [0040] 마운트는 4 개의 서브-마운트들을 포함할 수 있다.
- [0041] 2 개의 서브-마운트들이 마스크 조립체의 일 측면에 제공될 수 있고, 2 개의 서브-마운트들이 마스크 조립체의 반대쪽 측면에 제공될 수 있다.
- [0042] 펠리클 프레임의 각각의 측면에는 제 1 방향으로 이동을 허용하는 서브-마운트, 및 제 1 방향에 대해 실질적으로 수직이거나 또 다른 각도를 형성하는 제 2 방향으로 이동을 허용하는 서브-마운트가 제공될 수 있다.
- [0043] 서브-마운트들은 펠리클 프레임의 반대쪽 측면들의 등가 위치(equivalent position)들에 상보적 쌍(complementary pair)들로서 제공될 수 있다.
- [0044] 펠리클 프레임과 패터닝 디바이스 사이의 갭은 적어도 100 미크론일 수 있다.
- [0045] 펠리클 프레임과 패터닝 디바이스 사이의 갭은 300 미크론 미만일 수 있다.
- [0046] 펠리클 프레임과 패터닝 디바이스 사이의 갭은 200 미크론 내지 300 미크론일 수 있다.

- [0047] 펠리클 프레임과 패터닝 디바이스 사이의 겹은 다른 위치들에서보다 서브-마운트 부근에서 더 작을 수 있다.
- [0048] 서브-마운트 부근의 겹은 200 미크론 미만일 수 있다.
- [0049] 서브-마운트 부근의 겹은 약 100 미크론 이하, 예를 들어 심지어 1 미크론 미만, 예컨대 50 nm일 수 있다.
- [0050] 본 발명의 제 2 실시형태에 따르면, 돌출부에 서브-마운트를 부착하는 방법이 제공되고, 서브-마운트는 부재 및 비고정 단부들을 갖는 한 쌍의 스프링들을 포함하고, 돌출부는 샤프트에 제공되는 먼 쪽 헤드를 포함하며, 본 방법은, 부재와의 접촉으로부터 멀어지는 방향으로 또한 멀어지게(apt) 스프링들의 비고정 단부들을 이동시키는 단계, 돌출부 밑에 공간을 생성하기 위해 돌출부의 먼 쪽 헤드로부터 멀어지는 방향으로 부재를 이동시키는 단계, 스프링들의 비고정 단부들이 돌출부의 먼 쪽 헤드 밑의 공간 내의 평형 위치들로 이동하게 하는 단계, 및 부재가 탄성 편향을 받아 먼 쪽 헤드를 향해 이동하게 하여, 부재가 돌출부의 먼 쪽 헤드에 대하여 스프링들의 비고정 단부들을 가압하는 단계를 포함한다.
- [0051] 본 발명의 제 3 실시형태에 따르면, 돌출부로부터 서브-마운트를 제거하는 방법이 제공되고, 서브-마운트는 부재 및 비고정 단부들을 갖는 한 쌍의 스프링들을 포함하고, 돌출부는 샤프트에 제공되는 먼 쪽 헤드를 포함하며, 본 방법은, 돌출부의 먼 쪽 헤드로부터 멀어지는 방향으로 부재를 이동시켜, 스프링들의 비고정 단부들이 먼 쪽 헤드로부터 멀어지는 방향으로 이동하게 하는 단계, 스프링들의 비고정 단부들을 멀어지게 이동시키는 단계, 부재가 탄성 편향을 받아 먼 쪽 헤드를 향해 이동하게 하는 단계, 및 스프링들의 비고정 단부들이 함께 이동하게 하고 부재의 측면들에 대하여 가압하게 하는 단계를 포함한다.
- [0052] 스프링들의 비고정 단부들은 한 쌍의 액추에이터 아암들에 의해 멀어지게 이동될 수 있다.
- [0053] 부재는 부재에 의해 함께 연결된 한 쌍의 탄성 아암들에 대해 미는 한 쌍의 핀(pin)들에 의해 이동될 수 있다.
- [0054] 서브-마운트는 펠리클 프레임에 제공될 수 있고, 돌출부는 패터닝 디바이스에 제공될 수 있다.
- [0055] 본 발명의 제 4 실시형태에 따르면, 돌출부에 서브-마운트를 부착하는 방법이 제공되고, 서브-마운트는 하나 이상의 아암에 의해 펠리클 프레임에 연결되는 록킹 부재를 갖는 맞물림 기구를 포함하고, 록킹 부재는 먼 쪽 단부에 안쪽으로 돌기된 맞물림 탭이 각각 제공된 한 쌍의 맞물림 아암들을 포함하며, 본 방법은, 평형 위치로부터 멀어지는 방향으로 맞물림 아암들의 단부들을 이동시켜 맞물림 기구의 캡과 맞물림 탭들 사이의 간격(separation)을 확장하는 단계, 맞물림 탭들이 돌출부의 먼 쪽 헤드와 일반적으로 정렬될 때까지 서로에 대해 서브-마운트 및 돌출부를 측방향으로(laterally) 이동시키는 단계, 및 맞물림 아암들이 탄성 편향을 받아 먼 쪽 헤드를 향해 이동하게 하여, 맞물림 탭들이 돌출부의 먼 쪽 헤드에 대하여 가압하는 단계를 포함한다.
- [0056] 서브-마운트는 펠리클 프레임에 연결된 복수의 서브-마운트들 중 하나일 수 있고, 복수의 서브-마운트들은 연계된 돌출부들에 대해 측방향으로 모두 동시에 이동되거나, 연계된 서브-마운트들에 대해 측방향으로 모두 동시에 이동된다.
- [0057] 맞물림 아암들은 맞물림 아암들에 대해 미는 한 쌍의 핀들에 의해 이동될 수 있다.
- [0058] 서브-마운트는 펠리클 프레임에 제공될 수 있고, 돌출부는 패터닝 디바이스에 제공된다.
- [0059] 본 발명의 제 5 실시형태에 따르면, 리소그래피 공정에 사용하기에 적합한 마스크 조립체가 제공되고, 마스크 조립체는 펠리클을 지지하는 펠리클 프레임 및 패터닝 디바이스를 포함하고, 펠리클 프레임은 패터닝 디바이스에 장착되며, 펠리클 프레임에 캐핑 층(capping layer)이 제공된다.
- [0060] 펠리클 프레임에 제공되는 캐핑 층은 펠리클에 제공되는 캐핑 층과 동일한 재료로 형성될 수 있다.
- [0061] 본 발명의 제 6 실시형태에 따르면, 리소그래피 공정에 사용하기에 적합한 마스크 조립체가 제공되고, 마스크 조립체는 펠리클을 지지하는 펠리클 프레임 및 패터닝 디바이스를 포함하고, 펠리클 프레임은 패터닝 디바이스에 장착되며, 펠리클 프레임 및 펠리클은 동일한 재료로 또는 동일한 열 팽창 계수를 갖는 상이한 재료들로 형성된다.
- [0062] 펠리클 프레임 및 펠리클을 동일한 재료로 또는 동일한 열 팽창 계수를 갖는 상이한 재료들로 만들면, 가열될 때 펠리클 프레임 및 펠리클이 상이한 속도로 팽창하는 경우에 일어날 수 있는 휨(bending)을 회피[즉, 바이메탈 스트립(bimetallic strip)에 나타나는 휨 유형을 회피]하기 때문에 유익하다.
- [0063] 본 발명의 제 7 실시형태에 따르면, 리소그래피 공정에 사용하기에 적합한 마스크 조립체가 제공되고, 마스크 조립체는 패터닝 디바이스, 패터닝 디바이스에 고정되는 서브-프레임, 펠리클을 지지하도록 구성된 펠리클 프레

임, 및 서브-프레임에 펠리클 프레임의 부착 및 서브-프레임으로부터 펠리클 프레임의 탈착을 허용하도록 작동 가능한 기계적 부착 계면을 포함한다.

- [0064] 기계적 부착 계면은 패터닝 디바이스에 펠리클 프레임을 접촉시킬 필요없이 펠리클 프레임이 패터닝 디바이스로부터 편리하게 부착 및 탈착되게 한다. 이는 펠리클 프레임을 교체함으로써 펠리클의 편리한 교체를 허용하며, 이는 패터닝 디바이스에 부착된다. 패터닝 디바이스로부터 펠리클 프레임의 편리한 탈착 및 부착은 패터닝 디바이스의 추가 영역들이 펠리클 프레임에 사용되게 하며, 이는 이 영역들로의 접근이 패터닝 디바이스로부터 펠리클 프레임을 탈착함으로써 제공될 수 있기 때문이다. 패터닝 디바이스의 추가 영역이 펠리클 프레임에 사용되게 함으로써, 펠리클 프레임의 치수가 증가되게 할 수 있으며, 이에 의해 펠리클 프레임의 강도를 증가시킬 수 있다.
- [0065] 패터닝 디바이스는 패터닝 디바이스의 정면에 정면의 크기(extent)가 패터닝 디바이스의 뒷면에 대해 감소되는 컷-어웨이 부분(cut-away portion)을 포함할 수 있고, 컷-어웨이 부분은 펠리클 프레임의 일부분을 수용하도록 구성된다.
- [0066] 컷-어웨이 부분은 펠리클 프레임의 크기가 증가되게 할 수 있어 펠리클 프레임의 강도를 증가시킬 수 있다. 컷-어웨이 부분이 패터닝 디바이스에 대한 펠리클 프레임의 위치를 억제하기 때문에, 컷-어웨이 부분은 패터닝 디바이스 상에 펠리클 프레임의 정확한 위치설정을 제공할 수 있다.
- [0067] 컷-어웨이 부분은 패터닝 디바이스의 정면의 외측 크기에 인접하게 위치될 수 있다.
- [0068] 서브-프레임은 컷-어웨이 부분에 인접하게 위치될 수 있다.
- [0069] 서브-프레임은 패터닝 디바이스에 결합될 수 있다.
- [0070] 서브-프레임은 접착제가 배치되는 후퇴부를 포함할 수 있어, 후퇴부 및 패터닝 디바이스에 의해 에워싸인 부피 내에 접착제가 위치된다.
- [0071] 에워싸인 부피 내에 접착제의 배치는 접착제로부터의 아웃개싱(outgassing)의 여하한의 생성물들을 구속하여 아웃개싱의 생성물들이 패터닝 디바이스를 오염시키는 것을 방지한다. 또한, 패터닝 디바이스의 패터닝 영역으로부터 더 멀어지는 방향으로 또한 (패터닝 영역과 비교하여) 작은 영역에 접착제 결합을 제공함으로써, 레티클, 펠리클 프레임 및 펠리클 필름에 더 적은 변형이 일어날 것이다.
- [0072] 본 발명의 제 8 실시형태에 따르면, 리소그래피 공정에 사용하기에 적합한 마스크 조립체가 제공되고, 마스크 조립체는 패터닝 디바이스, 및 마운트로 패터닝 디바이스에 장착되고 펠리클을 지지하도록 구성된 펠리클 프레임을 포함하고, 마운트는 패터닝 디바이스에 대해 펠리클 프레임의 적어도 하나의 섹션의 이동을 허용하도록 구성된 유연한 구성요소를 포함한다.
- [0073] 패터닝 디바이스에 대해 펠리클 프레임의 섹션의 이동을 허용하도록 구성된 유연한 구성요소의 포함은 패터닝 디바이스에 놓이는 여하한의 응력(stress)을 감소시킨다. 예를 들어, 사용 시 (예를 들어, 패터닝 디바이스 및 /또는 펠리클 프레임의 가열 및 냉각으로 인해) 패터닝 디바이스 및/또는 펠리클 프레임이 팽창하고 수축할 수 있다. 패터닝 디바이스 및/또는 펠리클 프레임의 팽창 및 수축은 펠리클 프레임과 패터닝 디바이스가 서로 부착된 지점들 주위에 응력을 유도할 수 있다. 패터닝 디바이스에 대한 펠리클 프레임의 섹션들의 이동의 허용은 유도된 응력을 감소시킨다.
- [0074] 마운트는 펠리클 프레임이 전체적으로 패터닝 디바이스에 대해 회전 또는 병진을 겪는 것을 방지하기 위해 펠리클 프레임의 이동을 억제하도록 구성될 수 있다.
- [0075] 마운트는 복수의 서브-마운트들을 포함할 수 있고, 각각의 서브-마운트는 상이한 위치에서 패터닝 디바이스와 펠리클 프레임 사이에 부착을 제공하며, 각각의 서브-마운트는 그 위치에서 패터닝 디바이스에 대한 펠리클 프레임의 섹션의 이동을 허용하도록 구성된 유연한 구성요소를 포함한다.
- [0076] 각각의 서브-마운트는 적어도 한 방향으로의 이동이 그 서브-마운트에서 방지되도록 제한된 수의 자유도로 그 서브-마운트에서 패터닝 디바이스에 대한 펠리클 프레임의 이동을 억제하도록 구성될 수 있다.
- [0077] 마운트는 3 개의 서브-마운트들을 포함할 수 있다.
- [0079] 유연한 구성요소는 탄성 요소를 포함할 수 있다.
- [0080] 본 발명의 제 9 실시형태에 따르면, 리소그래피 공정에 사용하기에 적합한 마스크 조립체가 제공되고, 마스크

조립체는 패터닝 디바이스의 영역을 에워싸기 위해 마운트로 패터닝 디바이스에 부착되고 펠리클을 지지하도록 구성된 펠리클 프레임 및 패터닝 디바이스를 포함하며, 펠리클 프레임은 연장된 부분들 및 연장되지 않은 부분들을 포함하고, 펠리클 프레임의 연장된 부분들은 펠리클 프레임의 연장되지 않은 부분들의 폭보다 크다.

- [0081] 연장된 부분들은 펠리클이 펠리클 프레임에 부착될 수 있는 추가 표면적을 제공한다. 이는 (펠리클의 나머지 부분에 대해 증가된 두께를 갖는) 펠리클의 가장자리 부분의 크기가 증가되게 할 수 있다. 증가된 크기를 갖는 가장자리 부분을 갖는 펠리클은 가장자리 부분을 그리핑(grip)함으로써 펠리클의 편리한 핸들링을 허용할 수 있다.
- [0082] 하나 이상의 구멍이 연장된 부분들에 제공될 수 있고, 가스가 펠리클 프레임을 통해 유동하도록 구성될 수 있다.
- [0083] 연장된 부분들의 증가된 폭은 연장된 부분들이 펠리클 프레임의 나머지 부분에 대해 증가된 강도를 가짐을 의미할 수 있다. 이는 연장된 부분들이 펠리클 프레임의 강도를 크게 포함하지 않고 펠리클 프레임을 통한 가스 유동을 허용하기 위해 구멍들을 지지하기에 적합하게 할 수 있다.
- [0084] 연장된 부분들 중 적어도 하나에 정렬 마크가 제공될 수 있다.
- [0085] 연장된 부분들은 중공 부분(hollowed portion)을 포함할 수 있다.
- [0086] 마스크 조립체는 펠리클 프레임에 의해 지지될 수 있는 펠리클을 더 포함할 수 있다. 펠리클은 펠리클의 나머지 부분보다 큰 두께를 갖는 가장자리 부분을 포함할 수 있다.
- [0087] 펠리클의 가장자리 부분은 펠리클 프레임의 연장된 부분들과 상응하는 연장된 부분들을 포함할 수 있다.
- [0088] 펠리클의 연장된 부분들은 가스가 유동할 수 있는 다공(pore)들을 포함할 수 있고, 다공들은 가스가 다공들을 통해 그리고 펠리클과 패터닝 디바이스 사이의 부피 안팎으로 유동하게 하도록 펠리클 프레임의 중공 부분과 정렬된다. 연장된 부분들에 정렬 마크가 제공될 수 있다.
- [0089] 펠리클 내의 다공들을 통한 가스 유동의 허용은 펠리클 프레임에 구멍들 또는 필터들에 대한 필요성을 감소 또는 제거할 수 있어, 펠리클 프레임의 강도를 증가시킬 수 있다.
- [0090] 마스크 조립체는 펠리클 프레임과 패터닝 디바이스 사이에 갭을 제공하도록 구성될 수 있고, 갭은 사용 시 가스가 갭을 통해 그리고 펠리클 프레임에 의해 지지되는 펠리클과 패터닝 디바이스 사이의 부피 내로 또한 이로부터 유동하게 되도록 구성된다.
- [0091] 펠리클 프레임과 패터닝 디바이스 사이에 갭을 제공하는 것은 펠리클 프레임에 구멍들 또는 필터들을 제공하지 않고 펠리클에 걸쳐 압력 등화(pressure equalization)를 허용한다.
- [0092] 펠리클 프레임은 프레임의 몸체에 윈도우를 포함할 수 있고, 윈도우는 하나 이상의 방사선 빔의 투과를 허용하도록 구성된다.
- [0093] 윈도우는 펠리클 프레임이 패터닝 디바이스에 끼워질(fit) 때 패터닝 디바이스 상의 정렬 마크들 또는 식별 마크들로의 접근을 허용할 수 있다.
- [0094] 윈도우는 입자들이 윈도우를 통과하는 것을 방지하도록 구성될 수 있다.
- [0095] 펠리클 프레임은 펠리클 프레임을 통해 연장되는 구멍을 포함할 수 있지만, 이는 펠리클 프레임을 통해 패터닝 디바이스에 직접적인 가시선(direct line of sight)을 제공하지 않는다.
- [0096] 펠리클 프레임을 통해 연장되는 구멍은 펠리클 프레임을 통해 직접적으로 가로막히지 않은 경로(direct unobstructed path)를 제공하지 않을 수 있다.
- [0097] 마스크 조립체는 펠리클 프레임이 실질적으로 패터닝 디바이스의 정면 전체를 둘러싸도록 구성될 수 있다.
- [0098] 펠리클 프레임은 광학 접촉 결합(optical contact bonding)에 의해 패터닝 디바이스에 부착될 수 있다.
- [0099] 광학 접촉 결합에 의한 부착은 패터닝 디바이스에 펠리클 프레임을 부착하기 위해 접착제를 사용할 필요성을 감소시키거나 제거할 수 있다. 이는 유익하게도 접착제로부터의 아웃가스의 생성물들의 존재를 감소시킨다.
- [0100] 마스크 조립체는 펠리클 프레임에 의해 지지되는 펠리클을 더 포함할 수 있고, 전기 전도성 경로가 패터닝 디바이스와 펠리클 사이에 제공된다.

- [0101] 전기 전도성 재료가 패터닝 디바이스와 펠리클 프레임 사이에 제공될 수 있고, 전기 전도성 재료가 펠리클 프레임과 펠리클 사이에 제공될 수 있다.
- [0102] 본 발명의 제 10 실시형태에 따르면, 리소그래피 공정에 사용하기에 적합한 패터닝 디바이스가 제공되고, 패터닝 디바이스는 패턴이 부여되는 정면 및 지지 구조체에 고정하기에 적합한 후면을 포함하고, 정면은 정면의 크기가 후면에 대해 감소되는 컷-어웨이 부분을 포함하며, 컷-어웨이 부분은 펠리클 프레임의 일부분을 수용하도록 구성된다.
- [0103] 패터닝 디바이스는 패터닝 디바이스에 고정되는 서브-프레임을 더 포함할 수 있고, 서브-프레임은 서브-프레임에 펠리클 프레임을 선택적으로 부착하도록 작동가능한 기계적 부착 계면을 포함한다.
- [0104] 본 발명의 제 11 실시형태에 따르면, 방사선 빔을 컨디셔닝(condition)하도록 구성된 조명 시스템, 이전의 어느 한 청구항에 따른 마스크 조립체를 지지하는 지지 구조체 - 마스크 조립체는 패터닝된 방사선 빔을 형성하기 위해 방사선 빔의 단면에 패턴을 부여하도록 구성됨 -, 기관을 유지하도록 구성된 기관 테이블, 및 패터닝된 방사선 빔을 기관 상으로 투영하도록 구성된 투영 시스템을 포함하는 리소그래피 장치가 제공된다.
- [0105] 본 발명의 제 12 실시형태에 따르면, 리소그래피 장치에서 사용하기 위한 펠리클 조립체가 제공되고, 펠리클 조립체는 패터닝 디바이스에 부착하기에 적합한 펠리클 프레임 및 펠리클 프레임에 의해 지지되는 펠리클을 포함하고, 펠리클은 펠리클 프레임에 걸쳐 연장되는 얇은 필름 부분을 포함하여, 얇은 필름 부분의 두께보다 큰 두께를 갖고 펠리클 프레임에 부착된 가장자리 부분 및 평면을 정의하며, 가장자리 부분의 적어도 일부가 얇은 필름 부분에 의해 정의되는 평면으로부터 또한 펠리클 프레임으로부터 멀어지는 방향으로 연장된다.
- [0106] 얇은 필름 부분에 의해 정의되는 평면으로부터 또한 펠리클 프레임으로부터 멀어지는 방향으로 연장되는 가장자리 부분의 두께는 얇은 필름 부분에 의해 정의되는 평면으로부터 또한 펠리클 프레임 쪽으로 연장되는 가장자리 부분의 두께보다 클 수 있다.
- [0107] 가장자리 부분은 가장자리 부분이 펠리클 프레임에 부착되는 제 1 표면을 가질 수 있고, 제 1 표면은 얇은 필름 부분에 의해 정의되는 평면과 실질적으로 공면(coplanar)일 수 있다.
- [0108] 본 발명의 제 13 실시형태에 따르면, 패터닝 디바이스에 부착하기에 적합하고 또한 패터닝 디바이스에 인접하여 펠리클을 지지하기에 적합한 펠리클 프레임이 제공되고, 패터닝 디바이스는 패터닝된 영역을 갖고, 리소그래피 공정에 사용하기에 적합하며, 펠리클 프레임은 펠리클 프레임에 펠리클 또는 패터닝 디바이스의 부착을 위해 접착제를 수용하도록 구성된 후퇴부를 포함하고, 후퇴부는 사용 시 펠리클 프레임에 펠리클 또는 패터닝 디바이스의 부착이 패터닝 디바이스의 패터닝된 영역으로부터 접착제가 시일링되게 하여 접착제로부터의 아웃개싱의 생성물들이 패터닝 디바이스의 패터닝된 영역에 도달하는 것을 방지하도록 구성된다.
- [0109] 후퇴부는, 사용 시 펠리클 프레임에 펠리클 또는 패터닝 디바이스의 부착이 후퇴부 및 펠리클 또는 패터닝 디바이스에 의해 에워싸인 부피 내에 접착제가 포함되게 하도록 구성될 수 있다.
- [0110] 펠리클 프레임은 복수의 후퇴부들을 포함할 수 있고, 복수의 후퇴부들 중 적어도 하나는 펠리클 프레임에 펠리클의 부착을 위해 접착제를 수용하도록 구성되며, 후퇴부들 중 적어도 하나는 펠리클 프레임에 패터닝 디바이스의 부착을 위해 접착제를 수용하도록 구성된다.
- [0111] 복수의 후퇴부들은 펠리클 프레임 주위에 분포될 수 있고, 각각의 후퇴부는 펠리클 프레임의 외측 에지로부터 어느 정도(partway) 펠리클 프레임의 내측 에지로 그리고 펠리클 프레임의 외측 외지로 다시 연장된다.
- [0112] 제 14 실시형태에 따르면, 제 7 실시형태에 따른 펠리클 프레임, 및 펠리클 프레임에 부착된 펠리클을 포함하는 펠리클 조립체가 제공되고, 접착제가 펠리클 프레임 내의 후퇴부에 배치된다.
- [0113] 본 발명의 제 15 실시형태에 따르면, 패터닝 디바이스, 펠리클 프레임 및 펠리클을 수용하고, 패터닝 디바이스에 펠리클 프레임을 부착하여 마스크 조립체를 형성하도록 구성된 펠리클 프레임 부착 장치 - 펠리클 프레임은 패터닝 디바이스에 인접하여 펠리클을 지지함 -, 리소그래피 장치 - 리소그래피 장치는 펠리클 프레임 부착 장치로부터 마스크 조립체를 수용하고, 마스크 조립체를 지지하도록 구성된 지지 구조체, 방사선 빔을 컨디셔닝하고, 컨디셔닝된 방사선 빔으로 마스크 조립체를 조명하도록 구성된 조명 시스템 - 마스크 조립체의 패터닝 디바이스는 패터닝된 방사선 빔을 형성하기 위해 컨디셔닝된 방사선 빔의 단면에 패턴을 부여하도록 구성됨 -, 기관을 유지하도록 구성된 기관 테이블, 및 패터닝된 방사선 빔을 기관 상으로 투영하도록 구성된 투영 시스템을 포함함 - 를 포함하는 리소그래피 시스템이 제공되고, 리소그래피 시스템은 리소그래피 장치에 사용하기 위해 펠리클 프레임 부착 장치로부터 리소그래피 장치로 마스크 조립체를 수송하도록 구성된 마스크 조립체 수송 디바이스

이스를 더 포함한다.

- [0114] 펠리클 프레임 부착 장치는 시일링된 환경에서 패터닝 디바이스에 펠리클 프레임을 부착하도록 구성될 수 있다.
- [0115] 펠리클 프레임 부착 장치는 진공 압력 조건들로 펠리클 프레임 부착 장치의 시일링된 환경을 펌핑하도록 구성된 진공 펌프를 포함할 수 있다.
- [0116] 마스크 조립체 수송 디바이스는 시일링된 환경에서 펠리클 프레임 부착 장치로부터 리소그래피 장치로 마스크 조립체를 수송하도록 구성될 수 있다.
- [0117] 마스크 조립체 수송 디바이스는 진공 압력 조건들로 마스크 조립체 부착 장치의 시일링된 환경을 펌핑하도록 구성된 진공 펌프를 포함할 수 있다.
- [0118] 리소그래피 시스템은 오염 또는 결함 중 적어도 하나에 대해 펠리클, 펠리클 프레임 및 패터닝 디바이스 중 하나 이상을 검사하도록 구성된 검사 장치를 더 포함할 수 있다.
- [0119] 펠리클 프레임 부착 장치는 펠리클 프레임에 부착된 펠리클을 수용하고, 펠리클이 부착된 펠리클 프레임을 패터닝 디바이스에 부착하도록 구성될 수 있다.
- [0120] 조명 시스템은 EUV 방사선 빔을 컨디셔닝하도록 구성될 수 있다.
- [0121] 펠리클 프레임 부착 장치는 EUV 방사선에 실질적으로 투명한 펠리클을 수용하도록 구성될 수 있다.
- [0122] 본 발명의 제 16 실시형태에 따르면, 펠리클 프레임 및 펠리클을 포함하는 펠리클 조립체 및 패터닝 디바이스를 수용하도록 구성된 펠리클 프레임 부착 장치가 제공되고, 펠리클 프레임 부착 장치는 펠리클 프레임에 제공된 서브-마운트의 맞춤형 기구를 작동시키도록 구성된 액추에이터들을 포함하고, 액추에이터들은 펠리클 조립체를 수용하는 제어된 환경을 펠리클 프레임 부착 장치의 다른 부분들로부터 분리하는 격벽에 제공된 개구부들을 통해 돌기된다.
- [0123] 격벽은 패터닝 디바이스의 정렬 마크들 및/또는 펠리클 프레임 에지들이 격벽의 반대쪽 측면으로부터 보일 수 있도록 위치된 윈도우들을 포함할 수 있다.
- [0124] 액추에이터들은 격벽의 평면에 수직으로 이동가능한 핀들을 포함한다.
- [0125] 액추에이터들은 서로를 향해 또한 서로 멀어지는 방향으로 이동가능한 한 쌍의 아암들을 포함할 수 있다.
- [0126] 액추에이터들의 단부들에는 강건한 재료(robust material)의 코팅이 제공될 수 있다.
- [0127] 펠리클 프레임 부착 장치는 제어된 환경에 가스 유출구를 포함할 수 있고, 가스 유출구는 격벽의 반대쪽 측면의 가스 압력보다 높은 압력에서 가스를 공급하도록 구성된다.
- [0128] 본 발명의 제 17 실시형태에 따르면, 펠리클 및 펠리클 프레임을 수용하고, 펠리클 프레임에 펠리클을 부착하여 펠리클 조립체를 형성하고, 시일링된 패키징 내에서 펠리클 조립체의 수송에 적합한 시일링된 패키징에 펠리클 조립체를 시일하도록 구성된 펠리클 부착 장치가 제공된다.
- [0129] 펠리클 부착 장치는 시일링된 환경에서 펠리클 프레임에 펠리클을 부착하도록 구성될 수 있다.
- [0130] 펠리클 부착 장치는 진공 압력 조건들로 시일링된 환경을 펌핑하도록 구성된 진공 펌프를 더 포함할 수 있다.
- [0131] 펠리클 부착 장치는 오염 또는 결함 중 적어도 하나에 대해 펠리클 및 펠리클 프레임 중 하나 또는 둘 모두를 검사하도록 구성된 검사 장치를 더 포함할 수 있다.
- [0132] 본 발명의 제 18 실시형태에 따르면, 패터닝 디바이스를 유지하도록 구성된 테이블, 및 패터닝 디바이스와 스테드를 접촉시키도록 구성된 스테드 매니퓰레이터(stud manipulator)를 포함하는 스테드 부착 장치가 제공되고, 스테드 매니퓰레이터는 격벽에 의해 패터닝 디바이스를 수용하는 제어된 환경으로부터 분리되고, 격벽은 스테드가 돌기되어 패터닝 디바이스와 접촉할 있는 구멍을 포함한다. 스테드가, 예를 들어 접촉에 의해 패터닝 디바이스에 부착되는 경우, (패턴 영역에 비해) 패터닝 디바이스의 패턴 영역으로부터 더 멀리 위치한 작은 결함 영역으로 인해 레티클, 펠리클 프레임 및/또는 펠리클 필름 자체에 더 적은 변형이 일어날 것이다.
- [0133] 스테드 매니퓰레이터는 복수의 스테드 매니퓰레이터들 중 하나일 수 있고, 격벽 내의 구멍은 복수의 구멍들 중 하나일 수 있다.
- [0134] 스테드 부착 장치는 제어된 환경에 가스 유출구를 포함할 수 있고, 가스 유출구는 격벽의 반대쪽 측면의 가스

압력보다 높은 압력에서 가스를 공급하도록 구성된다.

- [0135] 사용 시 패터닝 디바이스에 대해 시일링하는 시일이 스테드 매니플레이터 주위에 제공될 수 있어, 패터닝 디바이스의 스테드 수용 부분을 패터닝 디바이스의 다른 부분들로부터 격리시킬 수 있다.
- [0136] 가스 전달 채널들 및 가스 추출 채널들이 제공될 수 있으며, 이를 통해 패터닝 디바이스의 스테드 수용 부분으로 또한 스테드 수용 부분으로부터 가스 유동이 제공된다.
- [0137] 본 발명의 제 19 실시형태에 따르면, 패터닝 디바이스를 유지하도록 구성된 테이블, 및 스테드들의 단부들을 수용하도록 배치된 액추에이터들을 포함하고, 패터닝 디바이스에 스테드들을 부착시킨 접착제의 강도를 감소시켜 스테드들이 패터닝 디바이스로부터 제거되도록 스테드들을 가열하는 가열기들을 포함하는 스테드 제거 장치가 제공된다.
- [0138] 액추에이터들에는 스테드의 먼 쪽 헤드를 수용하고 유지시키도록 구성된 스테드 그리퍼(stud gripper)가 각각 제공될 수 있다.
- [0139] 스테드 그리퍼는 스테드의 넥(neck)보다 넓고 스테드의 먼 쪽 헤드보다 좁은 간격을 갖는 한 쌍의 플랜지(flange)들을 포함할 수 있다.
- [0140] 사용 시 패터닝 디바이스에 대해 시일링하는 시일이 스테드 그리퍼 주위에 제공될 수 있어, 패터닝 디바이스의 스테드 유지 부분을 패터닝 디바이스의 다른 부분들로부터 격리시킬 수 있다.
- [0141] 가스 전달 채널들 및 가스 추출 채널들이 제공될 수 있으며, 이를 통해 패터닝 디바이스의 스테드 유지 부분으로 또한 스테드 유지 부분으로부터 가스 유동이 제공된다.
- [0142] 본 발명의 제 20 실시형태에 따르면, 펠리클 프레임에 의해 지지되는 펠리클 및 패터닝 디바이스를 포함하는 마스크 조립체가 제공되고, 펠리클 프레임에 채널이 제공되거나, 펠리클 프레임과 패터닝 디바이스 사이에 갭이 존재하며, 채널 또는 갭의 벽들은 일렉트릿 재료(electret material)를 포함한다.
- [0143] 채널 또는 갭의 벽들에는 일렉트릿 재료의 코팅이 제공될 수 있다.
- [0144] 본 발명의 제 21 실시형태에 따르면, 패터닝 디바이스 및 프레임을 포함하는 마스크 조립체가 제공되고, 프레임에는 펠리클이 제공되지 않는다. 부연하면, 프레임에 걸쳐 필름 또는 멤브레인이 연장되지 않는다.
- [0145] 본 발명의 제 22 실시형태에 따르면, 펠리클 프레임에 의해 지지되는 펠리클 및 패터닝 디바이스를 포함하는 마스크 조립체가 제공되고, 방사선 흡수 재료가 펠리클의 외측면에 제공된다.
- [0146] 펠리클 프레임은 2 mm보다 훨씬 더 두꺼운 두께를 가질 수 있다. "두께"라는 용어는 패터닝 디바이스의 평면에 평행한 방향들로의 펠리클 프레임의 폭(예를 들어, X 및 Y 방향들로의 펠리클 프레임의 폭)을 지칭하는 것으로 해석될 수 있다.
- [0147] 펠리클 프레임은 3 mm 이상의 두께를 가질 수 있다.
- [0148] 본 발명의 제 23 실시형태에 따르면, 기저부 및 먼 쪽 헤드를 포함하는 스테드가 제공되고, 기저부는 평탄한 최하부면을 가지며, 평탄한 최하부면에는 평탄한 최하부면에 공유 결합(covalently bond)된 중합체 필름이 제공된다.
- [0149] 스테드의 기저부의 중합체 필름은 반데르발스 힘(Van der Waals force)에 의해 마스크에 가역 결합(reversibly bond)될 수 있다.
- [0150] 본 발명의 제 24 실시형태에 따르면, 돌출부에 서브-마운트를 부착하는 방법이 제공되고, 본 방법은 언록킹 위치로부터 돌출부와 인접하나 이와 접촉하지 않는 중간 위치로 록킹 부재를 이동시키는 단계, 이후 리테이닝 부재(retaining member)를 이용하여, 록킹 부재가 돌출부에 대해 가압하는 록킹 위치로 록킹 부재를 이동시키는 단계를 포함한다.
- [0151] 록킹 부재는 록킹 부재의 표면이 돌출부의 표면에 대해 슬라이딩(sliding)하지 않고 록킹 위치로 이동될 수 있다.
- [0152] 록킹 부재는 돌출부의 표면에 일반적으로 수직인 방향으로 록킹 부재를 이동시킴으로써 록킹 위치로 이동될 수 있다. 이는, 록킹 부재와 돌출부 사이에 접촉이 일어날 때 서로에 대해 표면들의 슬라이딩 이동이 존재하지 않기 때문에 유익하다.

- [0153] 서브-마운트는 펠리클 프레임에 부착될 수 있고, 돌출부는 마스크로부터 연장될 수 있다.
- [0154] 록킹 부재는 비고정 단부들을 갖는 한 쌍의 스프링들을 포함할 수 있다.
- [0155] 본 발명의 제 25 실시형태에 따르면, 돌출부로부터 서브-마운트를 탈착하는 방법이 제공되고, 본 방법은 록킹 부재로부터 멀어지는 방향으로 리테이닝 부재를 이동시키는 단계, 록킹 부재가 돌출부에 대해 가압하는 록킹 위치로부터 돌출부에 인접하나 이와 접촉하지 않는 중간 위치로 록킹 부재를 이동시키는 단계, 이후 록킹 부재가 리테이닝 부재에 대해 가압하는 언록킹 위치로 록킹 부재를 이동시키는 단계를 포함한다.
- [0156] 본 발명의 제 26 실시형태에 따르면, 리소그래피 장치에서 사용하기 위한 마스크 조립체가 제공되고, 마스크 조립체는 패터닝 디바이스; 및 마운트로 패터닝 디바이스에 장착되고 펠리클을 지지하도록 구성된 펠리클 프레임을 포함하고; 마운트는 펠리클 프레임이 패터닝 디바이스에 대해 서스펜드되도록 구성되며; 마운트는 패터닝 디바이스와 펠리클 프레임 사이에 해제가능한 부착을 제공하고, 마운트는: 패터닝 디바이스 또는 펠리클 프레임 중 하나에 부착된 돌출부, 및 돌출부와 맞물리도록 구성된 맞물림 기구를 포함하며, 맞물림 기구는 탄성적으로 변형가능한 아암들을 포함하고, 탄성적으로 변형가능한 아암들은, 개방된 구조(open conformation)에서 맞물림 기구의 록킹 위치로 돌출부의 시프팅을 허용하고, 폐쇄된 구조(close conformation)에서 돌출부와 맞물림 기구의 록킹 위치에 돌출부를 록킹하도록 배치된다. 맞물림 기구의 록킹 위치 내로의 돌출부의 시프팅은 돌출부와 기계적인 슬라이딩 접촉(mechanical sliding contact) 없이 이루어지도록 배치된다.
- [0157] 본 발명의 제 27 실시형태에 따르면, 리소그래피 장치에서 사용하기 위한 마스크 조립체가 제공되고, 마스크 조립체는 패터닝 디바이스; 및 마운트로 패터닝 디바이스에 장착되고 펠리클을 지지하도록 구성된 펠리클 프레임을 포함하고; 마운트는 펠리클 프레임이 패터닝 디바이스 상으로 과구속되도록 구성된다.
- [0158] 앞서 설명되거나 다음의 설명에 언급되는 하나 이상의 실시형태 또는 특징부들이 하나 이상의 다른 실시형태 또는 특징부들과 조합될 수 있음을 이해할 것이다.

**도면의 간단한 설명**

- [0159] 이제, 첨부한 개략적인 도면들을 참조하여 단지 예시로서 본 발명의 실시예들이 설명될 것이다.
- 도 1은 리소그래피 장치 및 방사선 소스를 포함하는 리소그래피 시스템의 개략도;
- 도 2a, 도 2b 및 도 2c는 본 발명의 일 실시예에 따른 마스크 조립체의 개략도;
- 도 3은 본 발명의 실시예들에 따른 마스크 조립체의 일부분의 개략도;
- 도 4a, 도 4b 및 도 4c는 본 발명의 대안적인 실시예에 따른 마스크 조립체의 개략도;
- 도 5는 본 발명의 또 다른 대안적인 실시예에 따른 마스크 조립체의 개략도;
- 도 6은 본 발명의 또 다른 대안적인 실시예에 따른 마스크 조립체의 개략도;
- 도 7은 도 6의 마스크 조립체의 일부분의 개략도;
- 도 8a 및 도 8b는 본 발명의 일 실시예에 따른 펠리클 및 펠리클 프레임의 일부분의 개략도;
- 도 9는 본 발명의 실시예들에 따른 마스크 조립체의 일부분의 개략도;
- 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 펠리클 조립체, 및 펠리클 조립체가 부착된 패터닝 디바이스의 개략도;
- 도 11은 본 발명의 일 실시예에 따른 펠리클 프레임, 펠리클 프레임에 부착된 펠리클, 및 펠리클 프레임이 부착된 패터닝 디바이스의 일부분의 개략도;
- 도 12는 본 발명의 일 실시예에 따른 펠리클 및 펠리클 프레임을 도시하는 도면;
- 도 13은 마스크에 부착된 도 12의 펠리클 프레임의 맞물림 기구의 2 개의 단면도;
- 도 14는 위에서 본 맞물림 기구 및 마스크를 도시하는 도면;
- 도 15는 대안적인 실시예에 따른 맞물림 기구 및 마스크의 2 개의 사시도;
- 도 16은 도 15의 맞물림 기구 및 마스크의 단면도;
- 도 17은 본 발명의 일 실시예에 따른 맞물림 기구의 사시도;



- 도 18은 도 17의 맞물림 기구의 단면 사시도;
- 도 19는 본 발명의 일 실시예에 따른, 돌출부에 서브-마운트를 부착하는 방법을 개략적으로 도시하는 도면;
- 도 20은 본 발명의 실시예들에 따른 리소그래피 장치 및 다양한 부착 장치들의 개략도;
- 도 21은 본 발명의 일 실시예에 따른 펠리클 프레임 부착 및 제거 장치의 사시도;
- 도 22는 펠리클 프레임 부착 및 제거 장치의 일부분들을 더 자세히 도시하는 도면;
- 도 23은 본 발명의 일 실시예에 따른 스테드 부착 장치의 사시도;
- 도 24 및 도 25는 스테드 부착 장치의 일부분들을 더 자세히 도시하는 도면;
- 도 26 및 도 27은 스테드 제거 장치의 일부분들을 도시하는 도면;
- 도 28은 본 발명의 일 실시예에 따른 서브-마운트를 도시하는 도면;
- 도 29 및 도 30은 서브-마운트의 맞물림 기구의 작동을 개략적으로 도시하는 도면;
- 도 31은 본 발명의 실시예에 따라 4 개의 서브-마운트들이 제공된 펠리클 프레임을 도시하는 도면; 및
- 도 32는 서브-마운트가 돌출부에 고정되는 단계들을 도시하는 도면이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

- [0160] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 마스크 조립체를 포함하는 리소그래피 시스템을 나타낸다. 리소그래피 시스템은 방사선 소스(SO) 및 리소그래피 장치(LA)를 포함한다. 방사선 소스(SO)는 극자외(EUV) 방사선 빔(B)을 발생시키도록 구성된다. 리소그래피 장치(LA)는 조명 시스템(IL), 패터닝 디바이스(MA)(예를 들어, 마스크)를 포함하는 마스크 조립체(15)를 지지하도록 구성된 지지 구조체(MT), 투영 시스템(PS) 및 기관(W)을 지지하도록 구성된 기관 테이블(WT)을 포함한다. 조명 시스템(IL)은 방사선 빔이 패터닝 디바이스(MA)에 입사하기 전에 방사선 빔(B)을 컨디셔닝하도록 구성된다. 투영 시스템은 기관(W) 상으로 [이제는 패터닝 디바이스(MA)에 의해 패터닝된] 방사선 빔(B)을 투영하도록 구성된다. 기관(W)은 이전에 형성된 패턴들을 포함할 수 있다. 이 경우, 리소그래피 장치는 기관(W)에 이전에 형성된 패턴과 패터닝된 방사선 빔(B)을 정렬한다.
- [0161] 방사선 소스(SO), 조명 시스템(IL) 및 투영 시스템(PS)은 모두 이들이 외부 환경으로부터 격리될 수 있도록 구성되고 배치될 수 있다. 대기압(atmospheric pressure) 아래의 압력에서 가스(예를 들어, 수소)가 방사선 소스(SO)에 제공될 수 있다. 진공이 조명 시스템(IL) 및/또는 투영 시스템(PS)에 제공될 수 있다. 대기압 한참 아래의 압력에서 소량의 가스(예를 들어, 수소)가 조명 시스템(IL) 및/또는 투영 시스템(PS)에 제공될 수 있다.
- [0162] 도 1에 도시된 방사선 소스(SO)는 레이저 생성 플라즈마(LPP) 소스로서 지칭될 수 있는 타입으로 구성된다. CO<sub>2</sub> 레이저일 수 있는 레이저(1)가, 연료 방출기(3)로부터 제공되는 주석(Sn)과 같은 연료 내로 레이저 빔(2)을 통해 에너지를 축적(deposit)하도록 배치된다. 다음의 설명에서 주석이 언급되지만, 여하한 적합한 연료가 사용될 수 있다. 연료는, 예를 들어 액체 형태일 수 있고, 예를 들어 금속 또는 합금일 수 있다. 연료 방출기(3)는 주석을, 예를 들어 액적(droplet)의 형태로 궤적을 따라 플라즈마 형성 영역(4)을 향해 지향시키도록 구성된 노즐을 포함할 수 있다. 레이저 빔(2)은 플라즈마 형성 영역(4)에서 주석에 입사한다. 주석 내로의 레이저 에너지의 축적은 플라즈마 형성 영역(4)에서 플라즈마(7)를 생성한다. EUV 방사선을 포함하는 방사선은 플라즈마의 이온들의 탈-여기(de-excitation) 및 재조합(recombination) 동안 플라즈마(7)로부터 방출된다.
- [0163] EUV 방사선은 근 수직 입사 방사선 컬렉터(near normal incidence radiation collector: 5)(때로는 근 수직 방사선 컬렉터라고도 함)에 의해 수집되고 포커싱된다. 컬렉터(5)는 EUV 방사선(예를 들어, 13.5 nm와 같이 원하는 파장을 갖는 EUV 방사선)을 반사시키도록 배치된다. 컬렉터(5)는 2 개의 타원 초점들을 갖는 타원형 구성을 가질 수 있다. 아래에 설명되는 바와 같이, 제 1 초점은 플라즈마 형성 영역(4)에 존재할 수 있고, 제 2 초점은 중간 포커스(6)에 존재할 수 있다.
- [0164] 레이저 생성 플라즈마(LPP) 소스의 다른 실시예들에서, 컬렉터(5)는 소위 스침 입사 컬렉터(grazing incidence collector)일 수 있으며, 이는 스침 입사 각도에서 EUV 방사선을 수용하고, 중간 포커스에서 EUV 방사선을 포커싱하도록 구성된다. 스침 입사 컬렉터는, 예를 들어 복수의 스침 입사 반사기들을 포함하는 네스티드 컬렉터(nested collector)일 수 있다. 스침 입사 반사기들은 광축(0) 주위에 축 대칭으로 배치될 수 있다.

- [0165] 방사선 소스(S0)는 하나 이상의 오염 트랩(도시되지 않음)을 포함할 수 있다. 예를 들어, 오염 트랩은 플라즈마 형성 영역(4)과 방사선 컬렉터(5) 사이에 위치될 수 있다. 오염 트랩은, 예를 들어 회전 포일 트랩일 수 있거나, 여하한 다른 적합한 형태의 오염 트랩일 수 있다.
- [0166] 레이저(1)는 방사선 소스(S0)로부터 분리될 수 있다. 이 경우, 레이저 빔(2)은, 예를 들어 적절한 지향 거울 및/또는 빔 익스팬더(beam expander) 및/또는 다른 광학기를 포함하는 빔 전달 시스템(도시되지 않음)의 도움으로 레이저(1)로부터 방사선 소스(S0)로 통과될 수 있다. 레이저(1) 및 방사선 소스(S0)는 함께 방사선 시스템인 것으로 간주될 수 있다.
- [0167] 컬렉터(5)에 의해 반사된 방사선은 방사선 빔(B)을 형성한다. 방사선 빔(B)은, 조명 시스템(IL)에 대한 가상(virtual) 방사선 소스로서 작용하는 플라즈마 형성 영역(4)의 이미지를 형성하기 위해 지점(6)에 포커싱된다. 방사선 빔(B)이 포커싱되는 지점(6)은 중간 포커스라고도 칭해질 수 있다. 방사선 소스(S0)는 중간 포커스(6)가 방사선 소스의 인클로징 구조체(enclosing structure: 9)에 또는 그 부근에 위치되도록 배치된다.
- [0168] 방사선 빔(B)은 방사선 소스(S0)로부터 조명 시스템(IL) 내로 통과하며, 이는 방사선 빔을 컨디셔닝하도록 구성된다. 조명 시스템(IL)은 패킷 필드 거울 디바이스(faceted field mirror device: 10) 및 패킷 pupils 거울 디바이스(faceted pupil mirror device: 11)를 포함할 수 있다. 패킷 필드 거울 디바이스(10) 및 패킷 pupils 거울 디바이스(11)는 함께 원하는 단면 형상 및 원하는 각도 분포를 갖는 방사선 빔(B)을 제공한다. 방사선 빔(B)은 조명 시스템(IL)으로부터 통과하며, 지지 구조체(MT)에 의해 유지된 마스크 조립체(15)에 입사한다. 마스크 조립체(15)는 패터닝 디바이스(MA) 및 펠리클(19)을 포함하고, 이는 펠리클 프레임(17)에 의해 제 자리에 유지된다. 패터닝 디바이스(MA)는 방사선 빔(B)을 반사시키고 패터닝한다. 조명 시스템(IL)은 패킷 필드 거울 디바이스(10) 및 패킷 pupils 거울 디바이스(11)에 추가하여 또는 대신에 다른 거울들 또는 디바이스들을 포함할 수 있다. 또한, 마스크 조립체(15)는 펠리클화된 레티클(pellicleized reticle)로도 알려져 있다.
- [0169] 패터닝 디바이스(MA)로부터 반사 후, 패터닝된 방사선 빔(B)은 투영 시스템(PS)에 들어간다. 투영 시스템은 기관 테이블(WT)에 의해 유지된 기관(W) 상으로 방사선 빔(B)을 투영하도록 구성된 복수의 거울들을 포함한다. 투영 시스템(PS)은 방사선 빔에 감소 팩터(reduction factor)를 적용하여, 패터닝 디바이스(MA) 상의 대응 피쳐들보다 작은 피쳐들을 갖는 이미지를 형성할 수 있다. 예를 들어, 4의 감소 팩터가 적용될 수 있다. 투영 시스템(PS)은 도 1에서 2 개의 거울을 갖지만, 투영 시스템은 여하한 수의 거울(예를 들어, 6 개의 거울)을 포함할 수 있다.
- [0170] 리소그래피 장치는, 예를 들어 스캔 모드에 사용될 수 있고, 지지 구조체(예를 들어, 마스크 테이블)(MT) 및 기관 테이블(WT)은 방사선 빔에 부여된 패턴이 기관(W) 상으로 투영되는 동안에 동기적으로 스캐닝된다[즉, 단일 동적 노광(single dynamic exposure)]. 지지 구조체(예를 들어, 마스크 테이블)(MT)에 대한 기관 테이블(WT)의 속도 및 방향은 투영 시스템(PS)의 확대(축소) 및 이미지 반전 특성에 의하여 결정될 수 있다. 기관(W)에 입사하는 패터닝된 방사선 빔은 방사선의 대역을 포함할 수 있다. 방사선의 대역은 노광 슬릿이라고도 칭해질 수 있다. 스캐닝 노광 시, 기관 테이블(WT) 및 지지 구조체(MT)의 이동은 노광 슬릿이 기관(W)의 노광 필드에 걸쳐 이동하도록 되어 있을 수 있다.
- [0171] 도 1에 도시된 방사선 소스(S0) 및/또는 리소그래피 장치는 예시되지 않은 구성요소들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 스펙트럼 필터가 방사선 소스(S0)에 제공될 수 있다. 스펙트럼 필터는 EUV 방사선에 대해 실질적으로 투과성일 수 있지만, 적외 방사선과 같은 방사선의 다른 파장들에 대해 실질적으로 차단적일 수 있다.
- [0172] 리소그래피 시스템의 다른 실시예들에서, 방사선 소스(S0)는 다른 형태들을 취할 수 있다. 예를 들어, 대안적인 실시예들에서, 방사선 소스(S0)는 하나 이상의 자유 전자 레이저(free electron laser)를 포함할 수 있다. 하나 이상의 자유 전자 레이저는 하나 이상의 리소그래피 장치에 제공될 수 있는 EUV 방사선을 방출하도록 구성될 수 있다.
- [0173] 앞서 간명하게 설명된 바와 같이, 마스크 조립체(15)는 패터닝 디바이스(MA)에 인접하여 제공되는 펠리클(19)을 포함한다. 펠리클(19)은 방사선 빔(B)의 경로에 제공되어, 방사선 빔이 조명 시스템(IL)으로부터 패터닝 디바이스(MA)에 도달할 때 그리고 패터닝 디바이스(MA)에 의해 투영 시스템(PS)을 향해 반사될 때 방사선 빔(B)이 펠리클(19)을 통과한다. 펠리클(19)은 (소량의 EUV 방사선을 흡수하기는 하지만) EUV 방사선에 실질적으로 투명한 얇은 필름을 포함한다. 본 명세서에서 EUV 방사선에 실질적으로 투명한 필름 또는 EUV 투명한 펠리클이라는 것은, 적어도 65 %의 EUV 방사선, 바람직하게는 적어도 80 %, 더 바람직하게는 적어도 90 %의 EUV 방사선에 대해 투과성임을 의미한다. 펠리클(19)은 입자 오염으로부터 패터닝 디바이스(MA)를 보호하도록 작용한다.

- [0174] 리소그래피 장치(LA) 내부를 청정 환경으로 유지하려는 노력이 행해질 수 있지만, 입자들이 여전히 리소그래피 장치(LA) 내부에 존재할 수 있다. 펠리클(19)의 부재 시, 입자들이 패터닝 디바이스(MA) 상으로 침적(deposit)될 수 있다. 패터닝 디바이스(MA) 상의 입자들은 방사선 빔(B)에 부여되는 패턴 및 기관(W)으로 전사되는 패턴에 유해한 영향을 줄 수 있다. 펠리클(19)은 유익하게도 입자들이 패터닝 디바이스(MA) 상에 침적되는 것을 방지하기 위해 리소그래피 장치(LA) 내의 환경과 패터닝 디바이스(MA) 사이에 방벽(barrier)을 제공한다.
- [0175] 펠리클(19)은 펠리클(19)의 표면에 입사하는 여하한 입자들이 방사선 빔(B)의 초점 평면에 존재하지 않도록 패터닝 디바이스(MA)로부터 충분한 거리를 두고 위치된다. 펠리클(19)과 패터닝 디바이스(MA) 사이의 이 간격은 펠리클(19)의 표면 상의 여하한 입자들이 방사선 빔(B)에 패턴을 부여하는 정도를 감소시키도록 작용한다. 입자가 방사선 빔(B)에 존재하지만 방사선 빔(B)의 초점 평면에 존재하지 않는[즉, 패터닝 디바이스(MA)의 표면에 존재하지 않는] 위치에 있는 경우에는, 입자의 어떠한 이미지도 기관(W)의 표면에 포커싱되지 않음을 이해할 것이다. 몇몇 실시예들에서, 펠리클(19)과 패터닝 디바이스(MA) 사이의 간격은, 예를 들어 약 1 mm 내지 10 mm, 예를 들어 1 mm 내지 5 mm, 더 바람직하게는 2 mm 내지 2.5 mm일 수 있다.
- [0176] 도 2a, 도 2b 및 도 2c는 본 발명의 일 실시예에 따른 마스크 조립체(15)의 개략도이다. 도 2a는 마스크 조립체(15)의 평면도이다. 도 2b는 도 2a에 도시된 라인 A-A를 따른 마스크 조립체(15)의 단면도이다. 도 2c는 도 2a에 도시된 라인 B-B를 따른 마스크 조립체(15)의 단면도이다. 일관된 데카르트 좌표계(consistent Cartesian co-ordinate system)가 도 2a, 도 2b 및 도 2c 전반에 걸쳐 사용되며, y-방향은 방사선 빔(B)에 대한 패터닝 디바이스(MA)의 스캐닝 방향을 나타낸다.
- [0177] 마스크 조립체(15)는 패터닝 디바이스(MA), 펠리클 프레임(17) 및 펠리클(19)을 포함한다. 펠리클(19)은 EUV 방사선에 실질적으로 투명한 얇은 필름을 포함한다. 펠리클(19)은 입자 오염에 대한 방벽을 제공하면서도 EUV 방사선에 실질적으로 투명한 여하한 재료로 형성될 수 있다.
- [0178] 예를 들어, 펠리클(19)은 폴리실리콘(pSi) 필름으로 형성될 수 있다. 펠리클(19)(예를 들어, 폴리실리콘 필름)의 측면들 중 하나 또는 둘 모두가 개선된 열 방사율(thermal emissivity)을 위해 금속 층(예를 들어, Ru 층)과 같은 캐핑 층으로 캐핑될 수 있다. 대안적인 예시에서, 펠리클(19)은 몰리브덴(Mo)과 지르코늄 실리사이드(ZrSi)의 다층 스택으로 형성될 수 있다. Mo/ZrSi 스택은 캐핑 층을 갖는 하나 또는 두 측면 상에 캐핑될 수 있다. 다른 재료들, 예를 들어 그래핀(graphene), 실리센(silicene), 실리콘 질화물, 풀러렌(fullerene), 탄소 나노 튜브, DLC(diamond-like carbon), 또는 EUV 방사선에 실질적으로 투명한 다른 재료들이 다른 실시예들에서 펠리클(19)로서 사용하기에 적합할 수 있다.
- [0179] 캐핑 층은 Nb, Zr, Y, La, Ce 원소들, Mo, Nb, Ru, Zr, Y, La, Ce의 합금들, Mo, Nb, Ru, Zr, Y, La 및 Ce의 규화물들, 이러한 합금들의 규화물들, Mo, Nb, Ru, Zr, La, Ce의 산화물들, Mo, Nb, Ru, Zr, Y, La, Ce의 합금들의 산화물들, Mo, Nb, Ru, Zr, Y, La, Ce의 탄화물들, 이러한 합금들의 탄화물들, Mo, Nb, Ru, Zr, La, Ce의 질화물들, 및 Mo, Nb, Ru, Zr, La, Y, Ce의 합금들의 질화물들로 구성되는 그룹으로부터 선택된 내화물(refractory material)일 수 있다.
- [0180] 앞서 언급된 캐핑 층들은, EUV 방사선의 존재 시 수소 가스로부터 발생될 수 있고 펠리클(19)의 손상을 야기할 수 있는 수소 라디칼[또는 다른 반응 종(reactive species)]의 효과를 감소시키는 데 도움을 줄 수 있다.
- [0181] 또한, 펠리클 프레임(17)(또는 펠리클 프레임들의 다른 실시예들) 상에도 캐핑 층이 제공될 수 있다. 캐핑 층은 펠리클(19) 상에 제공된 캐핑 층과 동일한 재료로 형성될 수 있다.
- [0182] 펠리클 필름(19)의 두께는 재료 특성들[예를 들어, 강도, EUV 투명도(transparency)]에 따라 달라질 것이다. 펠리클(19)의 두께는 5 내지 100 nm 범위인 것이 바람직하다. 예를 들어, Mo/ZrSi 다층 스택으로 만들어진 펠리클 필름은 두께가 약 25 nm일 수 있다. 대안적으로, 폴리실리콘으로 만들어진 펠리클은 두께가 약 40 nm일 수 있다. 그래핀 펠리클은, 예를 들어 두께가 약 10 nm일 수 있다.
- [0183] EUV 방사선의 펠리클에 의한 투과도는 펠리클의 두께 그리고 펠리클 및 캐핑 층이 형성된 재료들의 순도에 따라 달라진다. 펠리클은 EUV 방사선의 주어진 투과도를 허용하도록 충분히 얇을 수 있다. 예를 들어, 펠리클은 펠리클에 입사하는 약 65 % 이상의 EUV 방사선을 투과시키도록 충분히 얇을 수 있다. 펠리클은 펠리클에 입사하는 적어도 약 85 %의 EUV 방사선 또는 적어도 약 90 %의 EUV 방사선을 투과시키도록 충분히 얇은 것이 바람직할 수 있다.
- [0184] 패터닝 디바이스(MA)는 패터닝된 영역(21)을 포함한다. 패터닝된 영역(21)에는 방사선(예를 들어, EUV 방사

선)의 반사에 의해 패터닝된 영역(21)으로부터 기관(W)으로 전사될 패턴이 제공된다. 패터닝된 영역(21)은 패터닝 디바이스(MA)의 정면(FS)에 배치된다. 패터닝 디바이스(MA)의 반대쪽 후면(BS)은 지지 구조체(MT)에 대해 고정(예를 들어, 클램핑)될 수 있다. 예를 들어, 패터닝 디바이스의 반대쪽 후면(BS)은 정전기 클램프를 이용하여 지지 구조체(MT)에 클램핑될 수 있다.

[0185] 펠리클 프레임(17)은 펠리클 프레임(17)이 패터닝된 영역(21) 주위로 연장되고 이를 둘러싸도록 그 중심에 직사각형 개구부를 포함한다. 도 2a 내지 도 2c의 실시예에서는 펠리클 프레임(17)에 의해 제공된 개구부가 직사각형이지만, 다른 실시예들에서는 펠리클 프레임에 의해 제공된 개구부가 여하한의 적합한 형상을 가질 수 있다. 펠리클 프레임이 패터닝 디바이스(MA)의 패터닝된 영역(21)에 걸쳐 서스펜드되도록 펠리클(19)이 펠리클 프레임(17)에 부착된다. 펠리클(19)은 가장자리 부분(20)을 포함하고, 이는 펠리클(19)의 나머지 부분에 비해 증가된 두께를 갖는다. 예를 들어, 가장자리 부분(20)은 약 60 nm의 두께를 가질 수 있다. 가장자리 부분(20)은 펠리클이 펠리클 프레임(17)에 부착된 영역에 펠리클(19)의 강도를 증가시키는 역할을 한다. 추가적으로, 가장자리 부분(20)은 펠리클(19)의 핸들링 시 그리핑될 수 있는 펠리클(19)의 일부분을 제공할 수 있다. 예를 들어, 펠리클(19)을 적용하거나 펠리클 프레임(17)으로부터 펠리클(19)을 제거할 때, 펠리클(19)을 조작하기 위해 가장자리 부분(20)이 그리핑될 수 있다. 가장자리 부분(20)의 증가된 두께는 그리핑 시 손상 및/또는 파손에 대한 가장자리 부분(20)의 저항성을 증가시킴에 따라 유익하다. 가장자리 부분은 펠리클의 나머지 부분과 동일하거나 상이한 재료들로 형성될 수 있다. 펠리클의 필름이 폴리실리컨으로 형성된 실시예들에서는 가장자리 부분 또한 폴리실리컨으로 형성될 수 있다.

[0186] 기관(W)으로 전사될 패턴이 패터닝된 영역(21) 내에 포함되지만, 패터닝 디바이스(MA)는 패터닝된 영역(21)의 부에 다른 패터닝된 영역들 또는 마킹들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 패터닝 디바이스(MA)는 패터닝 디바이스(MA)를 정렬시키는 데 사용될 수 있는 정렬 마크들(23)을 포함할 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 패터닝 디바이스는 하나 이상의 식별 마크(예를 들어, 하나 이상의 바코드)를 포함하며, 이는 패터닝 디바이스(MA)를 식별하는 데 사용될 수 있다.

[0187] 도 2a, 도 2b 및 도 2c에 도시된 실시예에서, 패터닝 디바이스(MA)는 패터닝 디바이스(MA)의 정면(FS)의 크기가 패터닝 디바이스(MA)의 후면(BS)에 대해 감소된 컷-어웨이 부분들(25)(도 2b 및 도 2c에 가장 잘 도시됨)을 포함한다. 컷-어웨이 부분들(25)은 도 2b에 도시된 바와 같이 펠리클 프레임(17)의 일부분을 수용하도록 구성된다. 컷-어웨이 부분들은 패터닝 디바이스(MA)의 정면(FS)의 외측 크기(outer extent)에 인접하게 위치된다. 하지만, 다른 실시예들에서 펠리클 프레임(17)은 컷-어웨이 부분들을 갖지 않고 패터닝 디바이스(MA)의 정면 또는 측면에 부착될 수 있다. 일 실시예들에서, 펠리클 프레임은 스캐닝 방향으로 평행한 패터닝 디바이스(MA)의 두 측면들에 부착될 수 있다. 또 다른 실시예에서, 펠리클은 스캐닝 방향에 대해 수직인 패터닝 디바이스(MA)의 두 측면들에 부착될 수 있다. 또한, 또 다른 실시예에서는 앞서 설명된 바와 같은 정면 및 측면 부착의 조합들이 구성된다.

[0188] 펠리클 프레임(17)이 패터닝 디바이스(MA)에 부착될 수 있는 계면을 제공하기 위해, 패터닝 디바이스에는 x-축과 평행한(또한 이에 따라 스캐닝 방향에 대해 수직인) 패터닝된 영역(21)의 두 측면들을 따라 연장되는 서브-프레임들(27)이 제공될 수 있다. 서브-프레임들(27)은 컷-어웨이 부분들(25)에 인접하여 위치된다. 각각의 서브-프레임(27)은 후퇴부(29)를 포함하고, 후퇴부는 서브-프레임(27)과 패터닝 디바이스(MA)에 의해 에워싸여 폐쇄 부피를 정의한다. 패터닝 디바이스(MA)에 서브-프레임(27)을 고정시키기 위해, 접착제(glue: 31)[또한, 접착물질(adhesive)이라고도 칭해질 수 있음]가 후퇴부(29)에 배치된다. 먼저 후퇴부(29)에 적용될 때, 접착제는 접착제가 수축하는 경화 공정(curing process)을 겪을 수 있다. 접착제의 수축은 서브-프레임(27)을 패터닝 디바이스(MA) 쪽으로 끌어당길 수 있음에 따라, 패터닝 디바이스(MA)에 서브-프레임(27)을 고정시킬 수 있다. 또한, 서브-프레임(27)은 2 이상의 후퇴부들(29)을 포함할 수 있다. 펠리클의 가장자리 영역(20)은 펠리클 프레임(17)에 펠리클을 부착하기 위해 후퇴부들을 포함할 수 있다. 또한, 후퇴부들은 접착제(31)를 에워싸기 위해 패터닝 디바이스(MA)에 또는 펠리클 프레임의 구성요소들에 제공될 수 있다.

[0189] 후퇴부(29) 및 패터닝 디바이스(MA)에 의해 정의되는 폐쇄 부피 내에 접착제(31)를 위치시킴으로써, 접착제(31)는 주변 환경(surrounding environment)으로부터 시일링된다. 주변 환경으로부터의 접착제의 시일링은 아웃개싱에 의해 가스가 접착제로부터 방출될 수 있기 때문에 유익하다. 접착제로부터의 아웃개싱의 생성물들은 패터닝 디바이스(MA)가 유지되는 환경을 오염시킬 수 있기 때문에 유익하지 않다. 주변 환경으로부터 [후퇴부(29) 내에] 접착제의 시일링은 접착제로부터의 아웃개싱의 생성물들이 후퇴부(29) 내에 수용되는 것을 보장하며, 따라서 패터닝 디바이스(MA)가 유지되는 환경이 접착제(31)로부터의 아웃개싱에 의해 오염되는 것을

유익하게 방지한다.

- [0190] 특히, 접착제(31)로부터의 아웃개싱의 생성물들이 패터닝 디바이스(MA)의 패터닝된 영역(21)에 들어가는 것을 방지하기 위해 접착제를 시일링하는 것이 유익하다. 접착제로부터의 아웃개싱의 생성물들이 패터닝된 영역(21)에 도달하는 경우, 방사선 빔(B)으로 전사되는 패턴 및 이에 따라 기관(W)으로 전사되는 패턴이 부정적인 영향을 받을 수 있다. 그러므로, 접착제(31)를 시일링하여 접착제(31)로부터의 아웃개싱의 생성물들이 패터닝된 영역(21)에 도달하는 것을 방지하여 기관(W)으로 전사된 패턴의 품질을 보존하는 것이 바람직하다.
- [0191] 몇몇 실시예들에서, 서브-프레임들(27)은 접착제(31)의 아웃개싱으로부터의 제한된 양의 생성물들이 패터닝된 영역(21)으로부터 멀어지는 방향으로 이동하도록 후퇴부들(29)로부터 일 방향으로 누설되게 하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 서브-프레임들(27)은 생성물들이 서브-프레임들(27)의 외부를 향해 누설되게 하면서도 생성물들이 패터닝 디바이스(MA)의 패터닝된 영역(21)에 도달하는 것을 여전히 방지하도록 구성될 수 있다.
- [0192] 패터닝 디바이스(MA)는 주기적으로 세정될 수 있다. 예를 들어, 패터닝 디바이스(MA)를 세정하기 위해 세정 유체들이 패터닝 디바이스에 적용될 수 있다. 세정 유체들을 이용하여 패터닝 디바이스(MA)를 세정하는 경우, 세정 유체들이 마스크 조립체(15)의 요소들을 서로 고정시키는 데 사용된 여하한의 접착제와 접촉하는 것을 방지하는 것이 바람직하다. 세정 유체들이 접착제와 접촉하게 되면, 접착제가 세정 유체들에 의해 용해될 수 있다. 세정 유체들에 의해 용해된 접착제는 세정 공정 시 마스크 조립체(15)의 구성요소들에 걸쳐 퍼질 수 있다. 예를 들어, 접착제가 패터닝 디바이스(MA)의 패터닝된 영역(21)과 접촉하게 될 수 있다. 패터닝 디바이스(MA)의 패터닝된 영역(21)과 접촉하게 된 접착제는 방사선 빔(B)으로 전사되는 패턴 및 이에 따라 기관(W)으로 전사되는 패턴에 부정적인 영향을 줄 수 있다. 접착제가 시일링된 부위에 위치되지 않는 알려진 마스크 조립체들에서는, 세정 유체들을 이용하여 패터닝 디바이스가 세정될 수 있기 전에 먼저 여하한의 잔여 접착제가 마스크 조립체로부터 제거되어야만 한다. 도 2b에 도시된 바와 같이 접착제(31)를 시일링된 후퇴부들(29)에 시일링함에 의하여, 패터닝 디바이스(MA)는 세정 유체들과 접착제 간에 접촉 위험 없이 접착제(31)를 이용하여 패터닝 디바이스(MA)에 여전히 부착된 서브-프레임들(27)과 함께 세정될 수 있다.
- [0193] 서브-프레임들(27)은 서브-프레임들(27)에 펠리클 프레임(17)을 선택적으로 부착하고 서브-프레임들(27)로부터 펠리클 프레임(17)을 선택적으로 탈착하도록 작동가능한 부착 계면들(32)을 포함한다. 그러므로, 부착 계면들(32)은 패터닝 디바이스(MA)에 펠리클 프레임(17)을 고정하는 데 사용된다. 부착 계면들(32)은 접착제의 사용을 필요로 하지 않고 패터닝 디바이스(MA)에 펠리클 프레임(17)을 기계적으로 부착하고 패터닝 디바이스(MA)로부터 펠리클 프레임(17)을 기계적으로 탈착하는 수단을 제공한다. 펠리클 프레임(17)은 서브-프레임들(27)에 펠리클 프레임(17)을 고정시키기 위해 부착 계면들(32)과 커플링되는 구성요소들을 포함할 수 있다. 부착 계면들(32)은 여하한의 적합한 형태를 취할 수 있다. 예를 들어, 부착 계면들(32)은 서브-프레임들(27)에 펠리클 프레임을 체결(fasten)하기에 적합한 하나 이상의 파스너(fastener)(예를 들어, 스크루)를 수용하도록 구성된 개구부들을 포함할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 부착 계면들(32)은 서브-프레임들(27)에 펠리클 프레임(17)을 고정시키기 위해 펠리클 프레임(17)에 자기력을 가하는 자기 구성요소들을 포함할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 부착 계면들(32)은 펠리클 프레임(17) 및 서브-프레임들(27)의 상대 이동에 저항하기 위해 펠리클 프레임(17) 상에 마찰력을 가하도록 구성된 표면을 포함할 수 있다. [서브-프레임들(27)을 통해] 패터닝 디바이스(MA)에 펠리클 프레임을 부착하기 위해 접착제를 사용할 필요성의 제거는, 유익하게도 패터닝 디바이스가 유지되는 환경이 접착제로부터의 아웃개싱을 통해 오염될 위험성을 감소시킨다.
- [0194] 앞서 설명된 바와 같이, 서브-프레임들(27)의 부착 계면들(32)은 패터닝 디바이스(MA)에 펠리클 프레임(17)을 접착시킬 필요 없이 패터닝 디바이스(MA)로부터 펠리클 프레임(17)[및 펠리클(19)]의 깨끗한 탈착(제거에 의해 유도되는 입자들이 실질적으로 존재하지 않음) 그리고 빠르고 편리한 부착을 제공할 수 있다. 펠리클(19)은 패터닝 디바이스(MA)보다 짧은 수명을 가질 수 있으며, 이러한 것으로서 마스크 조립체(15)의 펠리클(19)이 주기적으로 교체될 수 있다. 예를 들어, 펠리클(19)은 약 2주 마다 교체될 수 있다. 알려진 마스크 조립체들은 패터닝 디바이스에 영구적으로 부착된 펠리클 프레임을 포함할 수 있다. 펠리클은 패터닝 디바이스(MA)에 영구적으로 부착된 펠리클 프레임에 새로운 펠리클을 접착함으로써 마스크 조립체에서 교체될 수 있다. 이러한 방식으로(펠리클 프레임에 새로운 펠리클을 주기적으로 접착함으로써) 펠리클을 교체하면, 접착제로부터의 아웃개싱에 의해 야기되는 오염의 위험을 증가시킬 수 있다.
- [0195] 유익하게, 도 2a 내지 도 2c에 도시된 마스크 조립체(15)는, 패터닝 디바이스(MA)로부터 [펠리클(19)이 부착된] 펠리클 프레임(17)을 탈착하고, 접착제를 사용하지 않고 패터닝 디바이스(MA)에 새로운 펠리클 프레임(17) 및 펠리클(19)을 부착함으로써, 펠리클의 교체를 허용한다. 그러므로, 이러한 알려진 마스크 조립체들과 비교할

때 접착제로부터의 아웃개싱에 의한 오염의 잠재력이 감소된다. 도 2a 내지 도 2c의 용이하게 교체가능한 펠리클 프레임(17)의 추가 장점은, (예를 들어, 세정 유체들을 이용하는) 패터닝 디바이스의 세정을 허용하기 위해 또는 검사를 허용하기 위해 펠리클 프레임(17)이 패터닝 디바이스(MA)로부터 제거될 수 있다는 점이다. 패터닝 디바이스(MA)로부터 펠리클 프레임(17)의 제거 후, 패터닝 디바이스에 존재하는 접착제만이 서브-프레임들(27)의 후퇴부들(29) 내에 시일링된다. 그러므로, 패터닝 디바이스(MA)는 세정 유체들과 접착제 간의 여하한의 접촉을 회피하면서 세정 유체들로 세정될 수 있다.

[0196] 도 2c로부터 알 수 있는 바와 같이, y-축에 평행하게 연장되는 펠리클 프레임(17)의 측면들은 패터닝 디바이스(MA)의 컷-어웨이 부분들에 위치되지 않는다. 대신, 패터닝 디바이스(MA)의 정면(FS)과 펠리클 프레임(17) 사이에 갭(G)을 둔다. 이 펠리클 프레임 디자인과 대조적으로, 펠리클을 갖는 알려진 마스크들의 대부분은 입자들로부터 인한 마스크 오염의 위험성을 가능한 한 많이 감소시키기 위해 펠리클 프레임 내에 필터들 또는 밸브들로 제어되는 개구부들, 슬릿들 또는 갭들을 갖는다. 대신, 본 실시예에 따른 펠리클 프레임(17)은 펠리클 프레임(17)이 서스펜드된 것으로 간주될 수 있도록 전체 프레임 둘레 주위를 따라 또는 부분적으로 연장되는 개방 갭을 갖는다. 갭(G)은 패터닝 디바이스(MA)의 정면(FS)과 펠리클(19) 사이의 부피 내로 또한 이로부터 공기가 유동하게 한다. 갭 크기를 제어함으로써, (심지어는 필터의 부재 시에도) 가스 유동에 의해 순환될 수 있는 입자 오염의 대부분을 여전히 경감시킬 수 있음이 판명되었다. 그럼에도 요구된다면, 압력차가 적절히 제어되는 한, 프레임과 패터닝 디바이스 사이의 갭에 또는 펠리클 프레임에 필터들이 삽입될 수 있다.

[0197] 사용 시, 마스크 조립체(15)는 큰 압력 변화를 겪게 될 수 있다. 예를 들어, 마스크 조립체(15)는 로드 록(load lock)을 통해 리소그래피 장치 내로 로딩되기 전에 리소그래피 장치 외부의 대기압 조건들에 노출될 수 있으며, 이는 진공 압력 조건들에 대해 팽팽된다. 한편, 마스크 조립체(15)는 로드 록을 통해 리소그래피 장치로부터 언로딩되기 전에 리소그래피 장치 내부에서 진공 압력 조건들을 경험할 수 있으며, 이는 대기압으로 통기(vent)된다. 그러므로, 마스크 조립체(15)는 큰 압력 증가 및 감소를 경험한다.

[0198] 마스크 조립체가 노출되는 압력 조건들의 변화는 압력차가 펠리클(19)에 걸쳐 존재하게 할 수 있다. 예를 들어, 마스크 조립체(15)가 가스가 배출되는 로드 록에 있을 때, 가스가 마스크 조립체(15) 외부로부터 배출되는 것과 동일한 속도로 패터닝 디바이스(MA)의 정면(FS)과 펠리클(19) 사이의 부피로부터 가스가 배출되지 않는 경우, 패터닝 디바이스(MA)의 정면(FS)과 펠리클(19) 사이의 부피의 압력은 마스크 조립체(15) 외부의 압력보다 클 수 있다. 그러므로, 압력차는 펠리클(19)에 걸쳐 존재할 수 있다. 펠리클(19)은 통상적으로 압력차에 노출될 때 휘 수 있는 얇고 유연한 필름이다. 예를 들어, 패터닝 디바이스(MA)의 정면(FS)과 펠리클(19) 사이의 부피의 압력이 마스크 조립체(15) 외부의 압력보다 큰 경우, 펠리클(19)은 패터닝 디바이스(MA)로부터 멀어지는 방향으로 휘 수 있다. 반대로, 패터닝 디바이스(MA)의 정면(FS)과 펠리클(19) 사이의 부피의 압력이 마스크 조립체(15) 외부의 압력보다 적은 경우[예를 들어, 마스크 조립체(15)가 노출되는 압력 조건들의 증가 시], 펠리클(19)은 패터닝 디바이스(MA) 쪽으로 휘 수 있다.

[0199] 펠리클(19)의 휨은 펠리클(19)이 다른 구성요소들과 접촉하게 할 수 있다. 예를 들어, 패터닝 디바이스 쪽으로 휘는 펠리클(19)은 패터닝 디바이스(MA)의 정면(FS)과 접촉할 수 있다. 패터닝 디바이스(MA)로부터 멀어지는 방향으로 휘는 펠리클은 리소그래피 장치의 다른 구성요소들과 접촉할 수 있다. 펠리클(19)의 과도한 휨 및/또는 또 다른 구성요소와 접촉하는 펠리클은 펠리클 또는 주변 구성요소들에 손상을 야기할 수 있으며, 펠리클(19)의 파손을 유도할 수 있다. 그러므로, 펠리클에 대한 손상을 회피하기 위해 펠리클(19)에 걸쳐 존재하는 여하한의 압력차를 제한하는 것이 바람직하다. 압력차는 펠리클 파괴 임계값(pellicle breakup threshold value) 아래로 유지될 수 있으며, 이는 펠리클을 형성하는 데 사용된 재료의 강도에 따라 달라진다. 몇몇 실시예들에서는, 예를 들어 펠리클의 주름을 경감시키기 위해 작은 압력차가 요구될 수 있다.

[0200] 패터닝 디바이스(MA)의 정면(FS)과 펠리클 프레임(17) 간의 갭(G)은 가스가 패터닝 디바이스(MA)의 정면(FS)과 펠리클(19) 사이의 부피 내로 또한 이로부터 유동하게 한다. 패터닝 디바이스(MA)의 정면(FS)과 펠리클(19) 사이의 부피 내로 또한 이로부터의 가스 유동의 허용은 펠리클(19)이 펠리클(19)에 걸쳐 손상을 주는 압력차를 겪지 않도록 펠리클(19)의 양측에 압력 균등(pressure equalization)을 허용한다.

[0201] 패터닝 디바이스(MA)의 정면(FS)과 펠리클 프레임(17) 간의 갭(G)의 크기는 가스가 패터닝 디바이스(MA)의 정면(FS)과 펠리클(19) 사이의 부피 내로 또한 이로부터 유동할 수 있는 유량에 영향을 줄 것이다. 가스가 패터닝 디바이스(MA)의 정면(FS)과 펠리클(19) 사이의 부피 내로 또한 이로부터 유동할 수 있는 유량은 펠리클(19)에 걸쳐 여하한의 압력차의 크기에 영향을 줄 수 있다. 예를 들어, 갭(G)의 크기의 증가는 가스가 패터닝 디바이스(MA)의 정면(FS)과 펠리클(19) 사이의 부피 내로 또한 이로부터 유동할 수 있는 유량을 증가시킬 것이다. 가

스 유동 속도의 증가는 펠리클(19)에 걸쳐 존재하는 여하한의 압력차를 제한할 수 있다.

[0202] 펠리클(19)에 걸쳐 존재하는 여하한의 압력차를 제한하기 위해 패터닝 디바이스(MA)의 정면(FS)과 펠리클(19) 사이의 부피 내로 또한 이로부터 가스 유동의 충분한 유량을 허용하도록 충분히 큰 갭(G)을 제공하는 것이 바람직할 수 있지만, 입자들이 갭(G)을 통과하는 것을 방지하는 것이 바람직할 수 있다. 갭(G)을 통과하는 입자들은 패터닝 디바이스(MA)에 침적될 수 있다. 앞서 설명된 바와 같이, 패터닝 디바이스(MA)에 침적된 입자들은 방사선 빔(B)으로 전사되는 패턴 및 기관(W)으로 전사되는 패턴에 유익하지 않은 영향을 줄 수 있다. 그러므로, 패터닝 디바이스(MA)의 정면(FS)과 펠리클(19) 사이의 공간 내로 통과하는 입자들의 수 및/또는 크기를 제한하기 위해 갭(G)의 크기를 제한하는 것이 바람직할 수 있다.

[0203] 일 실시예에서, 갭(G)은 0.1 mm 내지 0.5 mm 범위의 폭(35), 예를 들어 약 0.2 내지 0.3 mm의 폭을 가질 수 있다. 이러한 실시예에서, 갭(G)은 일부 입자들이 갭(G)을 통과할 수 있도록 충분히 클 수 있다. 하지만, 리소그래피 장치(LA)에 위치될 때, 마스크 조립체(15) 쪽으로 이동하는 대다수의 입자들은 갭(G)과 정렬되지 않는 방향으로 진행할 수 있다. 예를 들어, 입자들은 펠리클(19) 또는 펠리클 프레임(17)과 충돌하지만 갭(G)을 통과하지 않는 방향으로부터 마스크 조립체 쪽으로 이동할 수 있다. 그러므로, 리소그래피 장치(LA)에 존재하는 일부 입자들보다 큰 갭(G)은 입자가 갭(G)을 통과할 확률이 비교적 작을 수 있기 때문에 크게 문제가 되지 않을 수 있다.

[0204] 펠리클 프레임이 패터닝 디바이스에 접촉되는 알려진 마스크 조립체들에서, 펠리클 프레임과 패터닝 디바이스 사이에 갭이 제공되도록 펠리클 프레임을 구성하는 것이 가능할 수 있다. 하지만, 이는 접착제가 갭 내로 유입될 수 있어, 갭의 크기를 감소시키고, 잠재적으로 아웃개싱을 통해 오염을 야기할 수 있기 때문에 실제로는 달성하기 어려울 것이다. 이러한 문제점들은 도 2c에 도시된 실시예 그리고 본 명세서에 설명되는 추가 실시예들에 의해 회피된다.

[0205] 펠리클 프레임(17)은 추가 가스 채널들, 개구부들, 밸브들 및/또는 필터들(도 2a 내지 도 2c에 도시되지 않음)을 포함할 수 있으며, 이들은 펠리클(19)에 걸쳐 압력 균등을 허용한다. 가스 채널들 및/또는 필터들은 펠리클(19)과 패터닝 디바이스(MA) 사이의 공간 내로 지나갈 수 있는 입자들의 수를 감소 또는 제한하도록 구성될 수 있다. 도 3은 가스 채널(37)이 제공되는 펠리클 프레임(17)의 일부분의 개략도이다. 가스 채널(37)은 펠리클 프레임(17)을 통해 직접적으로 가로막히지 않은 경로가 제공되지 않도록 구성된다. 펠리클 프레임(17)을 통해 직접적으로 가로막히지 않은 경로를 제공하지 않는 가스 채널(37)은 미로 구멍(labyrinth hole)이라고도 칭해질 수 있다. 가스 채널(37)이 펠리클 프레임(17)을 통해 직접적으로 가로막히지 않은 경로를 제공하지 않기 때문에, 가스 채널(37)에 들어가는 입자들은 가스 채널(37)을 통과하기보다는 가스 채널(37)의 벽과 충돌할 것이다. 그러므로, 가스 채널(37)을 미로 구멍 구성으로 제공하면, 펠리클 프레임(17)을 통해 직접적으로 가로막히지 않은 경로를 제공하는 채널과 비교할 때 가스 채널(37)을 통과하는 입자들의 수를 감소시킬 수 있다. 미로 구멍은 펠리클 프레임(17)을 통해 직접적인 (가시선) 경로를 제공하지 않는 여하한의 다른 적합한 구성을 가질 수 있다. 유사하게, 직접적으로 가로막히지 않은 경로를 제공하지 않는 가스 채널 또는 미로 구멍은 마스크 조립체, 펠리클 조립체 또는 이의 요소들의 수송에 적합한 패키징(예컨대, 스테드 수송 패키징)에 (추가 필터들과 조합하여 또는 추가 필터들을 갖지 않고) 제공될 수 있으며, 미로 경로는 압력 균등을 허용하면서도, 여전히 패키징의 부피 내로 지나갈 수 있는 입자들의 수를 감소/제한하도록 구성된다.

[0206] 몇몇 실시예들에서, 펠리클 프레임(17)을 통해 직접적으로 가로막히지 않은 경로를 제공하지만 펠리클 프레임(17)을 통해 패터닝 디바이스(MA)에 직접적인 가시선을 제공하지 않는 구멍이 펠리클 프레임(17)을 통해 제공될 수 있다. 펠리클 프레임(17)을 통해 직접적으로 가로막히지 않은 경로를 제공하는 구멍의 제공은 가스가 구멍을 통해 유동할 수 있는 속도를 증가시킬 수 있다. 하지만, 펠리클 프레임(17)을 통해 직접적으로 가로막히지 않은 경로를 제공하는 구멍은 오염물이 펠리클 프레임(17)을 통과할 수 있는 경로를 제공한다. 그러나, 구멍의 직경보다 작고 제한된 각도 범위 내에 놓인 방향으로부터 구멍에 다다른 크기를 갖는 오염물만이 홀을 통과할 수 있을 것이다. 그러므로, 제한된 양의 오염물만이 구멍을 통과할 것이다. 또한, 구멍을 통해 패터닝 디바이스(MA)에 직접적인 가시선이 제공되지 않기 때문에, 구멍을 통과하는 여하한의 오염물이 패터닝 디바이스 쪽으로 이동하지 않을 것이며, 따라서 패터닝 디바이스(MA) 상에 침적될 가능성이 감소된다.

[0207] 추가적으로 또는 대안적으로, 펠리클 프레임(17)에는 가스가 펠리클 프레임(17)을 통과하지만 입자들이 펠리클 프레임(17)을 통과하는 것을 방지하게 하는 하나 이상의 필터가 제공될 수 있다. 하나 이상의 필터는, 예를 들어 y-축에 평행하게 연장되는 펠리클 프레임(17)의 측면들 상에 제공될 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 하나 이상의 필터는 x-축에 평행하게 연장되는 펠리클 프레임(17)의 측면들 상에 제공될 수 있다.

- [0208] 몇몇 실시예들에서, 마스크 조립체(15)는 펠리클 프레임(17)과 패터닝 디바이스(MA) 사이에 갭(G)을 포함하지 않을 수 있고, 펠리클 프레임(17)은 패터닝 디바이스(MA)와 접촉할 수 있다. 이러한 실시예들에서는, 가스가 펠리클(19)과 패터닝 디바이스(MA) 사이의 부피 내로 또한 이로부터 유동하게 하기 위해 구멍들 및/또는 필터들이 펠리클 프레임(17)에 제공될 수 있다. 이러한 마스크 조립체도 여전히 펠리클 프레임(17)이 패터닝 디바이스(MA)에 제거가능하게 부착되도록 배치될 수 있다.
- [0209] 예를 들어, 패터닝 디바이스(MA) 내에 컷-어웨이 부분들(25)을 제공함으로써 인해, 펠리클 프레임(17)의 일부분들이, 패터닝 디바이스(MA)가 컷-어웨이 부분들(25)을 포함하지 않는 경우보다 z-방향으로 더 큰 크기를 가질 수 있음을 도 2b로부터 알 수 있다. 유익하게도, z-방향으로의 펠리클 프레임(17)의 더 큰 크기는 펠리클 프레임(17) 내의 필터들 및/또는 가스 채널들이 위치될 수 있는 추가 공간을 제공한다.
- [0210] 패터닝 디바이스(MA) 내에 컷-어웨이 부분들(25)의 제공은 펠리클 프레임(17)에 이용가능한 부피를 증가시킴에 따라, 펠리클 프레임(17)의 치수가 증가되게 한다. 주어진 외측 치수를 갖는 마스크 조립체(15)에 기초한 인프라구조(infrastructure)가 존재할 수 있기 때문에, 마스크 조립체(15)의 외측 치수가 펠리클 프레임(17)의 치수의 여하한의 증가에 의해 실질적으로 변화되지 않게 유지하는 것이 바람직할 수 있다. 특히, 컷-어웨이 부분들(25)은 z-방향으로 펠리클 프레임(17)의 크기가 증가되게 한다. 예를 들어, 컷-어웨이 부분들을 포함하지 않는 마스크 조립체는 z-방향으로 약 2 mm의 크기를 갖는 펠리클 프레임(17)을 포함할 수 있으며, 이는 패터닝 디바이스의 정면과 펠리클 사이의 간격과 동일하다. 도 2a 내지 도 2c의 패터닝 디바이스(MA) 내의 컷-어웨이 부분들(25)의 제공은, 패터닝 디바이스(MA)의 정면(FS)과 펠리클(19) 사이의 간격 또는 마스크 조립체(15)의 외측 치수를 변화시키지 않고, z-방향으로 펠리클 프레임(17)의 치수가 약 6 또는 7 mm로 연장되게 할 수 있다.
- [0211] 또 다른 실시예에서, 컷-어웨이 부분들이 사용되지 않는다면, 펠리클 프레임에 대해 더 많은 부피를 얻기 위한 대안적인 방법은 센서들 및 정렬 마커들과 같이 마스크에 존재하는 비-패턴 요소들의 위치를 바깥쪽으로 시프트하는 것이다. 이러한 방식으로, 펠리클은 예를 들어 툴링(tooling)에 의해 방해되지 않아야 하는 126 mm x 152 = 19152 mm<sup>2</sup>의 면적을 점유하도록 배치될 수 있다.
- [0212] 도 2a 내지 도 2c에 도시된 실시예는 컷-어웨이 부분들을 포함하지만, 몇몇 실시예들은 컷-어웨이 부분들(25)을 포함하지 않을 수 있다. 이러한 실시예들에서, z-방향으로의 펠리클 프레임(17)의 크기는 패터닝 디바이스(MA)의 정면(FS)과 펠리클(19) 사이의 간격과 동일할 수 있다. 다시 말해, 펠리클 프레임의 최하부면은 패터닝 디바이스(MA)의 정면(FS)에 놓이거나 이에 인접할 수 있다.
- [0213] [서브-프레임들(27)에 제공된 부착 표면들(32)과의 상호작용에 의해] 마스크 조립체(15)로부터 용이하게 제거가능한 펠리클 프레임(17)의 제공은 z-방향 이외의 방향으로 펠리클의 크기가 증가되게 할 수 있다. 예를 들어, 펠리클 프레임(17)의 치수는 (통상의 마스크 조립체에 대해) 마스크 조립체(15)의 외측 치수를 증가시키지 않고 x 및/또는 y-방향들로 증가될 수 있다.
- [0214] 패터닝 디바이스(MA)를 수반하는 하나 이상의 공정을 수행하기 위해 패터닝 디바이스(MA)의 몇몇 영역들이 접근가능한 것이 바람직할 수 있다. 예를 들어, 패터닝 디바이스는 패터닝 디바이스(MA)의 주어진 지정된 영역(reserved region)들에 대한 접근을 필요로 하는 툴을 이용하여 (예를 들어, 리소그래피 장치의 외부에서) 핸들링될 수 있다. 그러므로, 영구적으로 부착된 펠리클 프레임을 포함하는 패터닝 디바이스(MA)는 패터닝 디바이스의 주어진 지정된 영역들에 대한 접근을 보존하기 위해 펠리클 프레임에 대해 이용가능한 제한된 영역들만을 포함할 수 있다. 펠리클 프레임에 사용될 수 있는 패터닝 디바이스의 영역들에 관한 이러한 억제(restraint)들은, 예를 들어 x 및/또는 y-방향들로 펠리클 프레임의 크기를 제한할 수 있다. 통상의 마스크 조립체들과 대조적으로, 마스크 조립체(15)로부터 용이하게 제거가능한 펠리클 프레임(17)의 제공은, 지정된 영역들에 대한 접근이 패터닝 디바이스(MA)로부터 펠리클 프레임(17)을 제거함으로써 달성될 수 있기 때문에, 펠리클 프레임(17)이 일부 공정(예를 들어, 패터닝 디바이스의 핸들링)에 사용하기 위해 지정된 패터닝 디바이스(MA)의 영역들을 커버하게 할 수 있다. 그러므로, 예를 들어 x 및/또는 y-방향들로 펠리클 프레임(17)의 크기가 증가될 수 있으면서도, 패터닝 디바이스(MA)의 지정된 영역들에 대한 접근을 여전히 제공할 수 있다.
- [0215] (예를 들어, 3 mm 내지 5 mm의 폭을 갖도록) 펠리클 프레임(17)의 치수를 증가시키면, 펠리클 프레임(17)의 강도 및/또는 강성(stiffness)을 증가시킬 수 있다. 유리하게도, 프레임의 강도 및/또는 강성의 증가는 일어날 수 있는 펠리클 프레임(17)의 여하한의 휨 또는 왜곡을 감소시킬 수 있다. 예를 들어, 펠리클(19)이 기계적으로 응력을 받아 펠리클(19)에 장력이 존재하도록 하는 방식으로, 펠리클(19)이 펠리클 프레임(17)에 적용될 수 있다. 펠리클(19)의 장력은 펠리클 프레임(17)의 측면들을 서로 끌어당기는 역할을 할 수 있으며, 이는 패터닝



디바이스(MA) 쪽으로 펠리클(19)의 새김(sagging)을 야기할 수 있다. 펠리클 프레임(17)의 강성의 증가는 펠리클(19)의 장력에 의한 왜곡에 대하여 프레임(17)의 저항을 증가시킨다. 펠리클(19)의 장력에 의한 왜곡에 대하여 프레임(17)의 저항을 증가시키면, [프레임(17)의 왜곡을 야기하지 않고] 더 큰 장력으로 펠리클(19)이 프레임(17)에 적용되게 할 수 있다. 더 큰 장력으로 프레임(17)에 펠리클(19)을 적용하면, 레티클에 걸쳐 압력을 견게 될 때 휨에 대한 펠리클의 저항을 증가시킬 수 있어 유익하다.

[0216] 펠리클 프레임(17)의 강도 및/또는 강성의 증가는 펠리클 프레임(17)의 치수의 증가에 의해 야기될 수 있다. 추가적으로, 펠리클 프레임(17)의 강성은 패터닝 디바이스(MA)의 컷-어웨이 부분들(25)의 측면들 그리고 서브-프레임(27)의 측면들과의 상호작용에 의해 증가될 수 있다. 펠리클 프레임(17)과 접촉하는 컷-어웨이 부분들(25) 및 서브-프레임들(27)의 측면들은 [예를 들어, 펠리클(19)의 장력에 의해 야기되는] 안쪽으로 끌어당기는 힘을 견게 될 때 펠리클 프레임(17)이 지탱하는 표면을 제공한다. 그러므로, 컷-어웨이 부분들(25) 및 서브-프레임들(27)의 측면들과 펠리클 프레임(17) 간의 상호작용은 프레임(17)의 휨 또는 왜곡에 대한 프레임(17)의 저항을 증가시킨다.

[0217] 패터닝 디바이스(MA)의 컷-어웨이 부분들(25)의 추가적인 장점은, 이 부분들이 패터닝 디바이스 상에 펠리클 프레임(17)을 정확히 위치시키는 수단을 제공한다는 점이다. 펠리클 프레임이 접촉될 수 있고 컷-어웨이 부분을 포함하지 않는 알려진 패터닝 디바이스는 패터닝 디바이스에 대해 펠리클 프레임의 위치를 좌우하는(dictate) 여하한 계면을 제공하지 않는다. 그러므로, 펠리클 프레임의 위치가 억제되지 않으며, 펠리클 프레임이 패터닝 디바이스에 접촉된 정확성에 따라 달라진다. 유익하게, 도 2a 내지 도 2c의 패터닝 디바이스(MA)의 컷-어웨이 부분들(25)은 패터닝 디바이스(MA)에 대한 펠리클 프레임(17)의 위치에 관한 억제를 제공함에 따라, 펠리클 프레임(17)이 패터닝 디바이스(MA)에 위치되는 정확성을 증가시킨다.

[0218] 도 4a, 도 4b 및 도 4c는 본 발명의 대안적인 실시예에 따른 마스크 조립체(15')의 개략도이다. 도 4a는 마스크 조립체(15')의 평면도이다. 도 4b는 도 4a에 도시된 라인 A'-A'를 따른 마스크 조립체(15')의 단면도이다. 도 4c는 도 4a에 도시된 라인 B'-B'를 따른 마스크 조립체(15')의 단면도이다. 도 2a 내지 도 2c에 도시된 마스크 조립체(15)의 실시예의 특징부들과 동일하거나 등가인, 도 4a 내지 도 4c에 도시된 마스크 조립체(15')의 실시예의 특징부들은 동일한 참조 부호들로 표시된다. 간명함을 위해, 도 4a 내지 도 4c에 참조되는 동일한 특징부들의 상세한 설명은 이러한 특징부들이 도 2a 내지 도 2c의 설명으로부터 쉽게 이해될 것이기 때문에 제공되지 않는다.

[0219] 도 4a 내지 도 4c에 도시된 마스크 조립체(15')는 x- 및 y-방향들로 패터닝 디바이스(MA)의 전체 크기에 걸쳐 연장되는 펠리클 프레임(17)을 포함한다. 도 2a 내지 도 2c의 마스크 조립체(15)와 대조적으로, 서브-프레임들(27) 및 패터닝 디바이스(MA)의 컷-어웨이 부분들(25)은 [도 2a 내지 도 2c에서와 같이 x-축에 평행하게 연장되는 마스크 조립체(15)의 측면들과 대비적으로] y-축에 대해 평행하게 연장되는 마스크 조립체(15')의 측면들에 제공된다. x-축에 대해 평행하게 연장되는 펠리클 프레임(17)의 측면들은 패터닝 디바이스(MA)의 정면(FS)에 완전히 도달하지 않는다. 그 결과, 패터닝 디바이스(MA)의 정면(FS)과 펠리클 프레임(17) 사이에 갭(G)이 존재한다. 펠리클 프레임(17)은 패터닝 디바이스(MA)에 대해 서스펜드되는 것으로 간주될 수 있다. 도 2a 내지 도 2c를 참조하여 설명된 바와 같이, 패터닝 디바이스(MA)의 정면(FS)과 펠리클 프레임(17) 사이의 갭(G)은 가스가 펠리클(19)과 패터닝 디바이스(MA) 사이의 부피 내로 또한 이로부터 유동하게 하여 펠리클(19)에 걸쳐 압력 균등을 허용한다.

[0220] 도 4a 내지 도 4c의 마스크 조립체(15')에서, x-방향으로의 펠리클 프레임(17)의 크기가 패터닝 디바이스(MA)의 크기와 등가이도록 x-방향으로의 펠리클 프레임(17)의 연장은, 펠리클(17)이, 정렬 마크들(23)이 제공되는 패터닝 디바이스(MA)의 영역들과 오버랩하게 한다. 마스크 조립체(15)의 정렬 시, 정렬 마크들(23)은 정렬 방사선 빔(도시되지 않음)으로 조명될 수 있고, 정렬 마크들(23)로부터의 정렬 방사선 빔의 반사가 측정될 수 있다. 펠리클 프레임(17)이 패터닝 디바이스(MA)에 끼워질(fit) 때 패터닝 디바이스(MA)의 정렬을 허용하기 위해, (도 4b 및 도 4c에 도시된 바와 같이) 펠리클 프레임(17)의 몸체 내에 윈도우가 제공되며, 이를 통해 정렬 방사선 빔 및/또는 반사된 정렬 방사선 빔이 전파될 수 있다. 윈도우(39)는 입자들이 윈도우(39)를 통해 전파되는 것을 방지하도록 투명한 재료로 덮일 수 있다.

[0221] 몇몇 실시예들에서, 방사선이 복수의 정렬 마크들(23)을 향해 및/또는 이로부터 멀어지는 방향으로 전파되게 하기 위해 복수의 윈도우들(39)이 펠리클 프레임(17)에 제공될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 방사선과의 상호작용이 요구되는 정렬 마크 이외의 마크들이 패터닝 디바이스(MA)에 제공될 수 있다. 예를 들어, 패터닝 디바이스를 식별하기 위해 하나 이상의 식별 마크(예를 들어, 하나 이상의 바코드) 또는 정렬 센서들이 패터닝 디바이

스(MA)에 제공될 수 있다. 정렬 마크(23)와 유사하게, 식별 마크는 식별 방사선 빔으로 식별 마크를 조명하고 조명 마크로부터 반사된 식별 방사선 빔을 측정함으로써 판독될 수 있다. 패터닝 디바이스(MA)에 제공된 하나 이상의 식별 마크를 판독하기 위해 하나 이상의 윈도우(39)가 펠리클 프레임(17)에 제공될 수 있다.

[0222] 도 4a와 도 2a의 비교로부터, 도 4a에 도시된 마스크 조립체(15')의 실시예에서 펠리클 프레임(17)이 부착된 서브-프레임들(27)이 도 2a에 도시된 마스크 조립체(15)의 실시예에서보다 패터닝된 영역(21)으로부터 더 떨어져 위치된다는 것을 알 수 있다. 펠리클 프레임(17)이 패터닝 디바이스(MA)에 부착된 지점과 패터닝된 영역(21) 간의 더 큰 간격은 패터닝된 영역(21)에 대한 펠리클 프레임(17) 부착의 여하한의 영향을 감소시킬 수 있어 유익하다. 예를 들어, 접착제(31)로부터의 아웃개싱의 생성물들을 수용하기 위해 노력하여도[예를 들어, 서브-프레임들(27) 내의 후퇴부들(29)에 접착제를 위치시킴], 여전히 아웃개싱으로부터의 생성물들이 방출될 수 있다. 아웃개싱의 생성물들이 방출되는 경우, 방출 지점[예를 들어, 서브-프레임들(27)]과 [도 4a 내지 도 4c에 도시된 구성(arrangement)에 의해 달성되는 바와 같은] 패터닝된 영역(21) 간의 거리의 증가는 패터닝된 영역(21)에 대한 아웃개싱의 생성물들의 영향을 감소시킬 수 있어 유익하다.

[0223] 리소그래피 장치에서 사용 시 마스크 조립체는 방사선(예를 들어, EUV 방사선)에 노출된다. 마스크 조립체가 노출되는 방사선의 일부분은 마스크 조립체의 구성요소들에 의해 흡수될 수 있고, 이는 마스크 조립체의 구성요소들의 가열을 야기할 수 있다. 마스크 조립체의 구성요소들의 가열은 가열된 구성요소들의 팽창을 야기할 수 있다. 특히, 마스크 조립체의 구성요소들이 가열될 수 있고, 상이한 속도로 또한 상이한 양으로 팽창할 수 있으며, 이로 인해 마스크 조립체의 구성요소들이 응력을 받을 수 있다. 예를 들어, 펠리클 프레임(17) 및 패터닝 디바이스(MA)는 상이한 속도로 팽창할 수 있다. 그러므로, 펠리클 프레임(17)이 패터닝 디바이스(MA)에 부착되는 지점들은 특히 패터닝 디바이스(MA) 및/또는 펠리클 프레임(17) 상의 지점들일 수 있으며, 이 지점들은 응력을 겪을 수 있다. 패터닝 디바이스(MA)의 응력은 패터닝 디바이스(MA)의 왜곡을 야기할 수 있다. 패터닝 디바이스(MA)가 패터닝 디바이스(MA)의 패터닝된 영역(21)에 가까운 위치에서 응력을 받아 왜곡되는 경우, 패터닝된 영역(21)에 제공되는 패턴이 왜곡될 수 있다. 패터닝된 영역(21)에 제공되는 패턴의 왜곡은 기관(W)으로 전사되는 패턴의 바람직하지 않은 왜곡을 야기할 수 있다. 그러므로, 응력을 겪게 되는 패터닝 디바이스(MA)의 지점들과 패터닝된 영역(21) 사이의 거리를 증가시켜 패터닝된 영역(21)에 제공되는 패턴의 여하한의 왜곡을 감소시키는 것이 바람직할 수 있다. 그러므로, [도 4a 내지 도 4c에 도시된 마스크 조립체(15')에 의해 달성되는 바와 같이] 펠리클 프레임(17)이 패터닝 디바이스(MA)에 부착되는 지점들과 패터닝된 영역(21) 사이의 거리를 증가시키는 것이 바람직할 수 있다.

[0224] 도 2a 내지 도 2c 그리고 도 4a 내지 도 4c를 참조하여 앞서 설명된 마스크 조립체(15, 15')의 실시예들은 수 개의 상이한 특징부들[예를 들어, 컷-어웨이 부분들(25), 갭(G) 및 서브-프레임들(27)]을 포함한다. 하지만, 본 발명의 몇몇 실시예들은 도 2a 내지 도 2c 그리고 도 4a 내지 도 4c의 실시예들의 모든 특징부들을 포함하지 않을 수 있다. 예를 들어, 몇몇 실시예들은 패터닝 디바이스에 컷-어웨이 부분들(25)을 포함할 수 있지만, 서브-프레임들(27)을 포함하지 않을 수 있다. 이러한 실시예들에서, 펠리클 프레임은 [부착 계면들(32)을 통한 부착과 대비적으로] 패터닝 디바이스(MA)에 펠리클 프레임을 접착함으로써 패터닝 디바이스(MA)에 부착될 수 있다. 다른 실시예들에서, 마스크 조립체는 부착 계면들(32)을 포함하는 서브-프레임들(27)을 포함할 수 있지만, 컷-어웨이 부분들(25)을 포함하지 않을 수 있다. 일반적으로, 설명된 실시예들 중 어느 실시예의 어느 특징부가 별개로 사용될 수 있거나, 설명된 실시예들의 다른 피처들의 어느 것과 조합하여 사용될 수 있다.

[0225] 도 5는 본 발명의 대안적인 실시예에 따른 마스크 조립체(115)의 개략도이다. 마스크 조립체(115)는 펠리클(119)을 지지하는 펠리클 프레임(117) 및 패터닝 디바이스(MA)를 포함한다. 패터닝 디바이스(MA)는 패터닝된 영역(21)을 포함한다. 펠리클 프레임(117)은 3 개의 서브-마운트들(110)을 포함하는 마운트를 통해 패터닝 디바이스(MA)에 부착된다. 서브-마운트들(110)은 펠리클 프레임(117)의 섹션들이 패터닝 디바이스(MA)에 대해 이동하게 하도록 구성된다. 서브-마운트들(110)은 함께 펠리클 프레임(117)에 대한 운동학적 마운트로서 기능할 수 있다. 3 개 이상의 서브-마운트들이 제공될 수 있다.

[0226] 서브-마운트들(110)은 각각, 패터닝 디바이스(MA)에 부착되고 패터닝 디바이스(MA)로부터 연장되는 돌출부(140)(스터드라고도 칭할 수 있음)를 포함할 수 있다. 돌출부(140)는, 예를 들어 패터닝 디바이스(MA)에 접착될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 돌출부(140)는 패터닝 디바이스(MA)의 컷-어웨이 부분(도 5에 도시되지 않음)에 위치될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 돌출부(140)는 패터닝 디바이스(MA)에 부착된 서브-프레임(도 5에 도시되지 않음)에 해제가능하게 고정될 수 있어, 펠리클 프레임(117)이 패터닝 디바이스(MA)에 편리하게 부착되고 패터닝 디바이스(MA)로부터 편리하게 탈착되게 할 수 있다.

- [0227] 돌출부(140)는 브래킷(bracket: 144)들을 통해 펠리클 프레임(117)에 커플링된 리프 스프링(leaf spring: 142)에 부착된다. 브래킷들(144)은 강건할(rigid) 수 있다. 리프 스프링들(142)은 패터닝 디바이스(MA)에 부착된 핀들(140)에 대한 펠리클 프레임(117)의 섹션의 이동을 허용한다. 그러므로, 서브-마운트들(110) 내의 리프 스프링들(142)은 패터닝 디바이스(MA)에 대한 펠리클 프레임(117)의 섹션의 이동을 허용한다.
- [0228] 도 5에 도시된 운동학적 마운트 구성을 통해 패터닝 디바이스(MA)에 대한 펠리클 프레임(117)의 섹션들의 이동의 허용은, 유익하게도, 패터닝 디바이스에 응력을 유도하지 않고 패터닝 디바이스(MA) 및 펠리클 프레임(117)의 독립적인 팽창 및 수축을 허용한다. 예를 들어, 펠리클 프레임(117)이 가열되고 패터닝 디바이스(MA)에 대해 팽창하는 경우, 펠리클 프레임(117)의 팽창은 리프 스프링들(142)의 구부러짐(flexing)을 야기할 수 있다. 그러므로, 패터닝 디바이스(MA)의 팽창은 패터닝 디바이스(MA)에 응력을 유도하는 대신 리프 스프링들(142)에 의해 흡수될 수 있다.
- [0229] 서브-마운트들(110)은 펠리클 프레임(117)의 섹션들이 패터닝 디바이스(MA)에 대해 이동하게 하여, 패터닝 디바이스에 대한 펠리클 프레임(117)의 팽창 및 수축을 허용하지만, 전체적으로 패터닝 디바이스에 대한 펠리클 프레임(117)의 이동을 억제하는 것이 바람직하다. 예를 들어, 각각의 서브-마운트(110)는 그 서브-마운트에서 제한된 수의 자유도로 펠리클 프레임의 이동을 억제하도록 구성될 수 있다(즉, 적어도 한 방향으로의 이동이 그 서브-마운트에서 방지됨). 각각의 서브-마운트(110)에서 펠리클 프레임(117)의 이동을 억제하는 조합은 전체적으로 패터닝 디바이스(MA)에 대한 펠리클 프레임의 이동을 방지하도록 작용할 수 있어, 전체적으로 펠리클(117)이 패터닝 디바이스(MA)에 대해 고정되게 한다. 다시 말해, 서브-마운트들(110)은 펠리클 프레임(117)이 팽창 및 수축하게 하지만, 패터닝 디바이스(MA)에 대해 펠리클 프레임(117)의 두드러진 병진(translation) 또는 회전을 방지하도록 작용한다.
- [0230] 도 5의 실시예가 펠리클 프레임(117)의 섹션들을 패터닝 디바이스(MA)에 대해 이동시키는 리프 스프링들을 포함하지만, 일반적으로는 여하한의 유연한 요소가 사용될 수 있다. 유연한 요소는 탄성 요소일 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 유연한 요소는 펠리클 프레임 그 자체의 일부분일 수 있다. 예를 들어, 펠리클 프레임은 부착 지점에서 마운트에 부착될 수 있다. 부착 지점에 인접한 펠리클 프레임의 일부분들은 프레임과 달리 부착 지점을 포함하는 프레임의 일부분이 유연할 수 있음에 따라, 프레임의 나머지 부분에 대해 부착 지점의 이동을 허용할 수 있다.
- [0231] 도 5의 운동학적 마운트 구성은 펠리클 프레임(117)이 패터닝 디바이스(MA)에 부착되는 지점들을 3 개의 핀들(140)로 감소시킨다. 패터닝 디바이스(MA)에 핀들(140)을 부착하기 위해 접촉제(또한, 접촉물질이라고도 칭해질 수 있음)가 사용되는 실시예들에서, 접촉제는 [예를 들어, 도 2a 내지 도 2c 그리고 도 4a 내지 도 4c의 실시예들에서의 서브-프레임들(27) 각각의 길이와 대비적으로] 3 개의 핀들(140)이 패터닝 디바이스(MA)에 부착된 영역들에만 사용될 것이다. 접촉제가 사용되는 마스크 조립체(115)의 영역들의 감소는 유익하게도 접촉제로부터의 아웃개싱의 영향을 감소시킨다.
- [0232] 도 5의 운동학적 마운트 구성에서, z-방향으로의 펠리클 프레임(117)의 크기는 패터닝 디바이스(MA)의 정면과 펠리클 프레임(117) 사이에 갭을 두도록 되어 있을 수 있다. 갭은 가스가 펠리클(119)과 패터닝 디바이스(MA) 사이의 부피 내로 또한 이로부터 유동하게 하여 펠리클(119)에 걸쳐 압력 균등을 허용한다. 도 5에 도시된 서브-마운트들(110)의 구성은 패터닝 디바이스(MA)에 대해 펠리클 프레임(117)의 이동을 허용하기 위해 패터닝 디바이스(MA) 상에 펠리클 프레임(117)을 장착하는 데 사용될 수 있는 운동학적 마운트 구성의 단지 일 예시이다. 다른 실시예들에서, 패터닝 디바이스(MA) 상에 펠리클 프레임(117)을 장착하기 위해 하나 이상의 서브-마운트의 다른 구성들이 사용될 수 있다. 각각의 서브-마운트는 상이한 위치에서 패터닝 디바이스와 펠리클 프레임 간에 부착을 제공할 수 있다. 각각의 서브-마운트는 그 위치에서 패터닝 디바이스에 대해 펠리클 프레임의 이동을 허용하도록 구성된 유연한 구성요소를 포함할 수 있다.
- [0233] 하나 이상의 서브-마운트들은, 펠리클 프레임(117) 및/또는 패터닝 디바이스(MA)의 열 팽창으로 인해 패터닝 디바이스(MA)에 유도되는 여하한의 응력을 감소시키기 위해 펠리클 프레임(117)의 섹션들이 패터닝 디바이스(MA)에 대해 이동하게 하는 하나 이상의 유연한 요소들[예를 들어, 리프 스프링들(142)]을 포함할 수 있다. 하나 이상의 서브-마운트들은 별개의 자유도로 각각의 서브-마운트(110)에서 패터닝 디바이스(MA)에 대한 펠리클 프레임(117)의 이동을 구속할 수 있다(즉, 적어도 한 방향으로의 이동이 그 서브-마운트에서 방지됨). 복수의 서브-마운트들(110)의 조합은 전체적으로 패터닝 디바이스(MA)에 대한 펠리클 프레임(117)의 두드러진 병진 또는 회전을 방지하기 위해 전체적으로 패터닝 디바이스(MA)에 대한 펠리클 프레임(117)의 이동을 구속하도록 작용할 수 있다. 여하한의 펠리클 프레임 변형이 보상되고 오버레이에 대한 영향이 최소화되도록, 패터닝 디바이스에

펠리클 프레임의 과결정된 연결을 제공하고 이를 프레임 컨플라이언스(즉, 유연성)와 조합하는 것이 유익한 것으로 밝혀졌다. 예를 들어, 펠리클 프레임은 수직 방향(z-축)으로 과결정될 수 있고, x-y 평면에서 1 자유도를 가질 수 있다.

- [0234] 도 6은 본 발명의 대안적인 실시예에 따른 마스크 조립체(215)의 개략도이다. 마스크 조립체(215)는 펠리클(219)을 지지하는 펠리클 프레임(217) 및 패터닝 디바이스(MA)를 포함한다. 패터닝 디바이스(MA)는 패터닝된 영역(21)을 포함한다. 펠리클 프레임(217)은 패터닝된 영역(21)을 둘러싸도록 패터닝된 영역(21) 주위로 연장된다.
- [0235] 펠리클 프레임(217)은 펠리클 프레임(217)의 나머지 부분과 비교할 때 x-방향으로 증가된 크기를 갖는 연장된 부분들(231)을 포함한다. 연장된 부분들(231)은 릿(rib)들이므로 간주될 수 있다. 연장된 부분들(231)을 형성하지 않는 펠리클 프레임(217)의 일부분들은 연장되지 않은 부분들이라고 칭해질 수 있다. 연장된 부분들에서의 펠리클 프레임(217)의 폭(247)이 연장되지 않은 부분들에서의 펠리클(217)의 폭(245)보다 크다.
- [0236] 도 7은 펠리클 프레임(217)의 일부분의 확대 단면도이다. 도 7에 도시된 펠리클 프레임(217)의 일부분은 연장된 부분(231)을 포함한다. 펠리클(219)은 펠리클 프레임(217)에 부착된 펠리클(219)의 영역에 가장자리 부분(220)을 포함한다. 가장자리 부분(220)은 펠리클(219)의 메인 필름에 대해 증가된 두께를 갖는다. 가장자리 부분(220)은 펠리클(219)의 핸들링 시[예를 들어, 펠리클 프레임(217)에 펠리클(219)의 부착 및 펠리클 프레임(217)으로부터 펠리클(219)의 탈착 시] 펠리클(219)을 그리핑하는데 사용될 수 있다.
- [0237] 펠리클(219)의 가장자리 부분(220)의 폭은 펠리클 프레임(217)의 폭(245)에 의해 제한될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 가장자리 부분은 펠리클 프레임(217)의 크기를 넘어 안쪽으로 연장될 수 있다. 하지만, 방사선 빔(B)을 투과하는 펠리클의 일부분들은 가장자리 부분(220)이 아니라 메인 펠리클 필름으로 형성되는 것이 바람직할 수 있다. 그러므로, 가장자리 부분이 펠리클 프레임(217)을 넘어 연장되는 크기는 펠리클(219)이 방사선 빔(B)을 투과하도록 하는 필요성에 의해 제한될 수 있다. 펠리클 프레임(217)의 폭(245)은 패터닝 디바이스(MA)에 대한 공간 요건들에 의해 제한될 수 있다. 예를 들어, 펠리클 프레임(217)으로부터 자유로운 패터닝 디바이스(MA)의 영역들을 남겨 두어 다른 목적을 위해[예를 들어, 정렬 마크들(223) 및/또는 식별 마크들을 위치시키기 위해] 패터닝 디바이스(MA)의 이러한 영역을 이용하는 것이 바람직할 수 있다.
- [0238] 몇몇 실시예에서, 펠리클 프레임의 폭(245)은 약 2 mm 이하로 제한될 수 있다. 이러한 실시예들에서는 펠리클(219)의 가장자리 부분(220)의 폭 또한 약 2 mm 이하로 제한될 수 있다. 몇몇 적용을 위해, (예를 들어, 펠리클의 가장자리 부분을 그리핑함으로써) 펠리클(219)의 핸들링을 가능하게 하기 위해 가장자리 부분(220)의 폭이 2mm보다 큰 것이 바람직할 수 있다. 도 6 및 도 7에 도시된 실시예에서 펠리클 프레임(217)의 연장된 부분들(231)의 제공은 펠리클(219)의 가장자리 부분(220)이 펠리클 프레임(217)의 연장된 부분들(231)과 상응하는 펠리클(219)의 위치들에서 연장되게 한다. 연장된 부분들(231)에서의 펠리클 프레임(217)의 폭(247)은, 예를 들어 5 mm일 수 있다. 그러므로, 연장된 부분들(231)은 펠리클 프레임(219)의 가장자리 부분(220)이 펠리클 프레임(217)의 연장된 부분들(231)과 상응하는 펠리클(219)의 영역들에서 약 5 mm의 폭을 갖게 할 수 있다. 증가된 폭(예를 들어, 약 5 mm의 폭)을 갖는 펠리클(219)의 가장자리 영역(220)의 영역들의 제공은 펠리클의 핸들링 시 편리하게 그리핑될 수 있는 펠리클(219)의 영역들을 제공한다.
- [0239] 펠리클 프레임(217)의 연장된 부분들(231)은 다른 목적들에 요구되지 않는 패터닝 디바이스(MA)의 영역들에 위치될 수 있다. 예를 들어, 연장된 부분들(231)은 정렬 마크들(223) 및/또는 식별 마크들(도 6에 도시되지 않음)을 방해하지 않도록 패터닝 디바이스(MA) 상의 정렬 마크들(223) 및/또는 식별 마크들 주위로 연장될 수 있다. 연장된 부분들(231)에는 윈도우들이 제공될 수 있어, 이들이 정렬 마크들(223) 및/또는 식별 마크들에 걸쳐 연장될 수 있는 한편, 이 마크들이 보이게 유지할 수 있다.
- [0240] 몇몇 실시예들에서, 펠리클 프레임(217)의 연장된 부분들(231)은 추가적인 목적을 위해 사용될 수 있다. 예를 들어, 연장된 부분들(231) 중 하나 이상에 (도 6에 도시된 바와 같은) 하나 이상의 정렬 마크(223)가 제공될 수 있어, 정렬 마크들에 요구되는 패터닝 디바이스(MA)의 공간의 양을 감소시킬 수 있다. 연장된 부분들(231)에 제공되는 정렬 마크들(223)은 패터닝 디바이스(MA) 상의 정렬 마크들(223)과 동일한 타입으로 되어 있을 수 있거나 이와 상이할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 펠리클 프레임(217)의 연장된 부분들(231)에 제공되는 정렬 마크들(223)은 패터닝 디바이스(MA)에 대한 펠리클 프레임(217)의 정렬을 검사하는 데 사용될 수 있다. 정렬 마크들(223)을 갖는 연장된 부분들(231)은 패터닝 디바이스(MA) 및 펠리클 프레임(217)과 펠리클 필름을 정렬하는 데 사용될 수 있다. 또한, 정렬 마크들(223)은 펠리클의 후면[즉, 패터닝 디바이스(MA)를 향하는 표면]에 배치될 수 있다. 따라서, 패터닝 디바이스를 통한 정렬은 예를 들어 패터닝 디바이스에 블랭크 영역(blank area)이

제공되는 경우에 가능할 수 있다. 또한, 이는 패터닝 디바이스(MA) 및 펠리클 프레임(217)과 펠리클을 정렬할 때에도 유용할 수 있다. 이러한 경우, 펠리클과 대조적으로(versus) 프레임과 패터닝 디바이스의 정렬은 후면으로부터 수행될 수 있는 반면, 펠리클의 정렬은 정면으로부터 수행될 수 있다.

- [0241] 마스크 조립체의 다른 실시예들과 관련하여 앞서 설명된 바와 같이, 펠리클(219)과 패터닝 디바이스(MA) 사이의 부피 내로 또한 이로부터 가스가 유동하는 수단을 제공하여 펠리클(219)에 걸쳐 압력 균등을 허용하는 것이 바람직하다. 몇몇 실시예들에서, 가스 유동 수단에는 펠리클 프레임(217)을 통해 연장되는 구멍(예를 들어, 도 3에 도시된 바와 같은 하나 이상의 미로 구멍)들이 제공될 수 있다.
- [0242] 펠리클 프레임(217)에 구멍들의 제공은 구멍들이 제공되는 영역들에서 펠리클 프레임(217)을 구조적으로 약화시킬 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 펠리클 프레임(217)의 연장된 부분들(231)에 펠리클 프레임(217)을 관통하는 하나 이상의 구멍들이 제공될 수 있다. 펠리클 프레임(217)의 연장된 부분들(231)은 펠리클 프레임(217)의 연장되지 않은 부분들과 비교할 때 증가된 폭을 가지며, 따라서 펠리클 프레임(217)은 연장된 부분들(231)에서 기계적으로 더 강할 수 있다. 그러므로, 펠리클 프레임(217)을 관통하는 구멍들을 제공함에 의한 펠리클 프레임(217)의 약화는 펠리클 프레임(217)의 연장된 부분들(231)에 감소된 영향을 주는데, 이는 연장된 부분들(231)이 [펠리클 프레임(217)의 연장되지 않은 부분들에 비해] 증가된 기계적 강도를 갖기 때문이다.
- [0243] 도 8a는 본 발명의 대안적인 실시예에 따른 펠리클 프레임(217')의 일부분의 개략도이다. 펠리클 프레임(217')은 펠리클 프레임(217')의 연장되지 않은 부분의 폭(245')보다 큰 폭(247')을 갖는 연장된 부분들(231')을 포함한다. 도 8a에 도시된 펠리클 프레임(217')은, 펠리클 프레임(217')의 연장된 부분들(231')이 중공의 섹션(261) - 이 주위로 프레임(217')이 연장됨 - 을 포함하는 것을 제외하고, 도 6 및 도 7의 펠리클 프레임(217)과 동일하다. 예시의 용이함을 위해, 도 8a에는 펠리클이 도시되지 않는다.
- [0244] 도 8b는 도 8a의 펠리클 프레임(217')에 끼워지기에 적합한 펠리클(219')의 일부분의 개략도이다. 펠리클(219')은 가장자리 부분(220')을 포함한다. 가장자리 부분(220')의 폭은 펠리클 프레임(217')의 연장된 부분(231')과 상응하는 영역에서 증가된다. 증가된 폭을 갖는 가장자리 부분(220')의 영역은 다공들이 펠리클(219')에 형성된 영역(263)을 포함한다. 다공들은, 예를 들어 에어로겔(aerogel)과 같이 다공들이 무작위로 분포된 다공성 재료를 포함함으로써, 또는 평행한 행의 형태와 같이 주어진 방향으로 분포된 다공들을 제공함으로써 제공될 수 있다. 다공들은 펠리클(219')을 통해 가스가 유동하게 하도록 구성된다. 펠리클(219')이 펠리클 프레임(217')에 끼워질 때, 다공들을 포함하는 영역(263)이 펠리클 프레임(217')의 중공 섹션(261)과 정렬됨에 따라, 다공들을 통해 펠리클 프레임(219')과 패터닝 디바이스(MA) 사이의 부피 내로 또한 이로부터 가스가 유동할 수 있다. 그러므로, 다공들을 포함하는 펠리클(219')의 영역(263)은 펠리클(219')에 걸쳐 압력 균등을 가능하게 한다.
- [0245] 펠리클(219') 내에 다공들을 제공함에 의하여, 펠리클(219') 내의 다공들을 통해 펠리클(219')과 패터닝 디바이스(MA) 사이의 공간 내로 또한 이로부터 가스가 유동할 수 있기 때문에 펠리클 프레임(217') 내의 홀들 및/또는 필터들의 수가 감소 또는 제거될 수 있다. 펠리클 프레임(217') 내의 홀들 및/또는 필터들의 수의 감소 또는 제거는 펠리클 프레임(217')의 강도를 증가시킬 수 있어 유익하다.
- [0246] 펠리클 프레임을 통하여 패터닝 디바이스(MA) 위의 제 위치에 펠리클이 위치되는 마스크 조립체의 다양한 실시예들이 앞서 설명되었다. 사용 시, 전하가 펠리클에 축적될 수 있다. 예를 들어, EUV 방사선에 대한 펠리클의 노출은 펠리클에 전하가 축적되게 할 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 패터닝 디바이스(MA)의 정전기 클램핑으로 인해 펠리클에 전하가 축적될 수 있다. 패터닝 디바이스(MA)의 정전기 클램핑은 패터닝 디바이스(MA)가 하전되게 하여, 패터닝 디바이스(MA) 및 펠리클이 캐패시터로서 작용하고 패터닝 디바이스(MA)와 펠리클 사이에 전위차가 존재하게 함에 따라, 펠리클에 전하가 축적되게 할 수 있다. 리소그래 장치(LA)의 또 다른 구성요소와 펠리클 사이에서 발생하는 방전을 회피하기 위해 펠리클로부터 전하를 소산(dissipate)시키는 수단을 제공하는 것이 바람직할 수 있다. 펠리클로부터 전하를 소산시키기 위해, 펠리클과 패터닝 디바이스 사이에 전기 전도성 경로가 제공될 수 있다.
- [0247] 도 9는 펠리클과 패터닝 디바이스(MA) 사이에 전기 전도성 경로가 제공되는 마스크 조립체(315)의 일부분의 개략도이다. 마스크 조립체(315)는 접촉제(331)(또한, 접촉물질이라고도 칭해질 수 있음)로 패터닝 디바이스(MA)에 고정된 펠리클 프레임(317)을 포함한다. 또한, 본 명세서에서 다른 형태의 부착이 구상된다. 가장자리 부분(320)을 포함하는 펠리클(319)이 접촉제(331)로 펠리클 프레임(317)에 고정된다. 몇몇 접촉제들은 전기 전도성일 수 있으며, 따라서 펠리클(319)과 펠리클 프레임(317) 사이에 그리고 펠리클 프레임(317)과 패터닝 디바이스(MA) 사이에 전도성 경로를 제공할 수 있다. 하지만, 몇몇 접촉제들은 전기 전도성이 아니며, 따라서 마스

크 조립체(315)의 구성요소들 사이에 전도성 경로를 제공하지 않는다. 마스크 조립체(315)의 구성요소들 사이에 전도성 경로를 제공하기 위해, 펠리클(319)과 펠리클 프레임(317) 사이에 그리고 펠리클 프레임(317)과 패터닝 디바이스(MA) 사이에 전기 전도성 재료(332)가 위치된다. 전기 전도성 재료(332)는, 예를 들어 땀납 재료(solder material)일 수 있다. 전기 전도성 재료(332)의 제공은 범프 결합(bump bond)이라고도 칭해질 수 있으며, 반도체 디바이스들 사이에 제공되는 범프 결합과 유사할 수 있다.

[0248] 펠리클 프레임(317)이 전기 전도성일 수 있다. 예를 들어, 펠리클 프레임(317)은 전도성 금속으로 형성될 수 있다. 그러므로, 펠리클(319)과 펠리클 프레임(317) 사이에 그리고 펠리클 프레임(317)과 패터닝 디바이스(MA) 사이에 전기 전도성 재료(332)의 제공은 [펠리클 프레임(317)을 통해] 펠리클(319)과 패터닝 디바이스(MA) 사이에 전도성 경로를 제공하게 할 수 있다. 그러므로, 전도성 경로를 통해 펠리클 상에 축적될 수 있는 전하가 소산될 수 있다.

[0249] 마스크 조립체의 구성요소들을 함께 고정하기 위해 접착제(또한, 접착물질이라고도 칭해질 수 있음)가 사용되는 마스크 조립체의 다양한 실시예들이 설명되었다. 하지만, 앞서 설명된 바와 같이, 마스크 조립체에 접착제의 사용은 마스크 조립체가 위치한 환경을 오염시킬 수 있는 접착제로부터의 아웃개싱을 유도할 수 있다. 마스크 조립체에 접착제의 사용을 회피하기 위해, 몇몇 실시예들에서는 (접착제와 대비적으로) 광학 접촉 결합을 이용하여 마스크 조립체의 구성요소들이 함께 고정될 수 있다. 광학 접촉 결합은 2 개의 표면들이 서로 밀착되는 (closely conformed to each other) 경우에 발생하여, 표면들이 서로 합쳐질 때 표면들 사이에 분자간의 힘(예를 들어, 반데르발스 힘)이 표면들을 서로 충분히 고정시키게 된다.

[0250] 광학 접촉 결합은, 예를 들어 패터닝 디바이스(MA)에 펠리클 프레임을 고정하는 데 사용될 수 있다. 패터닝 디바이스(MA)에 펠리클 프레임을 고정하기 위해, 펠리클 프레임의 표면과 패터닝 디바이스의 영역이 광학 접촉 결합을 가능하게 하도록 충분히 매끄러워야 할 필요가 있을 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 광학 접촉 결합을 가능하게 하도록 충분히 매끄럽게 하기 위해 패터닝 디바이스(MA)의 영역이 처리될 수 있다. 다른 실시예들에서, 패터닝 디바이스의 영역 상으로 필름이 증착되어 필름과 펠리클 프레임 사이에 광학 접촉 결합을 가능하게 할 수 있다. 필름은, 예를 들어 리소그래피 공정을 이용하여 패터닝 디바이스 상으로 패터닝될 수 있다.

[0251] 펠리클 프레임은 (예를 들어, 펠리클을 교체하기 위해) 요구되는 경우 패터닝 디바이스로부터 펠리클 프레임의 편리한 제거를 가능하게 하는 방식으로 광학 접촉 결합을 이용하여 패터닝 디바이스에 고정될 수 있다. 마스크 조립체에 광학 접촉 결합의 사용은 마스크 조립체에 접착제를 사용할 필요성을 감소시킴에 따라 접착제로부터의 아웃개싱의 효과들을 회피하므로 유익하다. 몇몇 실시예들에서, 마스크 조립체의 몇몇 구성요소들은 광학 접촉 결합을 이용하여 함께 고정될 수 있고, 몇몇 구성요소들은 접착제로 함께 고정될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 마스크 조립체의 하나 이상의 구성요소가 기계적 계면[예를 들어, 도 2b에 도시된 부착 계면들(32)]을 이용하여 함께 고정될 수 있다.

[0252] 몇몇 실시예들에서, 펠리클 프레임은 다른 형태의 결합을 이용하여 패터닝 디바이스에 부착될 수 있다. 예를 들어, 패터닝 디바이스에 펠리클 프레임을 부착하기 위해 양극 결합(anodic bonding) 또는 수산기 결합(hydroxyl bonding)이 사용될 수 있다.

[0253] 광학 또는 다른 형태의 결합 및 접촉은 때때로 분자적으로 매끄럽고(molecularly smooth) 짝을 이루는 평탄한 표면(flat mating surface)들을 필요로 할 수 있다. 본 명세서의 일 실시예에서는, 마스크에 결합될 제거가능한 돌출부(스터드)의 기저부에 또는 프레임의 표면에 중합체 필름을 공유 결합하는 것이 제안된다. 여기서 공유 결합이라는 것은 가역 결합(irreversible bonding)을 의미하며, 이에 의하여 [예를 들어, 연마(abrasion) 또는 회화(ashing)가 사용되지 않는다면] 중합체 필름이 정상 조건들 하에서 돌출부의 기저부에 고정된 상태로 유지되도록 보장한다. 중합체 필름의 두께는 바람직하게는 1 미크론 미만, 더 바람직하게는 100 nm 미만이다. 일 실시예에서, 돌출부와 마스크 사이에 결합을 달성하기 위해 돌출부(스터드)의 중합체 필름 코팅 표면 또는 펠리클 프레임 표면이 청정 조건들 하에서 깨끗한 마스크 상으로 가압될 수 있다.

[0254] 짝을 이루는 표면들이 매끄럽고 평탄하며 깨끗하기 때문에, 중합체 필름은 마스크 표면과 반데르발스 접촉하도록 변형되며, 예를 들어 대략 10 MPa의 결합 강도를 제공할 수 있다. 중합체 필름이 비교적 얇기 때문에, 이는 유기 아웃개싱 물질(organic outgassing material)들이 없을 수 있으며, 기계적으로 강성이고 습기에 대하여 안정할 수 있다. 중합체 필름이 진공에 노출되지 않거나 결합 표면의 에지에서 매우 소량만 노출될 것이기 때문에, 주변 환경에서 반응 중에 대한 중합체 필름의 노출이 최소화된다. 중합체 필름 결합의 장점은, 제거가능한 요소의 표면(예를 들어, 펠리클 프레임 표면 또는 돌출부의 기저부)에 공유적으로(즉, 가역적으로) 결합되고 반데르발스 힘을 통해(즉, 가역적으로) 마스크에 결합된 중합체 필름으로 인해 제거가능한 요소가 마스크로부터

깨끗하게 벗겨질 수 있다는 점이다.

- [0255] 예를 들어, 유리에 공유 결합을 생성하기 위해 유리 스테드(또는 그 기저면)가 트리메톡시 실란 2차 아민으로 처리될 수 있으며, 이후 2차 아민은 비스페놀 A 디글리시딜 에테르와의 반응을 개시하는 데 사용될 수 있다.
- [0256] 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 마스크 조립체(415)의 개략도이다. 마스크 조립체(415)는 펠리클(419) 및 펠리클 프레임(417)을 포함하는 펠리클 조립체(416)를 포함한다. 펠리클 프레임(417)은 패터닝 디바이스(MA)에 부착하기에 적합하며, 도 10에서 접착제(431)(또한, 접착물질이라고도 칭해질 수 있음)로 패터닝 디바이스(MA)에 부착되는 것으로 도시되어 있다. 펠리클 프레임(417)은 패턴이 형성되는 패터닝 디바이스(MA)의 정면(FS)에 부착된다.
- [0257] 펠리클(419)은 펠리클 프레임(417)에 의해 지지된다. 도 10에 도시된 실시예에서, 펠리클(419)은 접착제(431)로 펠리클 프레임(417)에 부착된다. 다른 실시예들에서, 펠리클(419)은 다른 수단에 의해(예를 들어, 광학 접촉 결합에 의해) 펠리클 프레임(417)에 부착될 수 있다. 펠리클(419)은 얇은 필름 부분(421) 및 가장자리 부분(420)을 포함한다. 얇은 필름 부분(421)은 펠리클 프레임(417)에 걸쳐 연장되고, 평면(441)을 정의한다[즉, 얇은 얇은 필름 부분(421)이 평면(441)에 놓임]. 가장자리 부분(420)은 [도 10에 도시된 예에서 접착제(431)로] 펠리클 프레임(417)에 부착되며, 얇은 필름 부분(421)의 두께보다 두껍다. 도 10에서 알 수 있듯이, 가장자리 부분(420)은 얇은 필름 부분(421)에 의해 정의되는 평면(441)으로부터 그리고 펠리클 프레임(417)으로부터 멀어지는 방향으로 연장된다. 따라서, 예를 들어 가장자리 부분이 펠리클에 의해 정의되는 평면으로부터 펠리클 프레임을 향해 연장되는 도 2b, 도 4b 및 도 9에 도시된 실시예들과 비교할 때, 도 10에 도시된 펠리클(419)은 펠리클 프레임(417)에 대해 뒤집혀 있다.
- [0258] 가장자리 부분이 얇은 필름 부분(421)에 의해 정의되는 평면(441)으로부터 그리고 펠리클 프레임(417)으로부터 멀어지는 방향으로 연장되도록 펠리클(419)을 배치하면, 펠리클(419)의 얇은 필름 부분(421)과 패터닝 디바이스(MA)의 정면(FS) 사이의 간격(445)을 변화시키지 않고, z-방향으로의 펠리클 프레임(417)의 크기가 증가될 수 있다. 펠리클(419)의 얇은 필름 부분(421)과 패터닝 디바이스의 정면(FS) 사이에 주어진 간격(445)이 존재하도록 펠리클(419)을 배치하는 것이 바람직할 수 있다. 얇은 필름 부분(421)과 패터닝 디바이스(MA)의 정면(FS) 사이의 주어진 간격(445)은 산업 표준(industry standard)과 상응할 수 있고, 및/또는 원하는 광학 특성들을 제공할 수 있다. 예를 들어, 패터닝 디바이스(MA)의 정면(FS)과 얇은 필름 부분(421) 사이의 간격(445)이 약 2 mm, 2.5 mm 이하, 또는 심지어 3 mm 이하(예를 들어, 2 mm 내지 3 mm)이도록 펠리클(419)을 배치하는 것이 바람직할 수 있다.
- [0259] (예를 들어, 도 2b, 도 4b 및 도 9에 도시된 바와 같이) 가장자리 부분이 펠리클의 얇은 필름 부분에 의해 정의되는 평면으로부터 그리고 펠리클 프레임을 향해 연장되는 실시예들에서, z-방향으로의 펠리클 프레임의 크기 및 z-방향으로의 가장자리 부분의 두께는 둘 다 펠리클의 얇은 필름 부분과 패터닝 디바이스(MA)의 정면(FS) 사이가 된다. 그러므로, z-방향으로의 펠리클 프레임의 크기는 이러한 실시예들에서 펠리클의 가장자리 부분의 두께에 의해 제한된다. 도 2b, 도 4b 및 도 9에 도시된 구성들과 대조적으로, 가장자리 부분(420)이 펠리클(419)의 얇은 필름 부분(421)에 의해 정의되는 평면(441)으로부터 그리고 펠리클 프레임(417)으로부터 멀어지는 방향으로 연장되는 도 10에 도시된 실시예에서는, 패터닝 디바이스(MA)의 정면(FS)과 펠리클(419)의 얇은 필름 부분(421) 사이의 간격(445)의 z-방향으로의 거의 전체 크기가 펠리클 프레임(417)에 이용가능하다. 그러므로, z-방향으로의 펠리클 프레임(417)의 크기가 증가될 수 있다.
- [0260] 본 발명의 다른 실시예들을 참조하여 앞서 설명된 바와 같이, z-방향으로의 펠리클 프레임(417)의 크기의 증가는 [예를 들어, 펠리클 프레임(417)에 제공된 하나 이상의 필터 및/또는 구멍을 통해] 펠리클(419)과 패터닝 디바이스(MA) 사이의 부피 내로 또한 이로부터 가스가 유동하는 수단을 제공하는 데 이용가능한 공간을 증가시켜 펠리클(419)에 걸쳐 압력 균등을 허용함에 따라 유익하다. 추가적으로, z-방향으로의 펠리클 프레임(417)의 크기의 증가는, 펠리클이 펠리클 프레임(419)에 부착될 때, 펠리클 프레임(417)의 강도의 증가로 인해 펠리클(419)의 장력이 증가되게 할 수 있다.
- [0261] 도 10에 도시된 구성에서, 가장자리 부분(420)의 전체 두께는 평면(441)으로부터 또한 펠리클 프레임(417)으로부터 멀어지는 방향으로 연장된다. 이 구성의 결과는, 가장자리 부분(420)이 펠리클 프레임(417)에 부착되는 가장자리 부분(420)의 제 1 표면(447)이, 펠리클(419)의 얇은 필름 부분(421)에 의해 정의되는 평면(441)과 실질적으로 공면이 되게 한다. 가장자리 부분(420)의 제 1 표면(447)이 펠리클(419)의 얇은 필름 부분(421)에 의해 정의되는 평면(441)과 실질적으로 공면인 실시예들에서, 펠리클(419)의 얇은 필름 부분(421)과 패터닝 디바이스(MA)의 정면(FS) 사이의 간격(445)은 펠리클 프레임(417)의 z-방향으로의 크기에 따라 크게 달라지며, 가장

자리 부분(420)의 z-방향으로의 두께에 의존하지 않는다. 이는, 이것이 더 이상 가장자리 부분(420)의 두께에 의존하지 않기 때문에, z-방향으로의 펠리클(419)의 얇은 필름 부분(421)의 위치가 제어될 수 있는 정확성을 증가시킬 수 있어 유익하다.

[0262] 또한, 다른 실시예들에서, 평면(441)으로부터 또한 펠리클 프레임(417)으로부터 멀어지는 방향으로 연장되는 가장자리 부분(420)의 일부분에 추가하여, 가장자리 부분(420)은 평면(441)으로부터 또한 펠리클 프레임(417)을 향해 연장되는 약간의 두께를 포함할 수 있다. 이러한 실시예들에서는, 가장자리 부분(420)의 제 1 표면(447)이 펠리클(419)의 필름 부분(421)에 의해 정의되는 평면(441)과 공면이 아닐 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 평면(441)으로부터 또한 펠리클 프레임(417)으로부터 멀어지는 방향으로 연장되는 가장자리 부분(420)의 두께가 평면(441)으로부터 또한 펠리클 프레임(417)을 향해 연장되는 가장자리 부분(420)의 두께보다 두꺼울 수 있다.

[0263] 상기에는 펠리클의 얇은 필름 부분(421)이 평면(441)을 정의하는 것으로 설명되지만, 실제로는 얇은 필름 부분(421)이 z-방향으로 약간의 크기를 가짐에 따라 얇은 필름 부분(421)이 단일 평면에 놓이지 않음을 이해할 것이다. 일반적으로, 얇은 필름 부분(421)에 의해 정의되는 평면은 패터닝 디바이스(MA)의 정면(FS)에 가장 가까운 얇은 필름 부분(421)의 표면이 놓인 평면인 것으로 간주될 수 있다.

[0264] 이상, 펠리클 프레임에 펠리클을 부착하기 위해 접착제가 사용되고 및/또는 패터닝 디바이스(MA)에 펠리클 프레임을 부착하기 위해 접착제가 사용되는 다양한 실시예들이 설명되었다. 앞서 설명된 바와 같이, 접착제로부터 아웃개싱에 의해 가스가 방출될 수 있다. 접착제로부터의 아웃개싱의 생성물들은 패터닝 디바이스(MA)를 오염시킬 수 있고, 특히 패터닝 디바이스의 패터닝된 영역을 오염시킬 수 있어 유익하지 않다. 패터닝 디바이스(MA)의 패터닝된 영역의 오염은 방사선 빔(B)으로 전사되는 패턴 및 이에 따라 방사선 빔(B)에 의해 기판(W)으로 전사되는 패턴에 부정적인 영향을 줄 수 있다. 그러므로, 접착제로부터의 아웃개싱의 생성물들로 인한 패터닝 디바이스(MA)의 여하한의 오염을 감소시키는 것이 바람직하다.

[0265] 도 11은 접착제로부터의 아웃개싱의 생성물들로 인한 패터닝 디바이스(MA)의 여하한의 오염을 감소시키도록 구성된 특정부들을 포함하는 마스크 조립체(515)의 일부분의 개략도이다. 마스크 조립체(515)는 패터닝 디바이스(MA), 펠리클 프레임(517) 및 펠리클(519)을 포함한다. 도 11에 도시된 실시예들에서, 펠리클(519)은 펠리클(519)의 나머지 부분에 대해 증가된 두께를 갖는 가장자리 부분(520)을 포함한다. 하지만, 다른 실시예들에서 펠리클(519)은 가장자리 부분을 포함하지 않을 수 있거나, 도 11에 도시된 가장자리 부분(520)과 상이하게 배치된 가장자리 부분(520)을 포함할 수 있다[예를 들어, 가장자리 부분은 도 10에 도시된 가장자리 부분(420)에 유사하게 배치될 수 있다].

[0266] 펠리클(519)은 접착제(531)(또한, 접착물질이라고도 칭해질 수 있음)로 펠리클 프레임(517)에 부착되고, 펠리클 프레임(517)은 접착제(531)로 패터닝 디바이스(MA)에 부착된다. 펠리클 프레임(517)은 펠리클 프레임(517)에 펠리클(519)[이 경우 펠리클의 가장자리 부분(520)]을 부착하기 위해 접착제(531)를 수용하도록 구성된 제 1 후퇴부(529)를 포함한다. 제 1 후퇴부(529)는 펠리클 프레임(517)에 펠리클(519)의 부착이 제 1 후퇴부(529)와 펠리클(519)에 의해 에워싸인 부피 내에 접착제(531)가 수용되게 하도록 구성된다. 도 11에 도시된 바와 같이 폐쇄된 부피 내에 접착제(531)를 에워싸면, 폐쇄된 부피 내에 접착제(531)로부터의 아웃개싱의 생성물들을 수용하게 되어 접착제(531)로부터의 아웃개싱의 생성물들로부터 패터닝 디바이스(MA)의 여하한의 오염을 감소시키므로 유익하다. 또 다른 실시예에서, 후퇴부는 아웃개싱을 허용하기 위해 여하한의 아웃개싱 물질이 패터닝 디바이스(MA)의 패터닝된 영역으로부터 멀어지는 방향으로 지향되도록[예를 들어, 펠리클 프레임(517)으로부터 바깥쪽으로 지향되도록] 배치된 개구부를 이용하여 부분적으로 개방될 수 있다.

[0267] 또한, 펠리클 프레임(517)은 패터닝 디바이스(MA)에 펠리클 프레임(517)을 부착하기 위해 접착제(531)를 수용하도록 구성된 제 2 후퇴부(528)를 포함한다. 제 1 후퇴부(529)와 유사하게, 제 2 후퇴부(528)는 패터닝 디바이스(MA)에 펠리클 프레임(517)의 부착이 제 2 후퇴부(528)와 패터닝 디바이스(MA)에 의해 에워싸인 부피 내에 접착제(531)가 수용되게 하도록 구성된다. 그러므로, 접착제(531)로부터의 아웃개싱의 생성물들이 폐쇄된 부피 내에 수용되어 접착제(531)로부터의 아웃개싱의 생성물들로부터 패터닝 디바이스(MA)의 여하한의 오염을 감소시키므로 유익하다.

[0268] 도 11에 도시된 제 1 및 제 2 후퇴부들이 폐쇄된 부피 내에 접착제를 수용하지만, 다른 실시예들에서는 접착제로부터의 아웃개싱의 생성물들이 펠리클 프레임의 외부로 방출되도록 제 1 및/또는 제 2 후퇴부들이 펠리클 프레임의 외부로 개방될 수 있다. 제 1 및/또는 제 2 후퇴부들은, 접착제로부터의 아웃개싱의 생성물들이 패터닝 디바이스(MA)의 패터닝된 영역에 도달하는 것을 방지하여 패터닝 디바이스(MA)의 패터닝된 영역의 여하한의 오염을 감소시키기 위해 접착제가 패터닝 디바이스(MA)의 패터닝된 영역으로부터 시일링되도록 구성될 수 있다.



- [0269] 도 11에 도시된 펠리클 프레임(517)의 실시예는 펠리클 프레임(517)에 펠리클(519)을 부착하기 위해 접착제(531)를 수용하도록 구성된 제 1 후퇴부(529), 및 패터닝 디바이스(MA)에 펠리클 프레임(517)을 부착하기 위해 접착제(531)를 수용하도록 구성된 제 2 후퇴부(528)를 포함한다. 하지만, 다른 실시예들에서는 펠리클 프레임(517)이 단일 후퇴부만을 포함할 수 있다. 일반적으로, 펠리클 프레임(517)은 펠리클 프레임(517)에 펠리클(519) 또는 패터닝 디바이스(MA)를 부착하기 위해 접착제(531)를 수용하도록 구성된 후퇴부를 포함할 수 있다. 후퇴부는 펠리클 프레임(517)에 펠리클(519) 또는 패터닝 디바이스(MA)를 부착함으로써 인해 접착제(531)가 패터닝 디바이스(MA)의 패터닝된 영역으로부터 시일링되게 하도록 구성된다. 예를 들어, 접착제(531)는 후퇴부 그리고 펠리클(519) 또는 패터닝 디바이스(MA)에 의해 에워싸인 부피 내로 수용될 수 있다.
- [0270] 몇몇 실시예들에서, 펠리클 프레임(517)은 복수의 후퇴부들을 포함할 수 있다. 복수의 후퇴부들 중 적어도 하나는 펠리클 프레임(517)에 펠리클(519)을 부착하기 위해 접착제를 수용하도록 구성될 수 있고, 복수의 후퇴부들 중 적어도 하나는 펠리클 프레임(517)에 패터닝 디바이스(MA)를 부착하기 위해 접착제를 수용하도록 구성될 수 있다.
- [0271] 이상, 펠리클 프레임의 특정 실시예들을 참조하여 하나 이상의 후퇴부들을 포함하는 펠리클 프레임이 설명되었지만, 유익하게도 하나 이상의 후퇴부들은 본 명세서 전반에 걸쳐 설명된 실시예들과 같이 펠리클 프레임의 다른 실시예들에 포함될 수 있다.
- [0272] 본 발명의 또 다른 대안적인 실시예에 따른 마스크 조립체가 도 12 내지 도 14에 예시된다. 이 실시예에서 펠리클 프레임 및 펠리클이 패터닝 디바이스(예를 들어, 마스크)에 대해 서스펜드된다. 펠리클 프레임은 패터닝 디바이스와 해제가능하게 맞물릴 수 있다. 해제가능한 맞물림은 복수의 서브-마운트들(예를 들어, 2 개, 3 개, 또는 4 개 이상의 서브-마운트들)을 포함하는 마운트에 의해 제공되고, 펠리클 프레임(및 펠리클)이 쉽고 편리한 방식으로 패터닝 디바이스로부터 제거되게 한다. 패터닝 디바이스로부터 펠리클 프레임 및 펠리클의 제거는 깨끗할 수 있다, 즉 오염 입자들을 실질적으로 발생시키지 않을 수 있다. 그 후, 펠리클 프레임 및 펠리클은 패터닝 디바이스에 용이하게 재부착될 수 있거나, 새로운 펠리클 프레임 및 펠리클로 교체될 수 있다.
- [0273] 먼저 도 12를 참조하면, 펠리클(619)이 펠리클 프레임(617)에 부착된다. 펠리클(619)은, 예를 들어 펠리클 프레임(617)에 접착될 수 있다. 펠리클 프레임(617)에는 4 개의 맞물림 기구들(650A 내지 650D)이 제공되며, 각각은 (도 13 및 도 14와 연계하여 아래에 설명되는 바와 같이) 패터닝 디바이스로부터 연장되는 돌출부(예를 들어, 이는 스테드라고도 칭해질 수 있음)를 수용하도록 구성된다. 2 개의 맞물림 기구들(650A 및 650B)이 펠리클 프레임(617)의 일 측면에 제공되고, 2 개의 맞물림 기구들(650C 및 650D)이 펠리클 프레임의 반대쪽 측면에 제공되어 있지만, 4 개의 프레임 측면들의 각각에 맞물림 기구가 제공되는 것 등과 같이 다른 부착 조합들 또한 가능할 수 있다. 맞물림 기구들은 리소그래피 장치에서 사용 시 스캐닝 방향(도 12에서 종래의 표기에 따라 y-방향으로 표시됨)으로 방위잡히는 펠리클 프레임(617)의 측면들에 제공된다. 하지만, 맞물림 기구들은 리소그래피 장치에서 사용 시 스캐닝 방향에 수직으로(도 12에서 종래의 표기에 따라 x-방향으로 표시됨)으로 방위잡히는 펠리클 프레임(617)의 측면들에도 제공될 수 있다.
- [0274] 돌출부들은 패터닝 디바이스의 정면에 위치될 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 돌출부들은 패터닝 디바이스의 측면들에 위치될 수 있다. 돌출부들은 패터닝 디바이스의 측면들로부터 위쪽으로 연장될 수 있다. 이러한 구성에서, 돌출부들은 각각 패터닝 디바이스의 측면에 단단한 결합을 촉진시키기 위해 평탄화된 측면(flattened lateral surface)을 가질 수 있다.
- [0275] 도 13은 패터닝 디바이스(MA)로부터 돌기되는 돌출부(651)를 갖는 하나의 맞물림 기구(650B)의 맞물림을 도시한다. 도 13a는 사시 단면도이고, 도 13b는 일 측면으로부터의 단면도이다. 스테드라고도 칭해질 수 있는 돌출부(651)는, 예를 들어 패터닝 디바이스(MA)에 접착될 수 있거나, 다른 결합 수단(광학 접촉, 자기 또는 반데르발스 힘 등)에 의해 부착될 수 있다. 맞물림 기구(650B) 및 돌출부(651)는 함께 서브-마운트(610)를 형성한다. 돌출부(651)는 기저부(657)로부터 연장되는 샤프트(655)에 위치한 먼 쪽 헤드(653)를 포함한다. 기저부(657)는, 예를 들어 접착제에 의해 또는 기저부(657)에 공유 결합된 중합체 필름을 통해 패터닝 디바이스(MA)에 고정될 수 있고, 반데르발스 힘을 통해 패터닝 디바이스(MA)에 부착될 수 있다. 중합체 필름을 통한 결합이 사용되는 경우, 돌출부(651)는 요구된다면(예를 들어, 돌출부 없이 패터닝 디바이스를 세정하기 위해) 패터닝 디바이스(MA)로부터 벗겨질 수 있다. 예시된 샤프트(655) 및 먼 쪽 헤드(653)가 원통형이지만, 이들은 여하한의 적합한 단면 형상을 가질 수 있다.
- [0276] 맞물림 기구(650B)는 펠리클 프레임(617)에 제공된 개구부(예를 들어, 원형의 구멍)에 수용되는 (일반적으로 원형의) 외측 벽(660)을 갖는다. 도면에서는 외측 벽(660) 및 개구부가 원형인 것으로 도시되어 있지만, 다른 형

상들도 가능하다. 외측 벽은 맞물림 기구(650B)의 다른 구성요소들이 제공되는 공간을 정의한다. 외측 벽(660)을 수용하는 원형 구멍은 프레임의 외측 에지로부터 돌기되는 탭(tab: 620)[탭(620)은 도 12에 가장 명확하게 나타나 있음]에 제공된다. 맞물림 기구(650B)는 다른 구성들에서 여하한 적합한 형상을 갖는 외측 벽을 가질 수 있으며, 외측 벽을 수용하기 위해 펠리클 프레임(617)에 대응되는 형상의 구멍이 제공된다. 맞물림 기구(650B)는 접착제 또는 여하한 다른 종류의 결합을 이용하여 펠리클 프레임(617)에 고정될 수 있다.

[0277] 한 쌍의 아암들(662)이 외측 벽(660)으로부터 연장된다. 아암들(662) - 도 13에는 하나의 아암만이 도시됨 - 은 외측 벽(660)에 의해 정의되는 공간에 걸쳐 연장되지만, 외측 벽의 반대쪽 측면에 연결되지 않는다. 아암들(662)은, 예를 들어 탄성 재료로 만들어질 수 있으며, 따라서 탄성 아암들(662)을 형성한다. 연결 부재(663)가 아암들(662)의 먼 쪽 단부들 사이로 연장된다. 아암들(662) 및 연결 부재(663)는 함께 일반적으로 U-형의 지지체를 형성한다. 예시된 맞물림 기구(650B)의 아암들(662)은 y-방향으로 연장된다. 하지만, 아암들은 여타의 방향으로 연장될 수 있다. 일반적으로 U-형의 지지체의 먼 쪽 단부에 록킹 부재(670)가 연결된다. 록킹 부재(670)는 돌출부(651)와 맞물리며, 이에 의해 패터닝 디바이스(MA)에 펠리클 프레임(617)을 고정시킨다. 록킹 부재(670)는 아래에서 도 14를 참조하여 더 자세히 설명하기로 한다. 아암들(662)은 탄성 부재들의 예시이다. 다른 탄성 부재들이 사용될 수 있다.

[0278] 캡(666)이 일반적으로 U-형의 지지체의 먼 쪽 단부에 제공되고, (13에 도시된 바와 같이) 돌출부(651)의 먼 쪽 헤드(653) 위에 적어도 어느 정도 연장되도록 구성된다. 캡(666)은 돌출부의 먼 쪽 헤드(665) 위에 놓이며, 패터닝 디바이스(MA) 쪽으로 펠리클 프레임(617)의 이동을 제한한다. 따라서, 캡은 z-방향으로 펠리클 프레임(617)의 이동을 제한하는 이동 제한 구성요소이다. 캡 대신 다른 적합한 이동 제한 구성요소들이 사용될 수 있다.

[0279] 도 13b에 가장 잘 나타난 바와 같이, 펠리클 프레임과 패터닝 디바이스 사이에 갭(G)(슬릿인 것으로 간주될 수 있음)이 존재하도록, 서브-마운트(610)는 패터닝 디바이스(MA)에 대해 펠리클 프레임(617)을 서스펜드한다. 갭(G)은 돌출부(651)의 먼 쪽 헤드(653)와 캡(666) 사이의 맞물림에 의해 (또는 여타의 이동 제한 구성요소에 의해) 유지될 수 있다. 갭(G)은 펠리클과 패터닝 디바이스 사이의 공간과 외부 환경 사이에 압력 균등을 허용하도록 충분히 넓을 수 있다. 또한, 갭(G)은 펠리클과 패터닝 디바이스 사이의 공간에 대해 외부 환경으로부터의 오염 입자들의 잠재적 경로의 원하는 제약을 제공하도록 충분히 좁을 수 있다.

[0280] 갭(G)은 펠리클과 패터닝 디바이스 사이의 공간과 외부 환경 사이에 압력 균등을 허용하기 위해, 예를 들어 적어도 100 마이크로일 수 있다. 갭(G)은, 예를 들어 500 마이크로 미만, 더 바람직하게는 300 마이크로일 수 있다. 갭(G)은, 예를 들어 200 마이크로 내지 300 마이크로일 수 있다. 갭(G)은, 예를 들어 (펠리클과 패터닝 디바이스 사이의 공간에 대해 외부 환경으로부터의 오염 입자들의 잠재 경로에 대한 원하는 수준의 제한을 제공할 수 있는) 250 마이크로 최대 크기를 가질 수 있다. 갭(G)은 펠리클 프레임의 둘레 주위의 크기를 가질 수 있다. 대안적으로, 갭(G)은, 몇몇 부분들이 약 100 마이크로 크기를 갖고 다른 부분들이 약 250 마이크로 크기를 갖는 것과 같이, 펠리클 프레임의 둘레 주위에 따라 변동하는 크기를 가질 수 있다. 일 실시예에서, 갭은, 오염 입자들이 발생되거나 패터닝 디바이스의 패터닝된 영역 쪽으로 수송될 가능성이 더 높은 위치들에서 더 작은 크기를 가질 수 있다. 이러한 위치들의 일 예시는, 펠리클 프레임(617)이 패터닝 디바이스(MA)에 [예를 들어, 서브-마운트들(610)에] 연결되는 위치들이다.

[0281] 도 14a 및 도 14b는 위에서 본 서브-마운트(610)를 도시하고, 돌출부(651)가 맞물림 기구(650B)와 맞물리는 방식을 예시한다. 먼저 도 14a를 참조하면, 맞물림 기구(650B)의 록킹 부재(670)는 한 쌍의 U-형 부재들(670A 및 670B)을 포함한다. U-형 부재들은 일반적으로 U-형의 지지체의 먼 쪽 단부로부터 돌기된다. U-형 단부들은 각각 일반적으로 U-형의 지지체에 연결된 일 단부 및 비고정된 반대쪽 단부를 갖는다. 최대량의 이동을 가능하게 하는 비고정 단부들과 도 14a 및 도 14b를 비교함으로써 알 수 있는 바와 같이, 각각의 U-형 부재들(670A 및 670B)은 x-방향으로 이동가능하다. 맞물림 기구(650B)는 약간의 탄성을 갖는 재료(예를 들어, 강철이나 여타의 금속 또는 플라스틱)로 형성되며, 따라서 U-형 부재들(670A 및 670B)의 비고정 단부들이 힘에 의해 x-방향으로 이동되는 경우, 그 힘이 더 이상 인가되지 않는다면 이들은 원래 위치들로 복귀할 것이다.

[0282] 패터닝 디바이스(MA)에 펠리클 프레임(617)을 고정하기 위해, 돌출부(651)가 맞물림 기구들(650A 내지 650D)과 정렬되도록 펠리클 프레임이 패터닝 디바이스에 대해 위치된다. 이후, 펠리클 프레임(617)은 패터닝 디바이스(MA) 쪽으로(또는 이와 반대로) 이동된다. 돌출부(651)의 먼 쪽 헤드(653)는 U-형 부재들(670A 및 670B)의 비고정 단부들을 떨어지게 미는 둥근 상부면을 갖는다. 이에 따라, U-형 부재들은 도 14a에 도시된 바와 같이 부재들이 돌출부(651)의 먼 쪽 헤드(653)를 넘어갈 때까지 바깥쪽으로 이동한다.

- [0283] U-형 부재들(670A 및 670B)의 탄성 성질은, 이들이 먼 쪽 헤드(653)를 넘어갔으면, 원래 위치를 향해 다시 이동, 즉 도 14b에 도시된 위치들을 향해 안쪽으로 이동하게 한다. 따라서, U-형 부재들의 비고정 단부들이 돌출부(651)의 헤드(653) 밑으로 이동한다. 먼 쪽 헤드(653) 밑은 곡선형 표면이라기보다는 평탄한 표면을 갖는다. 그 결과, 패터닝 디바이스(MA)로부터 멀어지는 방향으로 펠리 프레임(617)을 당기는 힘의 인가는 U-형 부재들(670A 및 670B)의 비고정 단부들의 바깥쪽 이동을 야기하지 않을 것이다. 따라서, U-형 부재들이 돌출부의 먼 쪽 헤드(653) 밑의 제 자리에 유지되며, 펠리클 프레임(617)이 패터닝 디바이스(MA)에 단단히 부착된다.
- [0284] 상기의 설명은 펠리클 프레임(617)이 패터닝 디바이스(MA) 쪽으로 이동될 때 U-형 부재들(670A 및 670B)이 먼 쪽 헤드(653)와 어떻게 맞물리는 지를 설명하지만, 대안적인 접근법에서 U-형 부재들은 먼 쪽 헤드와 맞물리도록 (예를 들어, 수동으로 또는 자동화 프로브를 이용하여) 조작될 수 있다. 이러한 접근법에서는, U-형 부재들(670A 및 670B)이 (예를 들어, 프로브를 이용하여) 멀어지게 밀리고 아래를 향해 밀려 이들이 먼 쪽 헤드(653) 지나 밀리게 된다. 이후, U-형 부재들은 서로를 향해 이동되고 위쪽으로 밀려 이들이 먼 쪽 헤드(653) 밑의 돌출부(651)와 맞물리게 된다. 이는 능동적으로(예를 들어, 프로브를 이용하여) 또는 U-형 부재들의 탄성이 이 이동을 발생시키게 함으로써 수동적으로 수행될 수 있다. 펠리클 프레임(617)은 이에 의해 패터닝 디바이스(MA) 쪽으로 끌어당겨지고 패터닝 디바이스(MA)와 맞물린다. 이 접근법의 장점은, 더 위에 설명된 접근법과 비교하여, 원치않는 오염 입자들을 발생시킬 수 있는 먼 쪽 헤드(653) 상에서의 U-형 부재들(670A 및 670B)의 맞문질러짐(rubbing)을 회피할 수 있다는 점이다.
- [0285] 패터닝 디바이스(MA)로부터 펠리클 프레임(617)을 이동시키도록 요구되는 경우, 이는 프로브 또는 다른 적합한 부재를 이용하여 도 14a에 도시된 위치들로 U-형 부재들(670A 및 670B)의 비고정 단부들을 멀어지게 밀음으로써 달성될 수 있다. 이는 돌출부(651)로부터 맞물림 기구(650B)를 해제하고, 펠리클 프레임(617)이 패터닝 디바이스(MA)로부터 제거되게 한다. 이러한 방식으로 돌출부(651)로부터 맞물림 기구(650B)의 해제는 표면들 간의 맞문질러짐을 통해 입자 잔해(particle debris)를 생성하는 것을 회피할 수 있다(이는 깨끗한 제거라고 칭해질 수 있음).
- [0286] 각각의 맞물림 기구(650A 내지 650D)는, 돌출부(651)와 맞물릴 때, 패터닝 디바이스(MA)로부터 펠리클 프레임(617)을 서스펜드하는[또한 이에 의해 겹(G)을 제공함] 서브-마운트들(610)을 형성한다. 함께 합쳐진 이 서브-마운트들(610)은 패터닝 디바이스(MA)로부터 펠리클 프레임(617)을 서스펜드하는 마운트를 형성한다. 마운트는 패터닝 디바이스(MA)에 대한 펠리클 프레임의 회전 또는 병진을 실질적으로 방지하기 위해 전체적으로 펠리클 프레임(617)의 이동을 억제하도록 구성된다. 각각의 서브-마운트(610)는 제한된 수의 자유도로 서브-마운트의 위치에서 패터닝 디바이스(MA)에 대한 펠리클 프레임(617)의 이동을 억제하도록 구성된다(즉, 적어도 한 방향으로의 이동이 그 서브-마운트에서 방지됨). 한 방향으로의 이동이 각각의 서브-마운트에 의해 방지되지만, 다른 방향들로의 이동은 허용된다. 그 결과, 서브-마운트들은 패터닝 디바이스(MA)의 상당한 힘을 야기하지 않고 펠리클 프레임(617)의 팽창 및 수축을 허용하는 운동학적 마운트 구성을 함께 형성한다. 이는 아래에서 더 자세히 설명하기로 한다.
- [0287] 각각의 맞물림 기구(650A 내지 650D)에 의해 허용되는 이동 방향을 나타내기 위해 양방향 화살표들이 도 12에 사용된다. 도 12에서, 제 1 맞물림 기구(650A)는 y-방향으로 패터닝 디바이스에 대한 펠리클 프레임(617)의 이동을 허용하지만 x-방향으로의 이동을 방지한다. 제 2 맞물림 기구(650B)는 x-방향으로의 이동을 허용하지만, y-방향으로의 이동을 허용하지 않는다. 따라서, 펠리클 프레임(617)의 일 측면에는 x-방향으로의 이동을 허용하는 맞물림 기구 및 y-방향으로의 이동을 허용하는 맞물림 기구가 제공된다. 펠리클 프레임(617)의 반대쪽 측면에는, 제 3 맞물림 기구(650C)가 x-방향으로의 이동을 허용하지만 y-방향으로의 이동을 방지하며, 제 4 맞물림 기구(650D)가 y-방향으로의 이동을 허용하지만 x-방향으로의 이동을 방지한다.
- [0288] 앞서 언급된 바와 같이, 각각의 맞물림 기구는 돌출부(651)와 맞물릴 때 서브-마운트(610)를 형성한다. 서브-마운트들(610)은 운동학적 서브-마운트들이라고도 칭해질 수 있다. 운동학적 서브-마운트들(610)은 함께 운동학적 마운트 구성을 형성한다. 각각의 서브-마운트(610)는 그 서브-마운트의 위치에서 패터닝 디바이스에 대해 펠리클 프레임(617)의 약간의 이동을 허용한다. 따라서, 예를 들어 팽창 또는 수축으로 인해, 패터닝 디바이스의 상당한 뒤틀림(warping)을 야기하기에 충분히 강한 힘이 패터닝 디바이스(MA)에 가해지지 않아도 펠리클 프레임(617)의 국부적인 이동이 발생할 수 있다. 탄성을 갖지 않는 강건한 연결이 펠리클 프레임(617)과 패터닝 디바이스(MA) 사이에 제공되는 경우, 펠리클 프레임의 팽창 또는 수축이 패터닝 디바이스의 뒤틀림을 야기할 것이다. 서브-마운트들(650A 내지 650D)의 운동학적 성질은 이러한 뒤틀림이 발생하는 것을 실질적으로 방지한다.

- [0289] 펠리클 프레임(617)의 반대쪽 측면들의 등가 위치들에 제공된 서브-마운트들은 상보적 쌍들이다. 각각의 상보적 쌍은 x- 및 y-방향들로 패터닝 디바이스(MA)에 대해 펠리클 프레임(617)의 약간의 국부적인 이동을 허용하지만, 펠리클 프레임(617)의 일 단부의 전체의 이동을 방지한다. 예를 들어, 제 1 및 제 3 맞물림 기구들(650A 및 650C)을 포함하는 서브-마운트들은 펠리클 프레임(617)의 국부적인 이동을 허용하지만, 펠리클 프레임의 좌측편 단부의 전체의 이동을 방지한다. 즉, 펠리클 프레임(617)의 좌측편 단부는 패터닝 디바이스(MA)에 대해 x-방향(및 y-방향)으로 이동하는 것이 방지된다. 유사하게, 제 2 및 제 4 맞물림 기구들(650B 및 650D)을 포함하는 서브-마운트들은 펠리클 프레임(617)의 국부적인 이동을 허용하지만, 펠리클 프레임의 우측편 단부의 전체의 이동을 방지한다. 즉, 펠리클 프레임(617)의 우측편 단부는, 예를 들어 패터닝 디바이스(MA)에 대해 x-방향(및 y-방향)으로 이동하는 것이 방지된다.
- [0290] 각각의 서브-마운트(610)가 한 방향으로의 이동을 허용하지만 다른 방향으로의 이동을 방지하는 방식은 도 14b를 참조하여 가장 잘 이해될 수 있다. 도 14b에서, [U-형 부재들(670A 및 670B)에 의해 형성되는] 록킹 부재(670)를 지지하는 맞물림 기구(650B)의 아암들(662)이 y-방향으로 연장된다. 앞서 설명된 바와 같이, 맞물림 기구(650B)는 탄성 재료로 형성된다. 아암들(662)이 y-방향으로 연장되고 탄성을 갖기 때문에, x-방향으로의 아암들의 약간의 휨이 가능하다. 이는 맞물림 기구(650B)의 외측 벽(660)에 대해 록킹 부재(670)의 x-방향으로의 이동을 허용한다. 하지만, 아암들이 y-방향으로 연장되기 때문에, y-방향으로의 록킹 부재(670)의 등가 이동이 가능하지 않다.
- [0291] 각각의 맞물림 기구(650A 내지 650D)의 아암들(662)의 방위는 어느 이동 방향이 허용되고 어느 이동 방향이 방지되는 지를 결정할 것이다. 도 12는 맞물림 기구(650A 내지 650D)의 방위들의 특정 조합을 나타내지만, 다른 방위들이 사용될 수 있다. 방위들은 여하한의 방향일 수 있으며, 패터닝 디바이스(MA)의 잠재적인 변형을 감소시키는 한편 펠리클 프레임(617)의 동적 이동을 제한하는 운동학적 커플링을 제공하도록 선택될 수 있다.
- [0292] 도 12 내지 도 14는 특정 형태의 서브-마운트(610)를 포함하는 운동학적 마운트 구성을 예시하지만, 다른 적합한 운동학적 마운트 구성들이 사용될 수 있다. 운동학적 서브-마운트들은 여하한의 적합한 형태를 가질 수 있다.
- [0293] 도 15는 본 발명의 대안적인 실시예에 따른 서브-마운트(710)를 예시한다. 도 16은 서브-마운트(710)의 단면도이다. 서브-마운트는 도 12 내지 도 14에 예시된 서브-마운트와 마찬가지로 수 개의 특징부들을 포함하며, 이들은 도 15 및 도 16과 관련하여 자세히 설명되지 않는다. 하지만, 서브-마운트(710)는 도 12 내지 도 14에 도시된 서브-마운트와 상이하다. 예를 들어, 서브-마운트(710)는 일반적으로 직사각형 외측 벽(760)을 갖고, 상이한 록킹 부재(770)를 포함한다. 도 15a는 언록킹된 구성의 서브-마운트를 나타내고[즉, 펠리클 프레임(717)이 패터닝 디바이스(MA)로부터 멀어지는 방향으로 들어올려질 수 있음], 도 15b는 록킹된 구성의 서브-마운트를 나타낸다[즉, 펠리클 프레임(717)이 패터닝 디바이스(MA)로부터 멀어지는 방향으로 들어올려질 수 없지만, 대신 제 자리에 유지됨]. 다른 도면들과 마찬가지로, 본 실시예의 설명을 용이하게 하기 위해 데카르트 좌표가 표시된다. 종래의 표기에 따라, y-방향은 리소그래피 장치에서 패터닝 디바이스(MA)의 스캐닝 방향과 상응한다.
- [0294] 도 15에 도시된 맞물림 기구(750)는 펠리클 프레임(717) 내의 직사각형 구멍에 수용되는 직사각형 외측 벽(760)을 포함한다. 한 쌍의 아암들(762)이 외측 벽(760)에 의해 정의된 공간에 걸쳐 y-방향으로 연장된다. 연결 부재(763)가 아암들(762)의 먼 쪽 단부들 사이에서 연장된다. 아암들(762)은 탄성 부재들의 예시이다. 다른 탄성 부재들이 사용될 수 있다. 아암들(762) 및 연결 부재(763)는 함께 일반적으로 U-형의 지지체를 형성한다. 예시된 맞물림 기구의 아암들(762)이 y-방향으로 연장되지만, 다른 맞물림 기구들의 아암들은 다른 방향들로(예를 들어, 도 12에 도시된 구성과 상응하는 구성으로) 연장될 수 있다. 록킹 부재(770)는 일반적으로 U-형의 지지체의 먼 쪽 단부에 연결된다. 록킹 부재(770)는 (도 16에 도시된 바와 같이) 돌출부(751)(스터드라고도 칭해질 수 있음)와 맞물려, 패터닝 디바이스(MA)에 펠리클 프레임(717)을 고정시킨다. 돌출부(751)는 도 13 및 도 14에 예시된 돌출부(651)와 상응할 수 있다.
- [0295] 캡(766)이 일반적으로 U-형의 지지체의 먼 쪽 단부에 제공되며, 돌출부(751)의 먼 쪽 헤드에 걸쳐 적어도 어느 정도 연장되도록 구성된다. 이는 패터닝 디바이스(MA) 쪽으로 펠리클 프레임(717)의 이동을 제한한다. 캡(766)은 펠리클 프레임(717)과 패터닝 디바이스(MA) 사이에 갭(G)(도 16 참조)을 유지한다.
- [0296] 록킹 부재(770)는 도 14와 연계하여 앞서 설명된 록킹 부재와 마찬가지로 U-형 부재의 먼 쪽 단부로부터 연장되는 한 쌍의 아암들을 포함한다. 하지만, 도 15에 도시된 실시예에서는 아암들(780)이 연결 부재(781)에 의해 먼 쪽 단부에 연결된다. 연결 부재(781)로부터 연결되는 지지체(785)에 의해 록킹 플레이트(784)가 지지된다. 록킹 플레이트(784)는 y-방향으로 돌출부(751)로부터 분리되는 위치로부터 돌출부(751)와 맞물리는 위치로 이동

가능하다.

- [0297] 아암들(780) 및 지지체(785)는 z-방향으로 어느 정도의 이동을 제공하며, 따라서 스프링으로서 작용한다. 이는 록킹 플레이트(784)의 z-방향으로의 약간의 이동을 허용한다. 도 15a에서는 z-방향으로 힘이 인가되지 않았으며, 따라서 아암들(780) 및 지지체(785)는 패터닝 디바이스(MA)의 평면에 실질적으로 평행하다. 아암들(780) 및 지지체(785)에 대해 하향력이 인가되지 않으면, 록킹 플레이트(784)의 샤프트-수용 후퇴부(786)가 돌출부(751)의 샤프트와 정렬되지 않으며, 따라서 돌출부와 맞물릴 수 없다.
- [0298] 록킹 플레이트(784)에 하향력이 인가되면, 아암들(780) 및 지지체(785)가 아래쪽으로 휜다. 아암들(780) 및 지지체(785)의 이러한 휨의 결과로, 록킹 플레이트(784)가 돌출부(751)의 샤프트와 정렬된다. 이후, 록킹 플레이트(784)는 y-방향으로 이동되어 샤프트가 록킹 플레이트의 샤프트-수용 후퇴부에 수용되게 할 수 있다. 이후, 록킹 플레이트(784)에 인가된 하향력이 제거되며, 이때 아암들(780) 및 지지체(785)의 탄성이 돌출부(751)의 먼 쪽 헤드에 대해 위쪽으로 록킹 플레이트(784)를 민다. 이 힘은 록킹 플레이트(784)를 제 자리에 유지하는 데 도움을 준다. 이에 따라, 맞물림 기구(750)가 도 15b에 도시된 구성으로 제 자리에 록킹된다. 지지체(785)는 록킹 플레이트(784)를 제 자리에 유지하는 리테이닝 부재인 것으로 간주될 수 있다. 록킹 플레이트(784)는 록킹 부재의 일 예시이다.
- [0299] 한 쌍의 포스트(post: 792)들이 지지체(785)로부터 위쪽으로 돌기된다. 포스트들(792)은 돌출부(751)로부터 멀어지는 y-방향으로의 이동을 제한함에 따라, 록킹 플레이트(784)의 y-방향으로의 과도한 이동을 방지한다.
- [0300] 도 16으로부터, 맞물림 기구(750)의 외측 벽(760)이 펠리클 프레임(717)의 최하부 아래로 돌기되어 있음을 알 수 있다. 도 13b와 도 16의 비교로부터, 도 13b에서는 외측 벽(660)이 펠리클 프레임의 최하부면과 실질적으로 동일 평면(flush)에 있다는 점에서, 이는 이전에 설명된 실시예와 비교하여 차이가 있음을 알 수 있다. 도 16에 도시된 실시예에서는 펠리클 프레임(717)과 패터닝 디바이스(MA) 사이의 갭(G)이 이전 실시예들과 연계하여 앞서 설명된 갭과 상응할 수 있다. 하지만, 맞물림 기구(750)와 패터닝 디바이스(MA) 사이의 갭(GM)이 상당히 더 작을 수 있다(예를 들어, 약 100 μm). 맞물림 기구(750)와 패터닝 디바이스(MA) 사이의 갭(GM)은 펠리클 프레임(717) 주위의 더 작은 부분의 외주이며, 따라서 펠리클(719)과 패터닝 디바이스(MA) 사이의 공간 내로 또한 이로부터의 가스의 유동에 큰 영향을 미치지 않는다. [펠리클 프레임(717)과 패터닝 디바이스(MA) 사이의 갭(G)과 비교하여] 더 작은 갭(GM)은 이것이 펠리클(도 16에 도시되지 않음)과 패터닝 디바이스(MA) 사이의 공간 내로 맞물림 기구에 의해 발생된 오염 입자가 들어갈 가능성을 감소시키기 때문에 유익하다. 맞물림 기구(750)는 오염 입자들의 발생을 회피하도록 설계될 수 있지만, 패터닝 디바이스(MA)에 펠리클 프레임(717)을 고정시키기 위해 맞물림 기구의 표면들 간에 약간의 해제가능한 맞물림(releasable engagement)이 요구되며, 이 맞물림의 결과로 약간의 오염 입자들이 발생할 수 있다. 맞물림 기구(750) 부근에 더 작은 갭(GM)의 제공은 이러한 오염 입자가 패터닝 디바이스(MA)의 패터닝된 영역에 도달할 가능성을 감소시킨다.
- [0301] 도 12 내지 도 14에 도시된 실시예는 록킹 부재들(650A 내지 650D) 부근에 더 작은 갭(GM)을 갖지 않지만, 록킹 부재들이 펠리클 프레임(617)의 최하부면을 넘어서 돌출되도록 록킹 부재들을 변형함으로써 더 작은 갭이 제공될 수 있다. 일반적으로, 펠리클 프레임과 패터닝 디바이스 사이에 갭이 제공되는 실시예에서, 다른 위치들에서의 갭보다 서브-마운트 부근에서 갭이 더 작을 수 있다. 서브-마운트 부근의 갭은, 예를 들어 200 μm 미만일 수 있고, 예를 들어 약 100 μm 미만일 수 있다.
- [0302] 록킹 부재(770)가 아암들(762)의 먼 쪽 단부들에 연결되기 때문에, 아암들의 방향에 대해 약간의 횡방향(transverse) 이동이 가능하다. 따라서, 도 15에 도시된 서브-마운트의 위치에서 패터닝 디바이스(MA)에 대한 펠리클 프레임(717)의 x-방향으로의 약간의 이동이 가능하다. 아암들(762)은 탄성 재료(예를 들어, 강철과 같은 금속)로 형성되며, 따라서 그들의 원래 방위들로 되돌아가려는 경향이 있을 것이다. 서브-마운트(710)는 운동학적 서브-마운트인 것으로 간주될 수 있다. 아암들(762)은 x-방향으로보다 z-방향으로 훨씬 더 두꺼우며, 그 결과 x-방향으로의 아암들의 휨과 비교하여 z-방향으로의 아암들의 훨씬 더 적은 휨이 가능하다. 따라서, 아암들(762)은 y- 및 z-방향들로의 펠리클 프레임(717)의 국부적 이동을 방지하거나 실질적으로 방지하는 한편, x-방향으로의 이동을 허용한다.
- [0303] 록킹 플레이트(784)에는 프로브가 록킹 플레이트와 맞물리게 하고 록킹 플레이트를 이동시키는 구멍(790)이 제공된다. 프로브는 수동으로 작동될 수 있거나, 액추에이터에 의해 자동화 방식으로 작동될 수 있다. 프로브는 구멍(790) 내에 수용되며, 록킹 부재(770)를 아래쪽으로 미는 데 사용된다(도 16에 도시됨). 이후, 프로브는 y-방향으로 록킹 플레이트(784)를 슬라이딩(slide)하여 돌출부(751)와 맞물리게 된다. 이후, 프로브는 구멍(790)으로부터 제거된다.

- [0304] 도 12 내지 도 14에 도시된 맞물림 기구와 비교하여 도 15 및 도 16에 도시된 맞물림 기구(750)의 장점은, 돌출부와 맞물리기가 더 쉽다는 것이다. 도 12 내지 도 14의 맞물림 기구는 멀어지게 또한 아래쪽으로 밀려 돌출부와 맞물림을 달성하는 U-형 부재들(670A 및 670B)을 포함하는데, 이는 (예를 들어, 자동으로 가동되는 프로프를 이용하여) 달성하는 데 있어서 비교적 상이한 형태의 동작이다. 도 15 및 도 16의 맞물림 기구는 단지 슬라이딩 플레이트(784)를 아래쪽으로 민 후, 록킹 플레이트를 돌출부 쪽으로 슬라이딩하는 것만을 요구한다. 또 다른 장점은, 도 15 및 도 16의 맞물림 기구가 돌출부와 맞물릴 때 수직 방향으로만 탄성 편향을 포함하지만, 맞물림 기구가 돌출부와 맞물릴 때 수평 방향으로도 탄성 편향을 포함할 수 있다는 점이다. 또한, 도 15 및 도 16의 맞물림 기구에 의해 제공되는 (예를 들어, 도 15에서 x-방향으로의) 운동학적 이동은, 록킹 플레이트(784)와 돌출부 사이의 맞물림을 유지하는 데 사용되는 탄성 편향에 실질적으로 수직인 방향으로 일어난다. 맞물림 탄성 편향으로부터의 운동학적 이동의 이러한 디커플링(decoupling)은, 탄성 편향 및 운동학적 이동이 동일한 방향(예를 들어, 도 14에서 x-방향)으로 일어나는 도 12 내지 도 14에 도시된 실시예에 의하여 제공되지 않는다. 맞물림 탄성 편향으로부터 운동학적 이동을 디커플링하기 위해 맞물림 기구의 다른 구성들이 사용될 수 있다.
- [0305] (예를 들어, 복수의 운동학적 서브-마운트들을 포함하는) 운동학적 마운트 구성은 펠리클 프레임(617, 717)이 전체적으로 패터닝 디바이스(MA)에 대한 회진 또는 병진을 겪는 것을 실질적으로 방지할 수 있다. 운동학적 마운트 구성은 패터닝 디바이스(MA)의 뒤틀림을 야기하지 않고 펠리클 프레임의 국부적인 팽창 또는 수축을 허용할 수 있다. 다시 말해, 패터닝 디바이스(MA)의 상당한 휨이 회피될 수 있다. "상당한 휨"이라는 용어는 기관상으로 투영되는 패턴의 정확성에 뚜렷한 효과를 가지는(예를 들어, 패턴을 이용하여 형성된 집적 회로의 올바른 기능을 허용하기에 패턴이 충분히 정확하지 않음) 휨의 양으로서 이해될 수 있다.
- [0306] 도 12 내지 도 16과 관련하여 설명된 실시예들의 탄성 아암들(662, 762)은 패터닝 디바이스(MA)에 펠리클 프레임(617, 717)을 연결하는 탄성 구성요소들의 예시이다. 다른 적합한 타입의 탄성 구성요소가 사용될 수 있다.
- [0307] 도 12 내지 도 16에 도시된 실시예들에서는, 돌출부(651, 751)가 패터닝 디바이스(MA) 상에 제공되고, 맞물림 기구(650, 750)가 펠리클 프레임(617, 717) 상에 제공된다. 하지만, 이 구성은 뒤바뀔 수 있어, 돌출부가 펠리클 프레임 상에 제공되고, 맞물림 기구가 패터닝 디바이스 상에 제공될 수 있다.
- [0308] 본 발명의 일 실시예에 따른 펠리클 프레임은, 예를 들어 실리콘으로 형성될 수 있다. 펠리클 프레임은 사용시 수소 라디칼들 및 표유(stray) EUV 방사선에 노출될 수 있다. 이들은 프레임의 표면을 용해할 수 있고, 바람직하지 않은 아웃개싱을 야기할 수 있다. 이러한 아웃개싱을 방지하거나 감소시키기 위해 펠리클 프레임 상에 캐핑 층이 제공될 수 있다. 캐핑 층은, 예를 들어 SiO<sub>x</sub>, SiN, ZrO 또는 다른 EUV-차광(proof) 산화물들일 수 있다.
- [0309] 일 실시예에서, 펠리클 프레임 및 펠리클은 동일 재료(예를 들어, 폴리실리콘)로 형성될 수 있다. 동일 재료로 펠리클 프레임 및 펠리클을 형성하는 장점은, 둘 모두가 동일한 열 팽창 계수를 가짐에 따라 이들이 EUV 방사선 빔으로부터 열을 수용할 때 동일한 방식으로 거동(behavior)할 것으로 예상될 수 있다는 점이다. 따라서, 바이메탈 스트립에서 보여지는 타입의 휨이 회피된다. 일 실시예에서, 펠리클 프레임은 펠리클과 일체로 형성되어(즉, 이들은 2 개의 별개의 부분들이 아니라, 단일 물체를 형성하도록 일체화되어), 펠리클 프레임과 펠리클 사이에 여하한의 유형의 추가 결합이 요구되지 않는다. 이러한 일체형 펠리클 조립체는, 펠리클 프레임을 제조할 때 펠리클 가장자리가 펠리클 프레임이도록 예를 들어 1 mm 이상의 폭을 갖는 두꺼운 펠리클 가장자리를 두게 만들어질 수 있다. 이러한 일체형 펠리클 조립체를 제조하는 일 예시는, 가장자리가 프레임이도록 원래 웨이퍼 두께로 펠리클의 가장자리를 유지하면서 2 mm의 웨이퍼 내측 영역을 제거하여 펠리클 필름을 형성하는 것이다. 그 후, 패터닝 디바이스에 일체형 펠리클 조립체를 고정시키는 해제가능한 마운트들이 일체형 펠리클 프레임에 접촉될 수 있어, 패터닝 디바이스의 패터닝된 영역 또는 펠리클 필름 쪽으로 아웃개싱이 발생하지 않는다.
- [0310] 일 실시예에서, 펠리클 프레임 및 펠리클은 동일한 열 팽창 계수를 갖는 상이한 재료들로 형성될 수 있다. 이는 동일한 장점을 제공한다. 이러한 재료들의 일 예시는 폴리실리콘 및 열적으로 매칭된 유리(thermally matched glass)(즉, 폴리실리콘의 열 팽창 계수에 매칭되는 열 팽창 계수를 갖는 유리)이다.
- [0311] 펠리클 프레임에 펠리클의 접착은 여하한의 적합한 방식으로 달성될 수 있다. 일 실시예에서, 실질적으로 U-형(또는 V-형) 후퇴부들이 펠리클 프레임 주위에 분포될 수 있다. 각각의 후퇴부는 펠리클 프레임의 외측 예지로부터 어느 정도 펠리클 프레임의 내측 예지로 그리고 펠리클 프레임의 외측 예지로 다시 연장되도록 형상화된다. 후퇴부들은 펠리클 프레임의 외측 예지에 연결되지만, 펠리클 프레임의 내측 예지에 연결되지 않

는다. 따라서, 후퇴부들은 각각 펠리클 프레임의 표면에 아일랜드(island)를 정의한다.

- [0312] 펠리클은 펠리클 프레임에 대해 유지될 수 있으며, 펠리클 프레임의 외측 에지에서 후퇴부의 단부들 내로 접촉체가 도입될 수 있다. 접촉체는 모세관 작용에 의해 후퇴부들 내로 끌어당겨질 것이며, 펠리클 프레임에 펠리클을 고정시킬 것이다. 후퇴부들이 펠리클 프레임의 내측 에지에 연결되지 않기 때문에, 접촉체가 펠리클 프레임의 내측 에지로 이동하는 것이 방지되며, 이에 의해 펠리클과 패터닝 디바이스 사이의 공간에 직접적으로 들어가는 것이 방지된다. 시간이 지남에 따라 접촉체의 약간의 아웃개싱이 발생할 수 있지만, 아웃개싱은 펠리클 프레임의 외측 에지로부터 빠져나갈 것이며, 따라서 펠리클과 패터닝 디바이스 사이의 공간에 심각한 오염을 야기하지 않을 것이다.
- [0313] 일반적으로, 펠리클 가장자리와 펠리클 프레임 사이에 접촉체가 제공되는 후퇴부는 펠리클 프레임의 외측 표면을 향해 개방되도록 구성될 수 있다. 이는 후퇴부로부터의 아웃개싱이 패터닝 디바이스의 패터닝된 영역으로부터 멀어지는 방향으로 지향되는 것을 보장한다. 일반적으로, 펠리클 가장자리와 펠리클 프레임 사이에 접촉체가 제공되는 후퇴부는 펠리클 프레임의 내측면을 향해 개방되지 않도록 구성될 수 있다. 이는 후퇴부로부터의 아웃개싱이 패터닝 디바이스의 패터닝된 영역 쪽으로 지향되지 않는 것을 보장한다. 패터닝 디바이스에 돌출부(또한, 스테드라고도 칭해질 수 있음)를 접촉시키는 데 사용되는 후퇴부를 구성하는 경우, 동일한 접근법이 사용될 수 있다.
- [0314] 도 12에 도시된 서브-마운트 위치들은 단지 일 실시예일 뿐이며, 다른 위치들에 서브-마운트들이 제공될 수 있다. 유사하게, 다른 개수의 서브-마운트들이 제공될 수 있다. 예를 들어, 도 5에 도시된 구성과 상응하는 구성에는 3 개의 서브-마운트들이 제공될 수 있다.
- [0315] 도 17 및 도 18은 본 발명의 대안적인 실시예에 따른 서브-마운트를 예시한다. 도 17은 서브-마운트(910)의 사시도이고, 도 18은 서브-마운트의 단면 사시도이다. 서브-마운트(910)는 도 15 및 도 16에 예시된 서브-마운트와 공통적인 또는 유사한 수 개의 특징부들을 포함한다. 적절하다면, 이들은 도 17 및 도 18과 관련하여 자세히 설명되지 않는다. 서브-마운트(910)는 스테드(951) 및 맞물림 기구(950)를 포함한다.
- [0316] 도 17 및 도 18에 도시된 맞물림 기구(950)는 펠리클 프레임(도시되지 않음) 내의 직사각형 구멍에 수용되도록 구성된 직사각형의 외측벽(960)을 포함한다. 맞물림 기구(950)는 다른 구성들에서 여하한의 적합한 형상을 갖는 외측 벽을 가질 수 있으며, 대응적으로 형상화된 구멍이 펠리클 프레임(도시되지 않음)에 제공되어 외측 벽을 수용한다. 맞물림 기구(950)는 접촉체 또는 여하한의 다른 유형의 결합을 이용하여 펠리클 프레임에 고정될 수 있다. 맞물림 기구(950)가 펠리클 프레임 내의 구멍에 반드시 수용되어야 할 필요는 없으며, 여하한의 적합한 방식으로 펠리클 프레임에 부착될 수 있다. 이는 다른 맞물림 기구들(예를 들어, 본 명세서에서의 다른 곳에 설명된 맞물림 기구들)에도 적용된다.
- [0317] 한 쌍의 아암들(962)이 외측 벽(960)에 의해 정의되는 공간에 걸쳐 연장된다. 연결 부재(963)는 아암들(962)의 먼 쪽 단부들 사이에서 연장된다. 아암들(962) 및 연결 부재(963)는 함께 일반적으로 U-형의 지지체를 형성한다. 제 2 쌍의 아암들(980)이 연결 부재(963)로부터 외측 벽(960)에 의해 정의되는 공간을 가로질러(back across) 연장된다. 이 아암들(980)은 제 2 연결 부재(981)에 의해 먼 쪽 단부에서 연결된다. 제 3 쌍의 아암들(983)이 제 2 연결 부재(981)로부터 연장되고, 외측 벽(960)에 의해 정의되는 공간을 가로질러 연장된다. 제 3 쌍의 아암들은 형태 면에서 실질적으로 판-모양이다. 제 3 연결 부재(984)가 제 3 쌍의 아암들(983) 사이에서 연장됨에 따라, 아암들을 함께 연결한다. 블록(985)이 제 3 연결 부재(984) 상에 제공된다. 대안적인 구성(도시되지 않음)에서, 부재는 단일 탄성 아암에 제공될 수 있다. 대안적인 구성(도시되지 않음)에서, 부재는 단일 탄성 아암에 또는 복수의 탄성 아암들에 제공되는 복수의 서브-부재들을 포함할 수 있다.
- [0318] 제 3 쌍의 아암들(983)의 먼 쪽 단부가 캡(966)으로부터 멀어지는 방향으로 이동가능하다. 제 3 쌍의 아암들(983)은 탄성을 가지며, 따라서 캡(966)으로부터 멀어지는 방향으로 밀린 후 평형 위치로 되돌아갈 것이다. 제 3 쌍의 아암들(983)은 스프링인 것으로 간주될 수 있다. 제 3 쌍의 아암들(983)은 Z-방향으로 구부러질 수 있다. 하지만, 제 3 쌍의 아암들(983)은 X 및 Y 방향으로 구부러지지 않도록 구성된다. 이는 판-모양 형태의 제 3 쌍의 아암들(983)을 통해 달성된다; 아암들은 Z 방향으로보다 X 및 Y 방향으로 더 두껍다. 아암들(983)은 아암들의 판-모양 표면에 수직인 방향으로 휘 수 있지만, 다른 방향으로 휘 수 없다. Z-방향으로의 휨을 촉진하기 위해 아암들(983)의 가까운 쪽 단부에 홈이 형성될 수 있다(홈은 Z-방향으로 아암들의 두께를 감소시키며, 이에 의해 유연성이 증가된다). 한 쌍의 아암들 대신 단일 탄성 아암과 연계하여 유사한 구성이 사용될 수 있다.

- [0319] 일반적으로, 아암들(962, 980, 983)은 탄성 부재들의 예시이다. 다른 탄성 부재들이 사용될 수 있다.
- [0320] 또한, 맞물림 기구(950)는 록킹 부재들로서 작용하는 한 쌍의 스프링들(990)을 포함한다. 각각의 스프링(990)은 제 1 연결 부재(963)에 장착된다. 각각의 스프링(990)은 외측 벽(960)에 의해 정의되는 공간에 걸쳐 연장되고, 이후 그 공간을 가로질러, 사용 시 마스크(예시되지 않음)로부터 연장되는 스테드(951)의 위치와 상응하는 위치로 연장된다. 예시된 스프링들(990)은 연결 부재(963)로부터 반대쪽 단부에 루프형 부분(looped portion: 991)을 포함하는 와이어 스프링들이다. 하지만, 여하한의 적합한 형태를 갖는 스프링들이 사용될 수 있다.
- [0321] 도 17 및 도 18에서, 스프링들(990)의 비고정 단부들(992)이 블록(985)을 통과하는 것으로 도시되어 있다. 하지만, 실제로 스프링 단부들은 [맞물림 기구(950)가 스테드(951)에 고정되는 경우] 블록(985) 위에 위치되거나, (맞물림 기구가 스테드에 고정되지 않은 경우) 블록의 양측에 위치될 수 있다.
- [0322] 캡(966)이 제 1 연결 부재(963)로부터 연결된다. 캡은 스테드(951)의 먼 쪽 헤드 위로 적어도 어느 정도 연장되도록 구성된다. 이는 스테드(951)가 돌기된 마스크 쪽으로 펠리클 프레임(예시되지 않음)의 이동을 제한한다. 다른 실시예들과 마찬가지로, 캡(966)은 펠리클 프레임과 마스크 사이의 갭을 유지하도록 구성될 수 있다.
- [0323] 도 19는 스테드(951)로부터 맞물림 기구(950)를 맞물림해제하는(disengage) 방법을 개략적으로 도시한다.
- [0324] 도 19a는 단면도로 먼 쪽 헤드(953)를 포함하는 스테드(951)를 도시하고, 또한 맞물림 기구의 제 3 연결 부재(984) 및 블록(985)을 도시한다. 또한, 스프링들의 비고정 단부들(992) 및 캡(966)이 도시된다. 도 19a에서, 맞물림 기구(950)는 스테드(951)에 고정된다. 제 3 연결 부재(984)는 그 평형 위치로부터 떨어져 아래쪽으로 편향되었다. 제 3 연결 부재(984)를 지지하는 아암들(83)은 탄성을 가지며, 제 3 연결 부재(984)를 위쪽으로 미는 상향력을 가한다. 제 3 연결 부재(984)에 의해 가해지는 상향력은 스테드(951)의 먼 쪽 헤드(953)에 대해 스프링들의 비고정 단부들(992)을 밀고, 또한 캡(966)에 대해서도 먼 쪽 헤드를 민다. 동등한 방식으로 이를 표현하면, 제 3 연결 부재(984)가 그 평형 상태로부터 아래쪽으로 이동하였고, 그 결과로 제 3 연결 부재(984) 및 캡(966)을 함께 끌어당기고, 이에 의하여 스테드(951)의 먼 쪽 헤드(953)에 대해 스프링들(992)의 비고정 단부들을 미는 힘이 가해진다. 제 3 연결 부재(984)는 스프링들(992)의 비고정 단부들을 록킹 위치에 유지하는 리테이닝 부재이다. 도 19a에 도시된 바와 같이, 맞물림 기구(950)가 스테드(951)에 고정되는 경우, 펠리클 프레임(도시되지 않음)이 제 자리에 단단히 유지됨에 따라, (예를 들어, 리소그래피 장치에서 기관들의 노광 시) 마스크 및 펠리클 조립체의 사용을 허용한다.
- [0325] 스프링들(992)의 비고정 단부들은 스테드(951)의 먼 쪽 헤드(953) 밑에 있는 것으로 나타내어질 수 있다. 이는 스테드가 특정 방위를 가져야 하는 것을 암시하도록 의도되는 것이 아니라, 대신 스프링들(992)의 비고정 단부들이 먼 쪽 헤드의 외측면으로부터 먼 쪽 헤드(953)의 반대쪽 측면에 있는 것을 의미하는 것으로 해석될 수 있다. 도 19a에 도시된 바와 같은 각각의 비고정 스프링 단부(992)의 위치는 제 1 위치라고도 칭해질 수 있다.
- [0326] 스테드(951)로부터 맞물림 기구(950)를 맞물림해제하는 데 사용될 수 있는 일련의 단계들이 도 19b 내지 도 19e에 도시된다.
- [0327] 먼저 도 19b를 참조하면, 제 1 단계는 스테드(951)의 먼 쪽 헤드(953)로부터 멀리 또한 아래쪽으로 제 3 연결 부재(984)를 미는 것이다. 이 하향 이동은 도 19b에서 화살표들로 도시된다. 도 17을 참조하면, 제 3 쌍의 아암들(983)의 단부들 상에서 가압함으로써 제 3 연결 부재(984)를 아래쪽으로 밀기 위해 한 쌍에 핀들(860)(그 도면에 부분적으로 도시됨)이 사용된다. 핀들(860)은 펠리클 프레임 부착 및 제거 장치(857)의 일부분을 형성할 수 있으며, 이는 아래에 더 자세히 설명된다. 도 19b에서 알 수 있는 바와 같이, 제 3 연결 부재(984)를 아래쪽으로 밀면 스프링들의 비고정 단부들(992)로부터 멀어지는 방향으로 블록(985)이 이동되어 더 이상 이들 사이에 여하한의 접촉이 존재하지 않는다. 또한, 스프링들이 하향 편향을 포함할 수 있어, 이들이 더 이상 블록(985)에 의해 위쪽으로 추진되지 않는 경우, 스프링들의 비고정 단부들(992)이 스테드(951)의 먼 쪽 헤드(953)와의 접촉으로부터 멀어지는 방향으로 이동한다. 따라서, 제 3 연결 부재(984) 및 블록(985)이 도시된 바와 같이 아래쪽으로 이동되었다면, 스프링들의 비고정 단부들(992)은 더 이상 블록(985) 또는 스테드(951)와 접촉하지 않는다. 스프링들의 비고정 단부들(992)은 도 19b에서 그들의 평형 위치에 있다. 비고정 단부들(992)의 위치는 중간 위치라고도 칭해질 수 있다. 스프링들의 비고정 단부들(992)은 스테드(951)에 인접해 있지만 아와 접촉하지 않는다.
- [0328] 도 19c를 참조하면, 스프링들의 비고정 단부들(992)이 멀어지게 밀려, 이들이 더 이상 스테드(951)의 먼 쪽 헤드(953) 밑에 위치되지 않으며, 블록(985)의 외측 단부들을 넘어서 위치된다. 도 17을 참조하면, 도 19c에 도



시된 방식으로 스프링들(990)의 비고정 단부들(992)을 바깥쪽으로 이동시키는 데 한 쌍의 액추에이터 아암들(863)이 사용될 수 있다. 액추에이터 아암들(863)은 펠리클 프레임 부착 및 제거 장치(857)(아래에 자세히 설명됨)의 일부분을 형성할 수 있다.

- [0329] 도 19d에 도시된 바와 같이, 스프링들의 비고정 단부들(992)이 분리되었으면, 핀들(860)에 의해 제 3 연결 부재(984)에 가해지는 하향력이 해제되며, 그 결과로 제 3 연결 부재가 위를 향해 그 평형 위치로 이동한다. 제 3 연결 부재의 평형 위치가 스프링들로부터 분리되기 때문에 제 3 연결 부재(984)는 스프링들(992)와 접촉하지 않는다.
- [0330] 마지막으로, 도 19e에 도시된 바와 같이, 액추에이터 아암들(863)에 의해 스프링들에 가해지는 외향력이 제거된다. 스프링들의 비고정 단부들(992)은 그들의 평형 위치를 향해 이동하지만, 이들이 대신 블록(985)의 측면들에 대해 가압되기 때문에 그들의 평형 위치에 도달하지 않는다. 스프링들의 비고정 단부들(992)은 언록킹 위치에 있다.
- [0331] 맞물림 기구(950)가 도 19e에 도시된 구성을 가지면, 핀들(860)도 액추에이터 아암들(863)도 맞물림 기구(950)에 힘을 가하지 않는다(이들은 맞물림 기구와 접촉하지 않는다). 맞물림 기구(950)가 도 19e에 도시된 구성에 있으면, 맞물림 기구는 더 이상 스테드(951)에 고정되지 않으며, 스테드로부터 멀어지는 방향으로 들어올려질 수 있다.
- [0332] 도 19의 고려로부터 이해되는 바와 같이, 스테드(951)로부터 맞물림 기구(950)를 맞물림해제하는 데 사용되는 단계들 중 어느 것도 일 표면의 또 다른 표면 상에서의 슬라이딩 이동을 수반하지 않는다. 대신, 구성요소들이 표면들과의 맞물림으로부터 멀어지는 방향으로 이동되거나, 표면들과의 맞물림 내로 이동된다. 예를 들어, 스프링들의 비고정 단부들(992)은 이들이 먼 쪽 헤드와 접촉할 때 먼 쪽 헤드(953)에 대해 일반적인 수직인 방향으로 이동한다. 일 구성요소 표면의 또 다른 구성요소 표면에 대한 슬라이딩 이동을 회피하는 것이 유익하며, 이는 이러한 슬라이딩 이동이 레티클에 입사할 수 있는 미립자 오염을 발생시켜, 기관 상으로 패턴이 투영되는 정확성에 유해한 영향을 줄 것이기 때문이다.
- [0333] 위에 제공된 마스크 조립체들의 다양한 실시예들의 설명으로부터, 펠리클 프레임에 펠리클을 부착하고 패터닝 디바이스에 펠리클 프레임을 부착함으로써 마스크 조립체가 리소그래피 장치에서의 사용을 위해 준비될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 펠리클 프레임에 의해 패터닝 디바이스에 인접하게 지지되는 펠리클 및 패터닝 디바이스(MA)를 포함하는 마스크 조립체가 리소그래피 장치(LA)와 별개로 준비될 수 있으며, 마스크 조립체는 리소그래피 장치(LA)에서의 사용을 위해 리소그래피 장치(LA)로 수송될 수 있다. 예를 들어, 패턴이 패터닝 디바이스 상으로 부여되는 장소에서, 마스크 조립체를 형성하도록, 펠리클을 지지하는 펠리클 프레임이 패터닝 디바이스에 부착될 수 있다. 이후, 리소그래피 장치(LA)가 위치된 별개의 장소로 마스크 조립체가 수송될 수 있으며, 리소그래피 장치(LA)에서의 사용을 위해 리소그래피 장치(LA)에 마스크 조립체가 제공될 수 있다.
- [0334] 펠리클 프레임에 의해 펠리클이 제 자리에 유지되는 마스크 조립체는 정교할 수 있으며, 마스크 조립체의 수송은 펠리클을 손상시킬 위험성이 있다. 추가적으로, 별도의 환경에서 리소그래피 장치(LA)에 대한 마스크 조립체의 조립은 마스크 조립체가 다양한 압력 조건들에 노출되게 한다. 예를 들어, 마스크 조립체는 주위 압력 조건들 하에서 리소그래피 장치로 수송될 수 있다. 이후, 마스크 조립체는 진공 압력 조건들로 펌핑되는 로드 록을 통해 리소그래피 장치(LA) 내로 로딩될 수 있다. 앞서 설명된 바와 같이, 마스크 조립체가 노출되는 압력 조건들의 변화는 펠리클에 걸쳐 압력차가 존재하게 할 수 있으며, 이는 펠리클을 휘게 할 수 있고, 펠리클을 손상시킬 위험성이 있다. 일 실시예에서, 리소그래피 시스템은 펠리클 프레임 부착 장치에 연결되는 리소그래피 장치(LA)를 포함할 수 있다. 이와 같은 경우, 마스크 및 펠리클을 포함하는 마스크 조립체는 제어된 환경(예를 들어, 진공 환경)에서 유지되면서 펠리클 프레임 부착 장치로부터 리소그래피 장치로 바로 이송될 수 있다.
- [0335] 도 20은 마스크 조립체(815)를 조립하고 리소그래피 장치(LA)로 마스크 조립체를 이송하기에 적합한 장치의 개략도이다. 도 20은 펠리클 프레임(817)에 펠리클(819)을 부착하는 데 사용될 수 있는 펠리클 부착 장치(855), 및 펠리클 조립체를 수송하는 데 사용될 수 있는 펠리클 조립체 수송 디바이스(881)를 도시한다. 또한, 마스크(MA)에 스테드들(851)을 부착하는 데 사용될 수 있는 스테드 부착 장치(840), 및 부착된 스테드들을 갖는 마스크를 수송하는 데 사용될 수 있는 마스크 수송 디바이스(880)가 도시된다. 또한, 마스크(MA)에 펠리클 프레임(817)[및 펠리클(819)]을 부착하여 마스크 조립체(815)를 형성하는 데 사용될 수 있는 펠리클 프레임 부착 장치(857)가 도시된다. 또한, 펠리클 프레임 부착 장치(857)로부터 리소그래피 장치(LA)로 마스크 조립체(815)를 수송하는 데 사용될 수 있는 마스크 조립체 수송 디바이스(853)가 도시된다.

- [0336] 펠리클 부착 장치(855)는 리소그래피 장치가 위치된 장소와 상이한 장소에 위치될 수 있다. 스테드 부착 장치(840)는 리소그래피 장치(LA)가 위치된 장소와 상이한 장소에 위치될 수 있다. 대안적으로, 펠리클 부착 장치(855) 및 스테드 부착 장치(840) 중 어느 하나 또는 둘 모두는 리소그래피 장치(LA)가 위치된 장소와 동일한 장소에 [예를 들어, 리소그래피 펠(lithographic fab)에] 위치될 수 있다.
- [0337] 펠리클 부착 장치(855)는 펠리클(819), 펠리클 프레임(817) 및 맞물림 기구들(예시되지 않음)을 수용한다. 펠리클(819) 및 펠리클 프레임(817)은 수동으로 펠리클 부착 장치(855)에 배치될 수 있다. 펠리클 프레임(817) 내의 맞물림 기구 수용 개구부들(예를 들어, 상기에 더 자세히 설명된 위치들)에 접착제가 배분된다. 접착제 배분은 수동일 수 있거나, 자동(또는 부분 자동)일 수 있다. 맞물림 기구들 및 펠리클 프레임(817)은 (예를 들어, 기계적 정렬 장치를 이용하여) 서로에 대해 정렬되며, 이후 맞물림 기구들이 펠리클 프레임 내의 개구부들 내로 삽입된다.
- [0338] 또한, 펠리클 프레임(817) 상의 펠리클 수용 위치들(예를 들어, 상기에 더 자세히 설명된 위치들)에 접착제가 배분된다. 접착제 배분은 수동일 수 있거나, 자동(또는 부분 자동)일 수 있다. 광학 시스템이 펠리클 프레임(817)에 대해 펠리클(819)을 정렬하는 데 사용되며, 이후 펠리클은 펠리클 프레임에 대해 클램핑된다.
- [0339] 펠리클(819)은 접착제를 경화시키기에 충분한 시간 동안 실온에서 펠리클 프레임(817)에 대해 클램핑된 상태로 유지됨에 따라, 펠리클 프레임에 펠리클이 고정된다. 이후, 클램프가 제거된다. 이후, (펠리클 부착 장치의 일부분을 형성할 수 있는) 경화 오븐(curing oven)을 이용하여, 상승된 온도에서 접착제의 추가 경화가 수행된다. 또한, 이는 펠리클 프레임(817)에 맞물림 기구들을 부착시키는 접착제들도 경화시킬 것이다.
- [0340] 상기에는 접착제를 이용하여 펠리클 프레임(817)에 펠리클(819)을 부착하는 것이 설명되지만, 펠리클은 여하한 의 적합한 부착 수단(접착제를 사용하지 않는 것을 포함함)을 이용하여 펠리클 프레임에 부착될 수 있다.
- [0341] 결과적인 펠리클 조립체(816)는 입자 검사 틀을 이용하여 검사된다. 입자 검사 틀은 펠리클 부착 장치(855)의 일부분을 형성할 수 있다(또는 별도의 틀일 수 있다). 입자 검사 틀은 펠리클(819) 및/또는 펠리클 프레임(817)에 놓인 입자들을 검사하도록 구성될 수 있다. 입자 검사 틀은, 예를 들어 주어진 입자 임계치보다 큰 입자 수를 갖는 펠리클 조립체를 거절할 수 있다. 또한, 입자 검사 틀은 펠리클 및 펠리클 프레임이 함께 접촉되기 전에 펠리클(819) 및/또는 펠리클 프레임(817)을 검사하는 데 사용될 수 있다.
- [0342] 펠리클 부착 장치(855)는, 검사 후, 펠리클 조립체 수송 디바이스(881)(시일링된 박스) 내에 펠리클 조립체(816)를 시일링하도록 구성된다. 도시된 바와 같이, 펠리클 조립체 수송 디바이스(881)는 펠리클(819)이 펠리클 프레임(817) 아래에 있는 방위로 펠리클 조립체를 유지하도록 배치될 수 있다. 수송 디바이스(881)가 시일링되기 때문에, 펠리클 조립체(816)가 오염되지 않고 펠리클 조립체가 수송될 수 있다. 펠리클 조립체(816)는 수송 디바이스(881) 내에서 펠리클 프레임 부착 장치(857)로 수송될 수 있다.
- [0343] 펠리클 부착 장치(855)는 시일링된 환경을 포함할 수 있다. 시일링된 환경은 청정 환경으로서 유지될 수 있어, 시일링된 환경 내부의 입자들의 수를 감소시킴에 따라, 펠리클(819)에 침적될 수 있는 입자들의 수를 감소시킨다. 시일링된 환경은, 예를 들어 시일링된 환경에 진공을 유지하기 위해 펌핑될 수 있다. 펠리클 부착 장치(855)는, 예를 들어 펠리클들이 제조되는 장소에 위치될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 펠리클(819)이 제조되는 펠리클 제조 틀(도시되지 않음)로부터 바로 펠리클 부착 장치(855)에 펠리클(819)이 제공될 수 있다. 예를 들어, 시일링된 청정 환경 내부에 펠리클(819)을 유지하면서, 펠리클 제조 틀로부터 펠리클 부착 장치(855)에 펠리클(819)이 제공될 수 있다. 이는 펠리클(819)이 펠리클 부착 장치(855)에 제공되기 전에 오염되거나 손상될 가능성을 감소시킬 수 있다.
- [0344] 펠리클 프레임(817)에 펠리클(819)의 부착은 펠리클(819)의 바람직한 장력을 달성하도록 제어될 수 있다. 예를 들어, 펠리클(819)의 장력은 펠리클 프레임(817)에 펠리클(819)의 부착 시 또는 후에 측정될 수 있으며, 그 측정에 응하여 장력이 조정될 수 있어 펠리클(819)의 바람직한 장력을 달성한다. 펠리클(819)의 장력은, 예를 들어 펠리클(819)을 늘리기 위해 펠리클 프레임(817)의 구성요소들에 외향력을 인가함으로써 유지될 수 있다.
- [0345] 일 실시예에서, (마스크라고도 칭해질 수 있는) 패터닝 디바이스(MA)에 (예를 들어, 도 12 내지 도 19와 연계하여 앞서 설명된 바와 같은) 맞물림 기구들에 의해 수용되는 돌출부들이 제공될 수 있다. 패터닝 디바이스는, 예를 들어 4 개의 돌출부들(본 명세서에서 스테드들이라고도 함)을 수용할 수 있다. 도 20에 도시된 바와 같이, 스테드 부착 장치(840)는 마스크(MA)에 스테드들(851)을 부착하는 데 사용될 수 있다.
- [0346] 스테드들(851) 및 마스크(MA)는 스테드 부착 장치(840)에 수동으로 배치될 수 있다. 마스크(MA)는 스테드 부착

장치(840)의 나머지 부분과 분리되는 제어된 환경(841)에 유지될 수 있다. 마스크(MA)와 접촉하기 위해 스테드들(851)이 돌기될 수 있는 개구부들을 갖는 격벽(842)에 의해 분리가 제공될 수 있다. 제어된 환경(841)은 (예를 들어, 유출구를 통해 제어된 환경 내에 가스를 전달함으로써) 스테드 부착 장치(840)의 다른 부분들보다 높은 압력에서 유지될 수 있다. 이는 스테드 부착 장치의 다른 부분들로부터 제어된 환경(841) 내로 오염 입자들의 통행을 저지 또는 방지할 것이다.

- [0347] 스테드 부착 장치(840)는 스테드들을 정확히 배치하기 위해 로봇 또는 액추에이터와 같은 스테드 매니플레이터 (도시되지 않음)를 포함할 수 있다. 패터닝 디바이스 상으로 스테드들을 배치하기에 적합한 액추에이터의 일 예시는 로렌즈 액추에이터(도시되지 않음)이다. 또한, 스테드 부착 장치(840)는 마스크(MA)에 부착될 스테드 표면에 주어진 양의 접착제 또는 접착물질을 자동으로 제공하는 디바이스를 포함할 수 있다(하지만, 접착물질의 적용이 수동으로 미리 행해질 수도 있음).
- [0348] 스테드 부착 장치(840)는 스테드들을 정확히 위치시키기 위해 레티클에 존재하는 정렬 마커들에 대하여 스테드들을 정렬하는 광학 정렬 시스템을 더 포함할 수 있다. 예를 들어, 통상적으로 마스크에 제공되고 패턴 정렬을 위해 사용되는 정렬 마커들이 스테드들을 정렬하는 데에도 사용될 수 있다.
- [0349] 스테드 부착 장치는 마스크(MA)의 위치를 조정하기 위해 X-Y-Z 및 Rz 방향들로 이동가능한 마스크 테이블을 포함할 수 있다. 마스크(MA)를 지지하는 테이블의 위치는 개략 및 미세 기계 조정 디바이스들에 의해 수동으로, 또는 자동(또는 반-자동) 액추에이터들 또는 패터닝 디바이스 테이블에 커플링되는 정렬 및 위치설정 에 적합한 여하한 다른 타입의 디바이스들을 이용하여 조정가능할 수 있다.
- [0350] 스테드들(851)과 마스크(MA)가 정렬되었으면, 이후 스테드들은 로렌즈 액추에이터들을 이용하여 마스크(MA)에 대해 가압된다. 로렌즈 액추에이터들은 스테드들을 z-방향으로만 이동시키도록 구성될 수 있다. 스테드들(851)은 접착제를 경화시키기에 충분한 시간 동안 실온에서 마스크(MA)에 대해 유지됨에 따라, 마스크에 스테드들이 고정된다. 이후, [스테드 부착 장치(840)의 일부분을 형성할 수 있는] 경화 오븐을 이용하여, 상승된 온도에서 접착제의 추가 경화가 수행된다.
- [0351] 마스크(MA) 및 스테드들(851)은 [스테드 부착 장치(840)의 일부분을 형성할 수 있는] 입자 검사 툴을 이용하여 검사될 수 있다.
- [0352] 스테드 부착 장치(840)는 마스크(MA) 수송 디바이스(880)(시일링된 박스) 내에 마스크(MA) 및 스테드들(851)을 시일링한다. 마스크 수송 디바이스(880)가 시일링되기 때문에, 마스크가 오염되지 않고 마스크(MA) 및 스테드들(851)이 수송될 수 있다. 마스크(MA) 및 스테드들은 수송 디바이스(880) 내에서 펠리클 프레임 부착 장치(857)로 수송될 수 있다.
- [0353] 일 실시예에서, 마스크는 (오염의 위험을 감소시키기 위해) 시일링된 박스 내에서 스테드 부착 장치(840)에 제공된다. 박스는 스테드들(851)이 마스크(MA)에 부착되기 바로 직전까지 시일링된 채로 유지될 수 있어, 오염물이 마스크로 이동할 수 있는 시간을 최소화한다.
- [0354] 스테드 부착 장치(840)의 제어된 환경(841)은 하우징(housing)에 의해 부분적으로 제공될 수 있으며, 이는 후속하여 마스크(MA) 수송 디바이스(880)(시일링된 박스)의 일부분을 형성한다. 하우징은 수송 디바이스(880)의 벽과 지붕을 형성할 수 있으며, 수송 디바이스의 바닥은 스테드들(851)이 부착된 후(예를 들어, 직후) 끼워지는 플레이트에 의해 형성된다. 이러한 방식으로 하우징의 이용은 오염물이 마스크(MA)에 입사하는 것을 방지하는데 도움을 줄 수 있다. 하우징은 포드(pod)의 커버를 포함할 수 있다. 스테드 부착 장치(840)의 마스크 테이블은 하우징을 수용하도록 구성될 수 있다.
- [0355] 유사하게, 펠리클 부착 장치(855) 또한 하우징에 의해 부분적으로 형성될 수 있으며, 이는 후속하여 펠리클 조립체 수송 디바이스(881)의 일부분을 형성한다.
- [0356] 수송 디바이스(881) 내의 펠리클 조립체(816) 및 수송 디바이스(880) 내의 마스크(MA)[및 스테드들(851)]는 둘 다 펠리클 프레임 부착 장치(857)로 수송된다. 또한, 펠리클 프레임 부착 장치(857)는 하나 이상의 리소그래피 장치가 제공되는 랩에 제공될 수 있다.
- [0357] 펠리클 프레임 부착 장치(857)는 패터닝 디바이스(MA) 상의 스테드들(851)에 펠리클 조립체(816)의 펠리클 프레임(817)을 부착하도록 구성되어, 마스크 조립체(815)를 형성한다. 펠리클 프레임 부착 장치(857)는 펠리클 프레임 부착 장치의 나머지 부분으로부터 분리되는 제어된 환경(859)을 포함할 수 있다. 액추에이터들이 연장되는 개구부들을 갖는 격벽(862)에 의해 분리가 제공될 수 있다(이는 도 20에 도시되지 않음). 액추에이터들은

제어 시스템(870)에 의해 작동된다(이는 아래에 더 자세히 설명됨). 제어된 환경(859)은 청정 환경으로서 유지될 수 있어, 제어된 환경 내부의 입자들의 수를 감소시킴에 따라, 마스크 조립체(815)에 침적될 수 있는 입자들의 수를 감소시킨다. 제어된 환경(859)은 (예를 들어, 유출구를 통해 제어된 환경 내에 가스를 전달함으로써) 펠리클 프레임 부착 장치(857)의 다른 부분들보다 높은 압력에서 유지될 수 있다. 이는 펠리클 프레임 부착 장치(857)의 다른 부분들로부터 제어된 환경(859) 내로 오염 입자들의 통행을 저지 또는 방지할 것이다.

[0358] 펠리클 프레임 부착 장치(857)에 의해 조립되는 마스크 조립체(815)는 마스크 조립체 수송 디바이스(853) 내에서 펠리클 프레임 부착 장치로부터 리소그래피 장치(LA)로 수송된다. 마스크 조립체 수송 디바이스(853)는 청정 환경을 포함할 수 있으며, 이 환경에서 마스크 조립체(815)가 수송된다. 이는 마스크 조립체의 수송 중에 마스크 조립체(815)가 오염되거나 손상될 가능성을 감소시킨다. 시일링된 청정 환경은, 예를 들어 진공으로 펌핑될 수 있다.

[0359] 펠리클 프레임 부착 장치(857)는 패터닝 디바이스에/패터닝 디바이스로부터 펠리클 조립체(816)를 장착, 장착분해(demount) 또는 재장착하는 데 사용될 수 있다. 펠리클 프레임 부착 장치(857)는 맞물림 기구들을 위한 클립 매니퓰레이터(clip manipulator)들을 포함할 수 있으며, 이들은 패터닝 디바이스를 지지하는 플레이트에 배치된 승강가능한 플레이트(liftable plate)에 고정된다.

[0360] 패터닝 디바이스(MA)에, 예를 들어 정렬 마크들이 제공될 수 있다. 펠리클 프레임(817)은 패터닝 디바이스 상의 정렬 마크들에 대해 위치될 수 있다. 패터닝 디바이스 상의 정렬 마크들에 대한 펠리클 프레임(817)의 정렬은, 패터닝 디바이스(MA)에 펠리클 프레임(817)의 부착 시 펠리클 프레임(817)이 패터닝 디바이스(MA)에 위치되는 정확성을 증가시킬 수 있어 유익하다.

[0361] 몇몇 실시예들에서, 패터닝 디바이스(MA)는, 예를 들어 패터닝 디바이스(MA)로부터 입자들을 제거하기 위해 펠리클 프레임 부착 장치(857)에서 세정될 수 있다. 다른 실시예들에서, 패터닝 디바이스(MA)의 세정은 전용 세정 툴에서 수행될 수 있다.

[0362] 예시된 실시예들은 펠리클 프레임이 마스크의 정면에 부착되는 것으로 나타나 있지만, 다른 실시예들에서 펠리클 프레임은 마스크의 다른 부분들에 부착될 수 있다. 예를 들어, 펠리클 프레임은 마스크의 측면들에 부착될 수 있다. 이는, 예를 들어 마스크의 측면들과 펠리클 프레임 사이에 해제가능하게 맞물림가능한 부착을 제공하는 서브-마운트들을 이용하여 달성될 수 있다. 대안적인 구성에서, 펠리클 프레임은 마스크 측면들 상의 몇몇 부착 위치들과 마스크 정면 상의 몇몇 부착 위치들의 조합을 통해 마스크에 부착될 수 있다. 예를 들어, 펠리클 프레임과 마스크를 해제가능하게 맞물리게 하는 서브-마운트들에 의해 부착이 제공될 수 있다.

[0363] 몇몇 실시예들에서, 펠리클 프레임 부착 장치(857)는 입자 검사 툴(도시되지 않음)을 포함할 수 있다. 입자 검사 툴은 마스크 조립체(815)에 놓인 입자들에 대해 마스크 조립체(815)를 검사하도록 구성될 수 있다. 입자 검사 툴은, 예를 들어 마스크 조립체들에 놓인 주어진 입자 임계치보다 큰 입자 수를 갖는 마스크 조립체들(815)을 거절할 수 있다.

[0364] 몇몇 실시예들에서, 펠리클 프레임 부착 장치(857)는 여하한의 결함에 대해 패터닝 디바이스의 패턴을 검사하는 패턴 검사 시스템을 포함할 수 있다. 패턴 검사 시스템은 펠리클 프레임(817)이 패터닝 디바이스(MA)에 부착되기 이전 및/또는 이후에 패터닝 디바이스의 패턴을 검사할 수 있다.

[0365] 패터닝 디바이스(MA)에 펠리클 프레임(817)의 부착은 펠리클(819)의 바람직한 장력을 달성하도록 제어될 수 있다. 예를 들어, 펠리클(819)의 장력은 패터닝 디바이스(MA)에 펠리클 프레임(817)의 부착 시 측정될 수 있고, 그 측정에 응하여 장력이 조정될 수 있어 펠리클(819)의 원하는 장력을 달성한다. 리소그래피 장치(LA)는, 예를 들어 도 1에 도시된 리소그래피 장치(LA)와 유사할 수 있다. 리소그래피 장치(LA)는, 마스크 조립체 수송 디바이스(853)로부터 마스크 조립체(815)를 수용하고 리소그래피 장치(LA)의 지지 구조체(MT) 상으로 마스크 조립체(815)를 로딩하도록 구성된 구성요소들을 포함할 수 있다. 마스크 조립체(815)는 조명 시스템(IL)에 의해 제공되는 컨디셔닝된 방사선 빔(B)으로 조명될 수 있다. 마스크 조립체(815)의 패터닝 디바이스(MA)는 컨디셔닝된 방사선 빔의 단면에 패턴을 부여하여 패터닝된 방사선 빔을 형성할 수 있다. 패터닝된 방사선 빔은 기관 테이블(WT)에 의해 유지되는 기관(W) 상으로 투영 시스템(PS)에 의해 투영될 수 있다. 컨디셔닝된 방사선 빔은, 예를 들어 EUV 방사선을 포함할 수 있다. 컨디셔닝된 방사선 빔이 EUV 방사선을 포함하는 실시예들에서, 마스크 조립체(815)의 펠리클(819)은 EUV 방사선에 실질적으로 투명할 수 있다.

[0366] 몇몇 실시예들에서, 펠리클 조립체(816)가 패터닝 디바이스(MA)에 부착되어 펠리클 프레임 부착 장치(857) 내의 진공 조건들 하에서 마스크 조립체(815)를 형성한다. 마스크 조립체(815)는 후속하여 마스크 조립체 수송 디바이스

이스(853)에 의해 진공 조건들 하에서 리소그래피 장치(LA)로 수송될 수 있고, 진공 조건들 하에서 리소그래피 장치(LA)에 유지될 수 있다. 그러므로, 마스크 조립체(815)는 펠리클 프레임 부착 장치(857) 내에서 그 조립체 전반에 걸쳐 또한 리소그래피 장치(LA) 내에서의 사용 전반에 걸쳐 거의 동일한 압력 조건들에 노출될 수 있다. 유익하게, 이는 마스크 조립체(815)가 노출되는 여하한 압력 변화를 감소시키며, 이에 따라 펠리클(819)에 걸쳐 조성될 수 있는 여하한 압력차를 감소시킨다. 마스크 조립체(815)가 [예를 들어, 그 조립체 및 사용 전반에 걸쳐 마스크 조립체(815)를 진공으로 유지함으로써] 비교적 안정한 압력 조건들에 노출되는 경우, 펠리클(819)에 걸쳐 압력 균등을 허용하기 위해 펠리클(819)과 패터닝 디바이스(MA) 사이의 부피 내로 또한 이로부터 공기유동을 위한 수단을 제공할 필요성이 감소된다. 이는, 예를 들어 펠리클 프레임(817)에 제공되는 필터들 및/또는 구멍들의 개수 및 크기가 감소되게 할 수 있어 펠리클 프레임(817)의 디자인을 단순화할 수 있음에 따라 유익하다.

[0367] 몇몇 실시예들에서는, 패터닝 디바이스(MA) 및/또는 펠리클(819)이 펠리클 프레임 부착 장치(857)에서 입자 및/또는 결함에 대해 검사될 수 있는 한편, 구성요소들은 진공으로 유지된다. 그러므로, 패터닝 디바이스(MA) 및/또는 펠리클(819)은 유익하게 이들이 리소그래피 장치(LA)에서 사용 시 노출되는 압력 조건들과 유사한 압력 조건들 하에서 검사된다. 이는, 진공 조건들로 펌핑 다운(pumping down) 시 패터닝 디바이스(MA) 및/또는 펠리클 상에 침적될 수 있는 여하한 입자들이 펠리클 프레임 부착 장치(857) 내에서 검출될 수 있기 때문에 유익하다.

[0368] 몇몇 실시예들에서, 리소그래피 시스템(LS)은 입자 및/또는 결함에 대해 마스크 조립체(815)의 하나 이상의 구성요소를 검사하도록 구성된 별도의 검사 장치(도시되지 않음)를 더 포함할 수 있다. 예를 들어, 마스크 조립체(815)는 펠리클 프레임 부착 장치(857)에 조립된 후에 그리고 리소그래피 장치(LA)로 마스크 조립체(815)를 수송하기 전에 [예를 들어, 마스크 조립체 수송 디바이스(853)에 의해] 검사 장치로 수송될 수 있다.

[0369] 앞서 설명된 바와 같은 본 발명의 실시예들은 유익하게 마스크 조립체(815)가 조립되게 하고 자동(또는 반-자동) 공정에서 리소그래피 장치(LA)로 보내지게 한다. 마스크 조립체(815)의 조립 및 수송은 모두, 예를 들어 진공 압력 조건들로 펌핑될 수 있는 시일링된 청정 환경에서 수행될 수 있다. 이는 리소그래피 장치(LA)에서 마스크 조립체(815)의 사용 전에 마스크 조립체(815)의 구성요소들이 오염되거나 손상될 가능성을 감소시킬 수 있다.

[0370] 일반적으로, 펠리클(819)의 유효 수명(useful lifetime)은 패터닝 디바이스(MA)의 유효 수명보다 짧을 수 있다. 그러므로, 패터닝 디바이스(MA)로부터 펠리클 조립체(816)를 제거하고 펠리클 조립체를 새로운 펠리클 조립체로 교체하여 패터닝 디바이스(MA)의 반복된 사용을 허용하는 것이 바람직할 수 있다. 펠리클 조립체(816)의 교체는, 예를 들어 펠리클 프레임 부착 장치(857)에서 수행될 수 있다. 예를 들어, 리소그래피 장치(LA)에서 사용 후, 마스크 조립체(815)는 펠리클 프레임 부착 장치(857)에서 펠리클 조립체 교체를 위해 마스크 조립체 수송 디바이스(853)를 이용하여 펠리클 프레임 부착 장치(857)로 다시 보내질 수 있다. 패터닝 디바이스(MA)는 펠리클 조립체(816)가 제거된 후 패터닝 디바이스(MA)로부터 오염물을 제거하기 위해 세정 공정을 거칠 수 있다.

[0371] 도 20에 도시된 다양한 작동 동안 마스크(MA)의 패터닝된 측면이 아래쪽으로 지향됨을 유의할 것이다. 마스크(MA)의 패터닝된 측면을 아래로 향하게 유지하는 것은, 오염 입자가 패터닝에 입사할 가능성을 감소시키기 때문에 유익하다(오염 입자들은 아래쪽으로 떨어지려는 경향이 있으며, 따라서 마스크의 반대쪽 측면에 입사할 것이다).

[0372] 펠리클 프레임 부착 장치(857)의 일 실시예가 도 21 및 도 22에 도시된다. 도 21은 펠리클 프레임 부착 장치(857)의 일부분을 나타낸 사시도이고, 도 22는 위에서 본 격벽(862)을 나타낸다.

[0373] 먼저 도 21을 참조하면, 펠리클 조립체(816)는 펠리클 프레임 부착 장치(857)의 지지체들(890)에 의해 유지된다. 펠리클 조립체(816)의 프레임(817)에는 도 17 및 도 18과 연계하여 앞서 자세히 설명된 맞물림 기구들과 상응하는 4 개의 맞물림 기구들(950)이 제공된다. 펠리클 프레임 부착 장치(857)는 액추에이터들, 정렬 시스템들 및 센서들을 포함하는 제어 시스템(870)을 포함한다. 액추에이터들(이 중 하나가 도면에 나타나 있으며 891로 표기됨)은 X, Y, Z 및 Rz 방향으로 펠리클 조립체(816)의 위치를 조정하는 데 사용될 수 있다. 제어 시스템(870)은 2 개의 이미징 센서들(892)을 포함하고, 이 중 하나가 도면에 나타나 있으며, 펠리클 프레임(817)의 일부분들을 보도록 위치된다. 이미징 센서들(892)은 펠리클 프레임(817)의 코너들을 보도록 위치될 수 있다. 또한, 제어 시스템(870)은 마스크(MA)에 제공된 정렬 마크들을 보도록 구성된 정렬 시스템들(도면에 나타나 있지 않음)을 포함한다. 이러한 정렬 시스템들은 해당 기술분야에 잘 알려져 있으며, 여기서 자세히 설명되지 않는다. 격벽(862)은 제어 시스템(870)과 펠리클 조립체(816)를 분리한다.

- [0374] 도 22는 격벽(862)의 상세도이다. 알 수 있는 바와 같이, 격벽(862)에는 4 개의 윈도우들이 제공된다. 윈도우들 중 2 개(893)는 정렬 시스템이 마스크(MA)에 제공된 정렬 마크를 볼 수 있도록 위치된다. 다른 두 개의 윈도우들(894)은 이미징 시스템(892)이 펠리클 프레임(817)을 볼 수 있도록(예를 들어, 펠리클 프레임의 코너들을 볼 수 있도록) 위치된다. 윈도우들(893, 894)은, 예를 들어 석영으로 형성될 수 있다.
- [0375] 또한, 격벽(862)에는 구멍들(895)의 세트들이 제공되며, 구멍들의 세트들은 펠리클 조립체(816)의 맞물림 기구(950)의 위치들과 상응하도록 위치된다. 구멍들(895)의 한 세트가 도 22의 우측편에 자세히 도시되어 있다. 보여지는 바와 같이 4 개의 구멍들이 제공된다. 구멍들 중 3 개(896)는 펠리클 프레임 부착 장치(857)의 핀들(860, 861)을 수용하도록 치수화된다. 나머지 구멍(897)은 펠리클 프레임 부착 장치의 액추에이터 아암들(863)을 수용하도록 치수화된다. 핀들(860, 861) 및 액추에이터 아암들(863)은 도 17에 도시된 핀들 및 액추에이터 아암들과 상응한다. 도 22로부터 알 수 있는 바와 같이, 개구부들(896, 897)은 핀들(860, 861) 및 액추에이터 아암들(863)의 x 및 y 방향 이동을 허용하도록 충분히 크다.
- [0376] 사용 시, 스테드들(851)(도 21에 도시되지 않음)을 갖는 마스크(MA) 및 펠리클 조립체(816)가 펠리클 프레임 부착 장치(857) 내로 로딩된다. 이들은 오염에 노출되지 않고 펠리클 프레임 부착 장치(857) 내로 이송될 수 있다. 예를 들어, 수송 디바이스들(880, 881)이 펠리클 프레임 부착 장치(857) 내의 로드 록들(도시되지 않음)에 수용될 수 있고, 로드 록들 내의 수송 디바이스들로부터 펠리클 조립체(816) 및 마스크(MA)가 제거될 수 있다. 이후, 펠리클 조립체(816) 및 마스크(MA)는 격벽(862) 위의 제어된 환경(859)으로 이송될 수 있다.
- [0377] 위에 더 자세히 설명된 바와 같이, 격벽(862) 위의 제어된 환경(859)은 격벽 밑의 압력보다 높은 압력에서 유지될 수 있다. 도 22로부터 알 수 있는 바와 같이, 격벽(862) 내의 개구부들(896, 897)은 비교적 작으며, 따라서 개구부들을 통해 제어된 환경 내로 오염물이 통과할 가능성을 제한한다. 이러한 가능성은 공급 격벽(feed partition: 862)의 환경에 대한 제어된 환경(859)의 과압력에 의해 더 감소된다.
- [0378] 정렬 시스템(도시되지 않음) 및 이미징 시스템(892)은 마스크(MA)에 대해 펠리클 조립체(816)의 위치를 모니터링하는 데 사용된다. 마스크(MA)는 (예를 들어, 정전기 클램프를 이용하여) 제 위치에 클램핑될 수 있다. 펠리클 조립체(816)는 핀들(861) 위에 놓이며, 액추에이터들(891)을 이용하여 펠리클 조립체의 위치가 조정될 수 있다. 액추에이터들은 핀들(860, 861) 및 액추에이터 아암들(863)의 위치를 제어한다(이들은 모두 함께 이동한다). 액추에이터들(891)의 작동은 수동일 수 있거나, 자동화 제어기에 의해 제어될 수 있다. 펠리클 조립체(816)가 마스크(MA)에 대해 위치되었으면, 핀들(860) 및 액추에이터 아암들(863)은 스테드들(951)에 대해 맞물림 기구(950)를 맞물리게 하도록 사용된다.
- [0379] 맞물림 기구(950)가 스테드들(951)과 맞물리는 공정은 도 19에 도시된 공정의 역이며, 도 19를 참조하여 이해될 수 있다. 하지만, 펠리클 프레임 부착 장치(857) 내에서의 맞물림 기구(950) 및 스테드들(951)은 도 19에 도시된 것에 대해 반대됨에 따라, 다음의 설명에서 위쪽 방향에 대한 언급은 도 19의 아래쪽 방향과 상응한다(또한, 그 반대로도 가능함). 간단히 말해서, 액추에이터 아암들(863)은 스프링들(992)의 단부들을 멀어지게 민 후, 제 3 연결 부재(984)를 위쪽으로 민다. 이는 스테드(951)의 먼 쪽 헤드(953)와 제 3 연결 부재(984)의 블록(985) 사이에 공간을 생성한다. 이후, 액추에이터 아암들(863)은 함께 뒤로 이동하여 스프링 단부들(992)이 그들 자체의 탄성 편향으로 먼 쪽 헤드(953)와 블록(985) 사이의 공간에 들어가게 한다. 이후, 핀들(860)이 수축되어 제 3 연결 부재(984)가 그 자체의 탄성 편향으로 아래쪽을 향해 이동함에 따라 스프링 단부(992)가 제 자리에 고정된다. 제 3 연결 부재(984)에 의해 인가되는 탄성 편향으로 인해, 맞물림 기구(950)의 캡(966)이 스테드(951)의 먼 쪽 헤드(953)에 대해 가압한다.
- [0380] 이러한 방식으로, 4 개의 맞물림 기구들(950)이 각각 스테드(951)와 맞물리게 되어, 마스크(MA)에 펠리클 조립체(816)를 고정시킨다. 상기에 자세히 언급된 바와 같이, 마스크(MA)에 펠리클 조립체(816)를 부착하는 이 방법은 서로에 대한 구성요소들의 여하한 슬라이딩 이동을 요구하지 않으며, 따라서 오염 입자들이 발생하는 위험성이 최소화된다.
- [0381] 핀들(860, 861) 및 액추에이터 아암들(863)의 작동은 수동, 자동 또는 반-자동일 수 있다.
- [0382] 맞물림 기구(950)와 접촉하는 핀들(860, 861)의 표면에 폴리에테르 에테르 케톤(PEEK) 또는 여타의 강건한 재료와 같은 재료의 코팅이 제공될 수 있다. 유사하게, 맞물림 기구(950)와 접촉하는 액추에이터 아암들(863)의 표면들에 PEEK 또는 여타의 강건한 재료의 코팅이 제공될 수 있다.
- [0383] 펠리클 조립체(816) 및 마스크(MA)가 함께 연결되어 마스크 조립체(815)를 형성했으면, 마스크 조립체는 리소그래피 장치(LA)로의 수송을 위해 마스크 조립체 수송 디바이스(853)에 배치될 수 있다.

- [0384] (예를 들어, 펠리클에 오염이 검출된 경우) 마스크(MA)로부터 펠리클 조립체(816)를 제거하는 것이 요구될 수 있다. 이 제거는 펠리클 프레임 부착 장치(857)에 의해 수행될 수 있다. 예를 들어, 도 19에 도시되고 앞서 더 자세히 설명된 단계들을 이용하여 수행될 수 있다.
- [0385] 마스크(MA)로부터 스테드들(851)을 제거하는 것이 요구될 수 있다. 이 제거는 스테드 제거 장치(도시되지 않음)를 이용하여 수행될 수 있다. 스테드 제거 장치는 일반적으로 스테드 부착 장치(840)와 상응하는 형태를 가질 수 있다. 예를 들어, 스테드 제거 장치는 스테드 제거 시 마스크(MA)가 유지되는 제어된 환경을 포함할 수 있고, 제어된 환경은 장치의 다른 부분들보다 높은 압력을 갖는다. 스테드 제거 튜브, 예를 들어 마스크(MA)에 스테드들을 부착시킨 접착제를 녹이기 위해 스테드들을 가열하는 가열기들을 포함하고, 스테드들(851)의 단부들을 수용하도록 배치된 액추에이터들을 포함할 수 있다. 스테드들에 가열기들 및 액추에이터들의 정렬은 수동, 반-자동화 또는 자동화 시스템을 이용하여 수행될 수 있다. 접착제가 녹았으면, 로렌츠 액추에이터들과 같은 액추에이터들을 이용하여 스테드들이 마스크(MA)로부터 제거될 수 있다. 로렌츠 액추에이터들은 스테드들을 z-방향으로만 당기도록 구성될 수 있다. 스테드 제거 장치(851) 내에 제공된 세정 장치를 이용하여 마스크(및 선택적으로는 스테드들)로부터 접착제가 세정될 수 있다. 마스크(MA)는 마스크로부터 오염물을 제거하도록 구성된 세정 장치로의 수송을 위해 시일링된 박스 내로 배치될 수 있다.
- [0386] 일 실시예에서, 접착제를 가열하여 이를 녹이는 대신 적합한 용매의 적용을 통해 접착제가 용해될 수 있다.
- [0387] 스테드 제거 장치는 스테드 부착 장치(840)와 동일한 장치일 수 있다. 즉, 스테드들을 부착하고 스테드들을 제거하는 데 동일한 장치가 사용될 수 있다.
- [0388] 이제, 스테드 부착 및 스테드 제거 장치들의 실시예들이 도 23 내지 도 27과 연계하여 설명된다.
- [0389] 스테드 부착 장치(840)의 일 실시예가 도 23에 자세히 도시된다(스테드들은 돌출부들이라고도 칭해질 수 있음). 스테드들은 도 26과 연계하여 아래에 자세히 설명되는 바와 같이 스테드 매니플레이터를 이용하여 패터닝 디바이스(예를 들어, 마스크)에 부착된다. 액추에이터들은 스테드들이 마스크에 고정되기 전에 스테드들의 위치를 X, Y, Z 및 Rz 방향들로 조정하는 데 사용될 수 있다(액추에이터들은 스테드 매니플레이터들의 위치들을 조정할 수 있다). 액추에이터들은 자동, 수동 또는 반-자동(즉, 부분 자동 및 부분 수동)일 수 있다. 격벽(842)은 마스크가 제공되는 제어된 환경으로부터 액추에이터들을 분리한다. 액추에이터들은 격벽(842) 밑에 위치한 박스(843) 내에 제공될 수 있다. 정렬 측정 시스템들 또한 격벽(842) 밑에 위치된다. 정렬 측정 시스템들은, 예를 들어 돌출부들(스테드들)이 마스크에 고정되기 전에 올바른 지점들에 위치되는 것을 보장하는 데 사용되는 이미징 시스템들을 포함할 수 있다.
- [0390] 또한, 도 23에는 하우징(879)을 올리고 내리는 데 사용될 수 있는 리프트 유닛(845)이 도시되며, 이는 (도 20과 연계하여 상기에 자세히 설명된) 마스크 수송 디바이스(880)의 일부분을 형성할 것이다. 리프트 유닛(845)과 함께 마스크(도시되지 않음) 및 하우징(879)이 제어된 환경에 제공될 수 있다(벽들은 도시되지 않음). 제어된 환경은 격벽(842)의 반대쪽 측면의 압력보다 높은 압력에서 유지될 수 있어, 격벽 내의 개구부들을 통해 제어된 환경 내로 오염물이 유동하는 것이 저지된다. 제어된 환경에는 유입구로부터 가스의 유동이 제공될 수 있고, 유출구를 포함할 수 있으며, 이를 통해 가스가 유동할 수 있다[유동은 제어된 환경의 압력이 격벽(842) 아래의 압력보다 높은 수준으로 유지될 수 있도록 충분히 구속된다]. 이러한 가스 유동은 제어된 환경으로부터 오염물을 제거하는 데 도움을 줄 수 있다. 오염물을 수집하는 필터가 가스 유입구에 제공될 수 있어, 오염물이 제어된 환경에 들어가는 것을 방지 또는 저지할 수 있다.
- [0391] 마스크가 스테드 부착 장치(840)와 접촉하는 지점들에 PEEK 또는 여타의 강건한 재료의 코팅이 제공될 수 있다. 유사하게, 마스크가 하우징(879)과 접촉하는 지점들에 PEEK 또는 여타의 강건한 재료의 코팅이 제공될 수 있다.
- [0392] 스테드 부착 장치(840)의 일부가 도 24에 자세히 도시된다. 스테드(851) 및 패터닝 디바이스(MA)(예를 들어, 마스크)와 함께 스테드 매니플레이터(1100)가 도시된다. 또한, 스테드 매니플레이터(1100)가 제공되는 환경으로부터, 패터닝 디바이스가 제공되는 환경을 분리하는 격벽(842)이 제공된다. 스테드 매니플레이터(1100)는 스테드(851)(또한, 돌출부라고도 칭해질 수 있음)를 수용하고 스테드(851)의 최하면이 컵으로부터 바깥쪽을 향하도록 치수화된 컵(cup: 1102)을 포함한다. 컵(1102)은, 예를 들어 PEEK 또는 여타의 강건한 재료로 형성될 수 있다. 컵(1102)은 매니플레이터 몸체(1106) 상에 지지되는 매니플레이터 헤드(1104) 내에 유지된다. 매니플레이터 몸체에 제공되는 플랜지(flange: 1110)에 대해 스프링(1108)이 수용되고, 매니플레이터 헤드(1104)를 마스크(MA) 쪽으로 편향시킨다. 마스크(MA)는 (도시된 바와 같이) 스테드 매니플레이터(1100) 위에 위치될 수 있으며, 이 경우 스프링(1108)이 매니플레이터 몸체(1106) 및 매니플레이터 헤드(1104)를 위쪽으로 편향시킨다.

- [0393]       스터드 매니플레이터(1100)는 마스크(MA)에 대해 스테드(851)를 밀어, 스테드가 마스크에 고정되게 한다. 일 실시예에서, 스테드에는 그 기저부에 접착제 또는 접착물질이 제공될 수 있고, 스테드 매니플레이터(1100)는 접착제 또는 접착물질이 굳을 때까지 마스크(MA)에 대해 스테드(851)를 가압할 수 있다. 이것이 이루어졌으면, 마스크(MA)는 스테드 매니플레이터(1100)로부터 멀어지는 방향으로 들어올려질 수 있다.
- [0394]       일 실시예에서, 스테드 매니플레이터(1100)는 스테드(851)를 가열하도록 구성된 가열기를 포함할 수 있다. 스테드(851)가 마스크(MA)에 대해 유지될 때, 가열기가 스테드를 가열하는 데 사용될 수 있으며, 이로 인해 접착제 또는 접착물질의 경화를 가속시킬 수 있다. 이는 스테드 부착 장치(840)의 스루풋(throughput)을 증가시킨다. 스테드(851)를 가열함으로써 제공되는 경화는 예비-경화(pre-curing)일 수 있거나, 전체 경화(full curing)일 수 있다. 예비-경화가 사용되면, 마스크(MA) 및 스테드들(851)은 경화를 위해 오븐으로 이송될 수 있다. 스테드(851)의 가열이 전체 경화를 제공하는 경우, 마스크 및 스테드들을 오븐으로 이송할 필요가 없다. 이는 오븐이 오염 입자들의 근원일 수 있기 때문에 유익하다.
- [0395]       일 실시예에서, 스테드 매니플레이터(1100)는 [스프링(1108) 대신 또는 이에 추가하여] 마스크(MA)에 대해 스테드(851)를 가압하도록 작동하는 액추에이터(도시되지 않음)를 포함할 수 있다. 스테드가 마스크(MA)에 고정되었으면, 액추에이터는 추가적으로 스테드(851)로부터 멀어지는 방향으로 컵(1102)을 이동시킬 수 있다. 스테드가 마스크(MA)에 고정되기 전에 스테드 매니플레이터의 위치를 X, Y, Z 및 Rz 방향들로 조정하기 위해 액추에이터들(도시되지 않음)이 사용될 수 있다.
- [0396]       매니플레이터 헤드(1104)의 외측 둘레 주위로 시일(1112)이 연장된다. 시일(1112)은 도 25에 가장 명확히 나타나 있으며, 이는 위에서 본[도 25에서는 예시의 용이함을 위해 투명한 마스크(MA)를 투시한] 스테드 매니플레이터(1100)를 도시한다. 도 25로부터 알 수 있는 바와 같이, 예시된 실시예에서 시일(1112)은 원형 형상이다. 하지만, 시일은 여하한의 적합한 형상을 가질 수 있다. 시일(1112)은 마스크(MA)에 대해 시일을 미는 시일 지지체(1116)에 의해 지지된다. 이는 시일(1112)의 둘레 내에 있는 마스크(MA)의 부분을 시일링하고, 시일의 둘레 외부에 있는 마스크(MA)의 부분으로부터 이를 격리시킨다.
- [0397]       다시 도 24를 참조하면, 매니플레이터 헤드(1104) 내에 가스 추출 채널들(1114)이 제공되고, 가스 추출 채널들은 매니플레이터 헤드의 외측면으로부터 멀어지는 방향으로 연장된다. 가스 전달 채널들(1118)이 시일(1112)의 가까운 쪽 단부에 제공되며, 시일 내에 위치한 마스크(MA)의 영역으로 가스가 전달되게 한다. 이는 도 24에서 화살표들에 의해 개략적으로 도시된다. 가스는 매니플레이터 헤드 내의 가스 추출 채널들(1114)을 통해 추출된다. 가스 추출 채널들(1114)은 도 25에 가장 잘 나타난 바와 같이 매니플레이터 헤드(1104) 주위에 분포된다. 가스의 유동이 제공되며, 이는 가스 추출 채널들(1114)로부터 오염물[예를 들어, 스테드(851)에 제공된 접착제로부터 유도되는 미립자]을 수송함에 따라, 마스크(MA)의 표면에 이러한 오염물이 들러붙는 것을 방지할 것이다. 이는, 다른 곳에 설명된 바와 같이 마스크(MA) 표면 상의 미립자가 리소그래피 장치에 의해 기관 상으로 투영되는 패턴의 오차를 야기할 수 있기 때문에 유익하다. 가스는, 예를 들어 공기일 수 있다.
- [0398]       일 실시예에서, 시일(1112)은 마스크(MA)에 대해 불완전한 시일을 형성할 수 있어, 시일과 마스크 사이로 약간의 가스가 유동할 수 있다. 시일 내의 가스 압력은 시일 외부의 가스 압력보다 낮을 수 있어, 시일 외부로부터 시일 내부로 가스가 유동할 것이며, 이후 가스 추출 채널들(1114)을 통해 밖으로 유동될 것이다. 이는, 오염 입자가 가스의 유동에 의해 시일(1112) 외부에 있는 마스크(MA)의 영역으로부터 수송되고 시일을 통과하며 추출 채널들(1114)로부터 유동될 것이기 때문에 유익하다.
- [0399]       도 26은 스테드(851), 패터닝 디바이스(MA)(예를 들어, 마스크) 및 스테드 제거 장치(1150)의 일부분을 도시한 단면도이다. 스테드 제거 장치(1150)는 도 27에 사시도로 도시된 스테드 그리퍼(1154)를 포함한다. 스테드 그리퍼는, 스테드(851)의 넥보다 넓지만 스테드의 먼 쪽 헤드(853)보다 좁은 깍을 조성하기 위해 서로에 대해 연장되는 한 쌍의 대향 플랜지(opposed flange: 1156)들을 포함한다. 대향 플랜지들(1156) 아래에는, 스테드(851)의 먼 쪽 헤드(853)보다 넓은 후퇴부들(1158)이 제공되며, 따라서 스테드의 먼 쪽 헤드를 수용한다. 후퇴부들(1158) 및 대향 플랜지들(1156)은 스테드 그리퍼(1154)의 일 단부에서 바깥쪽으로 넓어진다(flare).
- [0400]       도 26 및 도 27을 조합하여 참조하면, 스테드 그리퍼(1154)는 마스크(MA) 쪽으로 또한 마스크(MA)로부터 멀어지는 방향(z-방향)으로 이동가능하고 마스크의 표면과 일반적으로 평행한(도 26에서 x-방향으로 식별되는) 방향으로 이동가능한 액추에이터(1160)에 의해 지지된다. 사용 시, 액추에이터(1160)는 초기에 도 26에 도시된 위치의 왼쪽에 있는 위치에 있으며, 마스크(MA)로부터 멀어지는 z-방향으로 분리된다. 이후, 액추에이터(1160)는 스테드 그리퍼가 마스크(MA)에 인접하지만 닿지 않을 때까지 z-방향으로 스테드 그리퍼(1154)를 이동시킨다. 이후, 액추에이터(1160)는 x-방향으로 스테드 그리퍼(1154)를 이동시켜, 스테드(851)의 먼 쪽 헤드(853)가 넓어



진 단부들을 통해 스테드 그리퍼에 들어가게 되며, 이후 (도 31 및 도 32에 도시된 바와 같이) 넓어지지 않은 부분(non-flared portion)에 위치된다. 이후, 액추에이터(1160)는 마스크(MA)로부터 멀어지는 방향으로 스테드(851)를 당기는 힘을 인가한다. 이 힘은 실질적으로 일정한 힘일 수 있다. 동시에, 마스크(MA)에 스테드를 고정시킨 접촉제 또는 접촉물질을 녹이기 위해, 액추에이터(1160)를 통해 스테드(851)로 열이 전달된다. 접촉제 또는 접촉물질이 녹았으면, 스테드가 마스크(MA)로부터 탈착되며, 액추에이터(1160)에 의해 마스크로부터 멀어지는 방향으로 이동된다.

[0401] 격벽(1142)은 마스크(MA)가 제공되는 제어된 환경으로부터 스테드 제거 장치의 대부분을 분리한다. 스테드(851)가 제공되는 마스크(MA)의 영역 주위에 시일(1162)이 연장된다. 시일(1162)은 스테드 부착 장치(840)의 시일(1112)과 동일한 기능을 수행한다, 즉 스테드(851) 주위의 마스크의 영역을 마스크의 다른 영역들로부터 격리시킨다. 가스 전달 채널들(1162) 및 가스 추출 채널들(1164)은 스테드(851) 부근에 가스를 전달하고 그 가스를 제거한다. 이는 오염물이 마스크에 들러붙는 대신 마스크(MA)로부터 멀어지는 방향으로 빼내질 수 있게 한다. 오염물은, 예를 들어 마스크(MA)에 스테드(851)를 부착시키는 접촉제 또는 접촉물질로부터 유도되는 미립자를 포함할 수 있다. 가스는, 예를 들어 공기일 수 있다.

[0402] 일 실시예에서, 시일(1162)은 마스크(MA)에 대해 불완전한 시일을 형성할 수 있어, 시일과 마스크 사이로 약간의 가스가 유동할 수 있다. 시일 내의 가스 압력이 시일 외부의 가스 압력보다 낮을 수 있어, 시일 외부로부터 시일 내부로 가스가 유동할 것이며, 이후 가스 추출 채널들(1164)을 통해 밖으로 유출될 것이다. 이는, 오염입자가 가스의 유동에 의해 시일(1162) 외부에 있는 마스크(MA)의 영역으로부터 수송되고 시일을 통과하며 추출 채널들(1164)로부터 유출될 것이기 때문에 유익하다.

[0403] 스테드 제거 장치(1150)는 도 26 및 도 27에 도시된 바와 같이 추가 스테드 그리퍼들(1154) 및 연계된 요소들을 더 포함할 수 있다. 예를 들어, 4 개의 스테드 그리퍼들 및 다른 요소들이 제공될 수 있으며, 각각의 스테드에 대해 하나의 요소가 마스크(MA)에 제공된다. 스테드 제거 장치는 일반적으로 형태 면에서 도 23에 도시된 스테드 부착 장치(840)와 상응한다. 예를 들어, 스테드 그리퍼들의 위치들을 X, Y, Z 및 Rz 방향으로 조정하기 위해 액추에이터들이 사용될 수 있다. 액추에이터들은 자동, 수동 또는 반-자동(즉, 부분 자동 및 부분 수동)일 수 있다. 격벽(1142)은 마스크가 제공되는 제어된 환경으로부터 액추에이터들을 분리한다. 액추에이터들은 격벽(1142) 밑에 위치한 박스 내에 제공될 수 있다. 정렬 측정 시스템들 또한 격벽(1142) 밑에 위치된다. 정렬 측정 시스템들은, 예를 들어 스테드 그리퍼들(1154)이 스테드들(851)과 맞물리기 전에 올바른 지점들에 위치되는 것을 보장하는 데 사용되는 이미징 시스템들을 포함할 수 있다.

[0404] 스테드 제거 장치(1150)에는 하우징을 올리고 내리는 데 사용될 수 있는 리프트 유닛이 제공될 수 있으며, 이는 (도 20과 연계하여 상기에 자세히 설명된) 마스크 수송 디바이스(880)의 일부분을 형성할 것이다. 리프트 유닛(845)과 함께 마스크(도시되지 않음) 및 하우징(879)이 제어된 환경에 제공될 수 있다(벽들은 도시되지 않음). 제어된 환경은 격벽(1142)의 반대쪽 측면의 압력보다 높은 압력에서 유지될 수 있어, 격벽 내의 개구부들을 통해 또한 제어된 환경 내로 오염물이 유동하는 것이 저지된다. 제어된 환경에는 유입구로부터 가스의 유동이 제공될 수 있고, 유출구를 포함할 수 있으며, 이를 통해 가스가 유동할 수 있다[유동은 제어된 환경의 압력이 격벽(1142) 아래의 압력보다 높은 수준으로 유지될 수 있도록 충분히 구속된다]. 이러한 가스 유동은 제어된 환경으로부터 오염물을 제거하는 데 도움을 줄 수 있다. 오염물을 수집하는 필터가 가스 유입구에 제공될 수 있어, 오염물이 제어된 환경에 들어가는 것을 방지 또는 저지할 수 있다.

[0405] 마스크가 스테드 제거 장치(1150)와 접촉하는 지점들에 PEEK 또는 여타의 강건한 재료의 코팅이 제공될 수 있다. 유사하게, 마스크가 하우징과 접촉하는 지점들에 PEEK 또는 여타의 강건한 재료의 코팅이 제공될 수 있다.

[0406] 스테드 부착 장치(840) 및 스테드 제거 장치(1150)는 단일 장치로서 제공될 수 있거나, 별개의 장치들로서 제공될 수 있다.

[0407] 리프트 유닛(845) 및 하우징은 도 23에만 도시되어 있으며, 스테드 부착 장치(840)의 일부분으로서 도시된다. 하지만, 리프트 유닛은 유사하게 펠리클 프레임 부착 및/또는 제거 장치의 일부분으로서 제공될 수 있고, 및/또는 유사하게 스테드 제거 장치의 일부분으로서 제공될 수 있다. 리프트 유닛은 마스크 수송 디바이스의 일부분을 형성할 수 있는 하우징을 올리고 내리도록 구성될 수 있다. 패터닝 디바이스(예를 들어, 마스크)가 하우징에 의해 유지될 수 있다. 마스크, 하우징 및 리프트 유닛은 제어된 환경에 제공될 수 있다.

[0408] 도 28은 본 발명의 대안적인 실시예에 따른 서브-마운트(1010)를 도시한다. 서브-마운트(1010)는 돌출부(105

1)와 맞물리는 맞물림 기구(1050)를 포함한다. 맞물림 기구(1050)는 펠리클 프레임(도시되지 않음) 상에 제공되며, 돌출부(1051)는 마스크(도시되지 않음)와 같은 패터닝 디바이스로부터 돌기된다. 대안적인 구성에서, 서브-마운트(1050)는 패터닝 디바이스 상에 제공될 수 있고, 돌출부(1051)가 펠리클 프레임 상에 제공될 수 있다. 도 28a는 위에서 본 서브-마운트(1010)를 나타내고, 도 28b는 서브-마운트의 사시도이다. 서브-마운트(1010)는 다른 도면들에 도시된 서브-마운트들과 공통적인 수 개의 특징부들을 포함하며, 이들은 이 실시예와 연계하여 자세히 설명되지 않는다.

[0409] 맞물림 기구(1050)는 펠리클 프레임(도시되지 않음) 내의 직사각형 구멍에 수용되는 직사각형 외측 벽(1060)을 포함한다. 한 쌍의 아암들(1062)이 외측 벽(1060)에 의해 정의된 공간에 걸쳐 y-방향으로 연장된다. 연결 부재(1063)가 아암들(1062)의 먼 쪽 단부들 사이에서 연장된다. 아암들(1062)은 탄성 부재들의 예시이다. 다른 탄성 부재들이 사용될 수 있다. 아암들(1062) 및 연결 부재(1063)는 함께 일반적으로 U-형의 지지체를 형성한다. 록킹 부재(1070)는 일반적으로 U-형의 지지체의 먼 쪽 단부에 연결된다. 록킹 부재(1070)는 돌출부(1051)(스터드라고도 칭해질 수 있음)와 맞물려, 패터닝 디바이스에 펠리클 프레임을 고정시킨다.

[0410] 록킹 부재(1070)는 맞물림 탭들(1081)이 제공된 한 쌍의 맞물림 아암들(1080)을 포함하고, 캡(1066)을 더 포함한다. 도 28b에 가장 잘 나타나 있는 바와 같이, 록킹 부재(1070)가 돌출부(1051)와 맞물릴 때, 맞물림 탭들(1081)은 돌출부의 먼 쪽 헤드(1053)의 아랫면에 대해 가압하고, 캡(1066)은 먼 쪽 헤드(1053)의 최상면에 대해 가압한다. 돌출부(1051)의 먼 쪽 헤드(1053)에 대한 맞물림 탭들(1081) 및 캡(1066)의 이러한 가압은 돌출부에 맞물림 기구(1050)를 고정하여 단단한 서브-마운트(1010)를 제공하게 한다.

[0411] 캡(1066) 및 맞물림 아암들(1080)은 중간 아암들(1082a 및 1082b)로부터 연장된다. 중간 아암들(1082)은 연결 부재(1063)로부터 연장되고, 외측 벽(1060)에 의해 일반적으로 정의되는 공간을 가로질러 y-방향으로 연장된다. 연결 부재(1083)는 중간 아암들(1082a 및 1082b) 사이에서 연장된다. 중간 아암들(1082a 및 1082b) 및 연결 부재(1083)는 함께 일반적으로 U-형의 지지체를 형성한다.

[0412] 따라서, 아암들(1062) 및 연결 부재(1063)에 의해 형성되는 일반적으로 U-형의 제 1 지지체가 외측 벽(1060)에 의해 일반적으로 정의되는 공간에 걸쳐 y-방향으로 연장되고, 지지 아암들(1082a 및 1082b) 및 연결 부재(1083)에 의해 형성되는 U-형의 제 2 지지체가 그 공간을 가로질러 연장된다.

[0413] 일반적으로 U-형의 제 1 지지체를 형성하는 아암들(1062)은 x-방향으로 약간의 유연성을 가지며, 이는 록킹 부재(1070)의 x-방향으로 약간의 이동을 허용한다. 따라서, 서브-마운트(1010)는 그 서브-마운트의 위치에서 패터닝 디바이스에 대해 펠리클 프레임의 x-방향으로의 약간의 이동을 허용한다. 아암들(1062)은 탄성 재료로 형성되며, 따라서 그들의 원래 방위들로 되돌아가려는 경향이 있다. 서브-마운트(1010)는 운동학적 서브-마운트인 것으로 간주될 수 있다. 아암들(1062)은 (도 28b에 가장 잘 나타난 바와 같이) x-방향으로보다 z-방향으로 훨씬 더 두꺼우며, 그 결과 x-방향으로의 아암들의 휨과 비교하여 z-방향으로 아암들의 훨씬 더 적은 휨이 가능하다. 아암들이 y-방향으로 연장되기 때문에, y-방향으로 두드러진 이동을 제공하지 않는다. 따라서, 아암들(1062)은 x-방향으로 약간의 이동을 허용하면서도, y 및 z-방향들로 펠리클 프레임의 국부적 이동을 방지하거나 실질적으로 방지할 수 있다. 대안적인 실시예(도 28에 도시되지 않음)에서, 아암들(1062) 및 연결 부재들(1063)은 외측 벽(1060)에 의해 일반적으로 정의되는 공간에 걸쳐 x-방향으로 연장될 수 있어, 일반적으로 U-형의 지지체가 y-방향으로 약간의 유연성을 가지며, 이는 록킹 부재(1070)의 y-방향으로의 약간의 이동을 허용한다. 따라서, 아암들(1062)은 y-방향으로 약간의 이동을 허용하면서도, x 및 z-방향들로 펠리클 프레임의 국부적 이동을 방지하거나 실질적으로 방지할 수 있다. 아암들(1062) 및 연결 부재들(1063)에 대한 2 개의 등가의 설계는 마운트의 2 개의 상이한 시프트-인 방향(shift-in direction)이 돌출부(1051)(즉, 스투드)에 연결되게 한다.

[0414] 록킹 부재(1070)는 제 1 지지 아암(1082a)으로부터 연장된 캡(1066) 및 제 2 지지 아암(1082b)으로부터 연장된 맞물림 아암들(1080)을 포함한다. 제 1 지지 아암(1082a)은 아암들(1062)보다 x-방향으로 훨씬 더 두꺼우며, 따라서 아암들(1062)에 대해 x-방향으로 상당한 이동을 허용한다. 제 2 지지 아암(1082b)은 x-방향으로 아암들(1062)과 유사한 두께를 갖지만, 중간 아암들(1082a 및 1082b) 사이에서 연장되는 연결 부재(1083)가 x-방향으로 제 2 지지 아암(1082b)의 이동을 저지하는데, 이는 이러한 이동이 제 1 지지 아암(1082a) 또한 이동하는 경우에만 일어날 수 있기 때문이다.

[0415] 맞물림 아암들(1080)은 제 2 지지 아암(1082b)으로부터 캡(1066)의 일반적인 방향으로 연장된다. 맞물림 아암들(1080)의 가까운 쪽 단부들은 제 2 지지 아암(1082b)의 대부분을 따라 연장된다[이로 인해, 패터닝 디바이스의 패터닝된 표면에 일반적으로 평행한 방향으로 맞물림 아암들(1080)이 구부러지는 것을 실질적으로 방지한다

다]. 맞물림 아암들(1080)은 이들이 캡(1066)의 일반적인 방향으로 연장됨에 따라 가늘어진다(taper). 맞물림 탭들(1081)이 맞물림 아암들(1080)의 먼 쪽 단부들로부터 안쪽으로 연장되어 돌출부(1051)의 먼 쪽 헤드(1053)의 아랫면과 맞물린다. 블록들(1054)이 맞물림 탭들(1081) 위에 제공되고, 아래에 더 자세히 설명되는 바와 같이 액추에이터 수용 면들을 제공한다. 맞물림 아암들(1080)은 z-방향으로 탄성적으로 변형가능하다. 맞물림 아암들(1080)은 충분히 얇아 z-방향으로 휠 수 있다. 추가적으로 또는 대안적으로, 맞물림 아암들(1080)이 지지 아암(1082b)에 연결된 지점에서 y-방향으로 연장되는 홈(1055)에 의해 맞물림 아암들(1080)의 z-방향으로 약간의 휨이 촉진될 수 있다.

- [0416] 탭들(1056)은 외측 벽(1060)으로부터 바깥쪽으로 연장된다. 탭들은 펠리클 프레임(도시되지 않음)에 맞물림 기구(1050)를 고정시키는 데 사용될 수 있다.
- [0417] 도 29 및 도 30은 맞물림 기구(1050)가 돌출부(1051)와 맞물리는 방식을 개략적으로 도시한다. 두 도면들은 맞물림 기구 및 돌출부를 일 측면에서 본 또한 위에서 본 단면도이다. 먼저 도 29를 참조하면, 맞물림 아암들(1080)은 맞물림 아암들의 먼 쪽 단부들에 대해 미는 액추에이터들(도시되지 않음)을 이용하여 캡(1066)으로부터 멀어지는 방향으로 밀린다. 도 29에 나타난 바와 같이, 이때에는 맞물림 기구(1050)와 돌출부(1051) 사이에 접촉이 일어나지 않는다.
- [0418] 맞물림 기구는, 돌출부(1051)의 먼 쪽 헤드(1053)가 맞물림 아암들(1080)로부터 돌기되는 맞물림 탭들(1081) 위에 위치될 때까지 x-방향으로 이동된다. 이 이동은 맞물림 기구(1050)가 고정되는 펠리클 프레임을 이동시킴으로써 달성되며, 이에 따라 모든 맞물림 기구들을 일제히(in unison) 이동시킨다.
- [0419] 맞물림 기구(1050)가 제 위치에 있으면, 돌출부(1051)의 먼 쪽 헤드(1053)로부터 멀어지는 방향으로 맞물림 아암들(1080)을 먼 액추에이터들이 제거된다. 맞물림 아암들(1080)은 탄성을 갖기 때문에, 이들은 위쪽으로 이동하며, 먼 쪽 헤드(1053)의 아랫면에 대해 민다. 이에 따라, 맞물림 탭들(1081)이 캡(1066)에 대해 먼 쪽 헤드(1053)를 가압하여, 돌출부(1051)에 맞물림 기구(1050)를 고정시킨다. 이는 도 30에 도시된다.
- [0420] 돌출부(1051)로부터 맞물림 기구(1050)를 연결해제(disconnect)하려면 상기의 시퀀스를 반대로 하면 된다.
- [0421] 도 31은 펠리클 프레임(1017)에 고정된 4 개의 맞물림 기구들(1050a 내지 1050d)을 도시한다. 서브-마운트들 중 2 개(1050a 및 1050d)는 y-방향으로의 이동을 허용하도록 구성되고, 2 개의 서브-마운트들(1050b 및 1050c)는 x-방향으로의 이동을 허용하도록 구성된다. 하지만, 4 개의 서브-마운트들(1050a 내지 1050d) 모두가 y-방향으로의 이동을 통해 서브-마운트들과 돌출부들(도시되지 않음) 사이에서 맞물림이 달성되도록 구성되며, 이에 따라 알 수 있는 바와 같이 4 개의 서브-마운트들 모두가 y-방향으로 연장되는 맞물림 아암들(1080)을 포함한다. 이 구성의 가능한 단점은, y-방향으로의 스캐닝 이동 시 갑작스러운 감속이 발생하면 [펠리클 프레임(1017)의 관성으로 인해] 맞물림 기구들(1050a 내지 1050d)이 돌출부들과의 부착으로부터 슬라이딩되어 빠질(slide out) 수 있다는 점이다. 이는, 예를 들어 마스크 지지 구조체(MT)(도 1 참조)의 '충돌'이 존재하는 경우에 발생할 수 있다. 대안적인 구성에서, 4 개의 서브-마운트들 모두가 x-방향(즉, 비-스캐닝 방향)으로 연장되는 맞물림 아암들을 포함할 수 있다. 맞물림 아암들 모두가 비-스캐닝 방향으로 연장되면, 맞물림 기구들의 맞물림해제를 야기하는 갑작스러운 y-방향 감속의 가능성을 회피하기 때문에 유익하다. 일반적으로, 각각의 서브-마운트의 맞물림 아암들은 모두 실질적으로 동일한 방향으로 연장된다.
- [0422] x-방향으로의 이동을 허용하기 위해, 서브-마운트들(1050b 및 1050c)의 록킹 부재(1070)를 지지하는 아암들(1062)이 y-방향으로 연장된다. 이 아암들은 x-방향으로 탄성적으로 유연하며, 따라서 x-방향으로의 이동을 제공한다. 따라서, 2 개의 서브-마운트들(1050b 및 1050c)의 맞물림 아암들은 그 서브-마운트의 아암들(1062)에 일반적으로 평행하게 연장되고, 2 개의 서브-마운트들(1050a 및 1050d)의 맞물림 아암들은 그 서브-마운트의 아암들(1062)에 일반적으로 수직으로 연장된다.
- [0423] 도 28에 도시된 탭들(1056)과 상이한 구성을 갖는 탭들(1017)을 갖는 서브-마운트들(1050a 및 1050d)이 도시된다. 하지만, 탭들은 서브-마운트들(1050a 내지 1050d)과 펠리클 프레임(1017) 사이의 맞물림을 촉진시키는 동일한 기능을 제공한다. 여하한 적합한 구성의 탭들이 사용될 수 있다.
- [0424] 도 32a 내지 도 32h는 맞물림 기구(1050)가 돌출부(1051)와 맞물리는 방식을 더 자세히 도시한다. 먼저 도 32a를 참조하면, 핀(1090)은 이것이 맞물림 기구(1050)의 캡(1066)에 닿을 때까지 z-방향으로 이동된다.
- [0425] 이후 도 32b를 참조하면, 2 개의 L-형 부재들은 그들의 먼 쪽 단부들이 제 1 지지 아암(1082a)의 최저면을 지날 때까지 z-방향으로 이동된다. 이후, L-형 부재들의 먼 쪽 단부들이 지지 아암(1082a)의 코너 플레이트(1089) 밑에 있을 때까지 L-형 부재들(1091)이 마이너스 x-방향으로 이동된다. 도 32c에 도시된 바와 같이, 이후 L-형

부재들(1091)은 지지 아암(1082a)의 코너 플레이트(1089)와 접촉할 때까지 z-방향으로 이동된다. 핀(1090) 및 L-형 부재들(1091)은 함께 맞물림 기구(1050)를 그리핑하여 맞물림 기구의 후속 이동을 허용한다.

- [0426] 도 32d를 참조하면, 액추에이터들(1092)이 z-방향으로 이동되고, 맞물림 아암들(1080)의 먼 쪽 헤드들에 제공된 블록들(1054)에 대해 민다. 액추에이터들(1092)은 맞물림 아암들(1080)을 아래쪽으로 밀기 때문에, 맞물림 탭들(1081)과 캡(1066) 사이의 공간을 확장시킨다. 맞물림 아암들(1080)은 도면들을 생성하는 데 사용된 소프트웨어의 한계들로 인해 도 32d에서 아래쪽으로 휘어져 있지 않다.
- [0427] 이후 도 32e를 참조하면, 도시된 바와 같이 돌출부(1051) 위에 맞물림 기구(1050)가 위치된다. 이후, 돌출부(1051)의 먼 쪽 단부(1053)가 캡(1066) 밑에 위치되고 맞물림 탭들(1081) 위에 위치될 때까지 맞물림 기구(1050)가 x-방향으로 이동된다. 위에 자세히 언급된 바와 같이, 모든 맞물림 기구들(1050a 내지 1050d)은 펠리클 프레임(1017)의 이동을 통해 일제히 이동된다(도 31 참조). 대안적인 구성에서는, 펠리클 프레임을 이동시키는 대신 패터닝 디바이스 및 돌출부들(1051)이 모두 이동될 수 있다. 일반적으로, 돌출부들과 맞물림 기구들 사이의 측방향 상대 이동이 요구되는 것의 전부이다. 측방향 이동의 방향은 맞물림 아암들(1080)의 방위에 따라 달라질 것이다(또한, 이는 예를 들어 x-방향이기보다는 y-방향일 수 있다).
- [0428] 도 32f를 참조하면, 캡(1066)이 먼 쪽 헤드(1053) 위에 위치되고 맞물림 탭들(1081)이 먼 쪽 헤드(1053) 밑에 위치되면, 액추에이터들(1092)이 철회된다. 맞물림 아암들(1080)의 탄성은, 이들이 원래 위치를 향해 되돌아가 먼 쪽 헤드(1053)의 윗면에 대해 맞물림 탭들(1081)을 가압하도록 한다. 맞물림 탭들(1081)은 캡(1066)에 대해 먼 쪽 헤드(1053)를 민다. 이는 돌출부(1051)에 맞물림 기구(1050)를 고정시킨다.
- [0429] 도 32g를 참조하면, L-형 부재들(1091)이 아래쪽으로 이동되고, 이후 이들이 지지 아암(1082a)의 코너 플레이트들(1089)로부터 멀어지는 방향으로 위치될 때까지 x-방향으로 이동된다. 이후, L-형 부재들(1091)이 철회될 수 있다.
- [0430] 도 32h를 참조하면, 최종 단계에서 핀(1090)이 철회된다.
- [0431] 맞물림 기구(1050)는 돌출부(1051)에 고정되며, 이에 따라 펠리클 프레임(도시되지 않음)에 대해 단단한 서브-마운트(1010)를 제공한다. 따라서, 펠리클 프레임은 패터닝 디바이스에 단단히 부착된다. 이후, 펠리클, 펠리클 프레임 및 패터닝 디바이스(이들은 함께 마스크 조립체라고도 칭해질 수 있음)는 리소그래피 장치(LA)로의 수송을 위해 수송 디바이스(853)에 배치될 수 있다.
- [0432] 돌출부(1051)로부터 맞물림 기구(1050)를 탈착하여 패터닝 디바이스로부터 펠리클 프레임을 탈착하려면 도 32a 내지 도 32h에 도시된 단계들을 뒤집으면 된다.
- [0433] 맞물림 기구(1050)가 돌출부(1051)에 고정되는 단계들 중 어느 것도 구성요소들 간에 여하한의 슬라이딩 이동을 요구하지 않는다. 다시 말해, 슬라이딩 동작으로 서로에 대해 표면의 맞문질러짐이 요구되지 않는다. 이는, 이러한 맞문질러짐이 원치않는 미립자 오염을 야기할 가능성이 있기 때문에 유익하다.
- [0434] 맞물림 기구(1050)와 접촉하는 핀(1090), L-형 부재들(1091) 및 액추에이터들(1092)의 표면들에 폴리에테르 에테르 케톤(PEEK) 또는 여타의 강건한 재료와 같은 재료의 코팅이 제공될 수 있다.
- [0435] 도 32에 예시된 단계들을 수행하는 데 사용될 수 있는 펠리클 프레임 부착 장치(도시되지 않음)는 일반적으로 도 21 및 도 22에 도시된 펠리클 프레임 부착 장치(857)와 상응할 수 있다. 특히, 펠리클 프레임 부착 장치는 액추에이터들, 정렬 시스템들 및 센서들을 포함하는 제어 시스템을 포함할 수 있다. 액추에이터들은 도 32에 도시된 핀(1090) 및 L-형 부재들(1091)에 연결될 수 있고, 돌출부(1051)의 먼 쪽 헤드(1053)와의 정렬 내로 맞물림 탭들(1081)을 이동시키기 위해 X-방향으로의 펠리클 조립체의 병진을 포함하여, 펠리클 조립체의 위치를 X, Y, Z 및 Rz 방향들로 조정하는 데 사용될 수 있다. 추가 액추에이터들은 도 32에 도시된 액추에이터들(1092)과 상응할 수 있다. 제어 시스템은 펠리클 프레임의 일부분들을 보도록 위치한 2 개의 이미징 센서들을 포함할 수 있다. 이미징 센서들은 펠리클 프레임의 코너들을 보도록 위치될 수 있다. 제어 시스템은 패터닝 디바이스에 제공된 정렬 마크를 보도록 구성된 정렬 시스템들을 더 포함할 수 있다.
- [0436] 격벽이 제어 시스템과 펠리클 조립체를 분리할 수 있다. 핀(1090), L-형 부재들(1091) 및 액추에이터들(1092)은 격벽에 제공된 구멍들을 통해 돌기될 수 있다. 윈도우들이 격벽에 제공될 수 있다.
- [0437] 사용 시 펠리클 프레임을 수용하기 하기 위한 제한된 공간이 리소그래피 장치 내에서 이용가능할 수 있다. 이 제한된 공간은 펠리클 프레임의 폭을 제한하는 효과를 가질 수 있으며, 따라서 이는 펠리클 프레임의 강성을 제한할 것이다. 이 제한된 강성은 펠리클이 장력을 받기 때문에 문제가 될 수 있고, 펠리클 프레임이 안쪽으로

굽어지게 할 수 있으며, 따라서 이는 펠리클의 원치않는 새깅이 일어나게 할 것이다. 이 문제는, 펠리클 프레임이 마스크의 이미지 가장자리 부분과 오버랩되도록 펠리클 프레임의 두께를 안쪽으로 연장시킴에 의해 해결될 수 있다.

[0438] 마스크의 이미지 가장자리 부분은 마스크의 패터닝된 영역의 외측 둘레 주위에 제공되는 방사선 흡수 재료를 포함한다. 마스크가 기관 상으로 패턴을 투영하는 데 사용되고 있을 때, 레티클 마스크 블레이드(reticle masking blade)들이 마스크의 조명을 제한할 것이며, 이의 의도는 마스크의 패터닝된 영역만이 조명되게 하는 것이다. 하지만, 실제로는 방사선의 반음영(penumbra)이 이미지 가장자리 부분에 입사할 것이며, 바람직하지 않은 방식으로 반사될 것이다(예를 들어, 기관에 노출되는 영역에 인접한 노광 영역 상으로 반사됨). 이미지 경계 부분에 제공되는 방사선 흡수 재료는 이것이 생기는 것을 방지한다. 펠리클 프레임이 안쪽으로 연장되어 이것이 이미지 가장자리 부분에 의해 이전에 점유된 공간을 점유하는 경우, 펠리클 프레임은 바람직하지 않은 방식으로 반음영을 반사시킬 것이다. 이는 펠리클 프레임의 외측면(즉, EUV 방사선 빔이 입사하는 면) 상으로 흡수 재료를 적용함으로써 회피된다. 펠리클 프레임의 외측면은 펠리클이 놓이는 평면에 실질적으로 평행하다.

[0439] 본 발명의 실시예에 따른 넓어진 프레임은, 이것이 프레임의 강성을 증가시킴에 따라 펠리클이 더 높은 장력으로 제공될 수 있게 하기 때문에 유익하다. 기관 상으로 반음영의 반사는 펠리클 프레임의 외측면 상에 흡수 재료를 제공함으로써 회피된다.

[0440] 본 발명의 실시예에 따른 추가적인 이점은 방사선 흡수 재료가 EUV 방사선을 흡수하는 것에 더하여 DUV 방사선을 흡수하는 것이다. 이는, 기존의 시스템들에서 반음영 DUV 방사선의 상당 부분(예를 들어, 50 %)이 펠리클로부터 반사되고 바람직하지 않은 방식으로 기관에 노출되는 영역에 인접한 노광 영역에 입사하기 때문에, 기존의 시스템들과 비교하여 유익하다. 이전에 반사된 이 DUV 방사선은 이제 펠리클 프레임 상의 방사선 흡수 재료에 의해 흡수된다(펠리클 프레임이 안쪽으로 연장되었음에 따라, DUV 방사선이 이전에 반사되었을 펠리클 영역을 점유한다).

[0441] 넓어진 펠리클 프레임은, 예를 들어 2 mm보다 훨씬 더 큰 폭을 가질 수 있다. 예를 들어, 펠리클 프레임은 3 mm 이상의 폭을 가질 수 있다. 펠리클 프레임은, 예를 들어 3 mm 내지 4 mm의 폭을 가질 수 있다. 종래의 펠리클 프레임은, 예를 들어 2 mm의 폭을 가질 수 있다. 휨 강성이 두께의 세제곱에 비례하기(bending stiffness scales with third power of the thickness) 때문에, 예를 들어 3 mm로 폭을 증가시키면, 펠리클 프레임의 강성이 매우 실질적으로 증가할 것이다.

[0442] 일 실시예에서, 펠리클과 마스크 사이의 공간 내로 오염물이 들어가게 하는 가스 채널(37)(도 3 참조), 갭(G)(도 4, 도 13 참조) 또는 다른 가능한 루트들이 일렉트릿 재료로 코팅될 수 있다. 일렉트릿 재료들은 영구 전하를 나타내며, 이는 채널 또는 갭을 통과하는 입자를 끌어당기고 포획할 것이다. 이는 입자가 펠리클과 마스크 사이의 공간에 들어가는 것을 방지한다. 다른 곳에 설명된 바와 같이, 펠리클 프레임과 패터닝 디바이스 사이의 갭(G)은 300 μm 미만, 예를 들어 200 μm 미만일 수 있다. 이 갭의 양측 표면들에 일렉트릿 재료를 제공하면 상당한 전기장을 발생시킬 것이며, 이는 상당 수의 입자를 포획할 것이다. 전기장은 아마도 가장 작은 입자들을 포획할 것이다.

[0443] 일 실시예에서는, 펠리클을 갖지 않는 프레임이 마스크에 부착될 수 있다. 이는 펠리클이 존재하지 않는 경우 목적이 없는 것으로 간주될 수 있지만, 실제로는 오염 입자들의 상당 부분이 조각(glancing angle)으로 마스크에 입사하게 되어, 마스크 주위에 연장된 프레임에 의해 차단된다. 펠리클이 제공되지 않는 프레임을 펠리클-없는 프레임이라고 칭할 수 있다. 펠리클-없는 프레임은, 예를 들어 다른 실시예들과 연계하여 앞서 설명된 특징부들의 일부 또는 전부를 포함할 수 있다. 펠리클-없는 프레임은 (예를 들어, 다른 실시예들과 연계하여 앞서 설명된 바와 같이) 마스크에 부착가능할 수 있고, 마스크로부터 제거가능할 수 있다. 대안적으로, 펠리클-없는 프레임은 마스크에 영구적으로 연결될 수 있다. 펠리클이 존재하지 않기 때문에 펠리클 세정을 위해 프레임을 제거할 필요가 없다. 유사하게, 펠리클-없는 프레임을 제거하지 않고 마스크 자체가 접근가능하며, 따라서 프레임을 제거하지 않고 필요에 따라 세정될 수 있다. 펠리클-없는 프레임은, 펠리클을 수용하도록 설계되는 특징부들을 포함할 필요가 없기 때문에 펠리클 프레임보다 단순한 구성을 가질 수 있다. 또한, 펠리클에 의해 가해지는 장력을 견디도록 요구되지 않기 때문에, 이는 더 얇을 수 있다.

[0444] 본 발명의 몇몇 실시예들이 스테드들을 참조하여 설명되지만, 본 명세서가 허용한다면 본 발명의 실시예들은 이하의 형태의 돌출부들을 사용할 수 있다.

[0445] 본 명세서에서 마스크에 대한 언급은 패터닝 디바이스에 대한 언급으로 해석될 수 있다(마스크는 패터닝 디바이스

스의 일 예시이다).

- [0446] 펠리클이 펠리클의 나머지 부분에 대해 증가된 두께를 갖는 가장자리 부분을 포함하는 펠리클의 실시예들이 앞서 설명되었지만, 펠리클의 몇몇 실시예들은 펠리클의 나머지 부분에 대해 증가된 두께를 갖는 가장자리 부분을 포함하지 않을 수 있다. 그러므로, 명시적으로 다르게 설명되지 않는다면, 본 명세서에서 펠리클에 대한 언급은 펠리클의 나머지 부분에 대해 증가된 두께를 갖는 가장자리 부분을 갖지 않는 펠리클들을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0447] 마스크 조립체에 관한 본 발명의 다양한 실시형태들이 앞서 설명되었고, 본 발명의 특정 실시예들과 관련하여 도면들에 도시된다. 이러한 실시형태들 중 어느 것이든 단일 실시예로 조합될 수 있음을 이해할 것이다. 예를 들어, 하나의 실시예의 하나 이상의 특징부가 다른 실시예의 하나 이상의 특징부와 조합될 수 있다. 또한, 본 발명의 하나 이상의 실시형태를 포함하는 몇몇 실시예들이 설명되었지만, 본 발명의 단일 실시형태만을 포함하는 실시예들 또한 고려됨을 이해할 것이다. 일반적으로, 설명된 여하한의 실시예들의 여하한의 특징부들이 별개로 사용될 수 있거나, 설명된 실시예들의 다른 여하한의 특징부들과 여하한의 조합으로 사용될 수 있다.
- [0448] 본 명세서에서는, 리소그래피 장치와 관련하여 본 발명의 실시예들의 특정 사용예를 언급하였지만, 본 발명의 실시예들은 다른 장치들에 사용될 수 있다. 본 발명의 실시예들은 마스크 검사 장치, 메트롤로지 장치, 또는 웨이퍼(또는 다른 기판) 또는 마스크(또는 다른 패터닝 디바이스)와 같은 대상물을 측정하거나 처리하는 여하한의 장치의 일부분을 형성할 수 있다. 이러한 장치는 일반적으로 리소그래피 툴이라고도 칭해질 수 있다. 이러한 리소그래피 툴은 진공 조건들 또는 주위(ambient)(비-진공) 조건들을 이용할 수 있다.
- [0449] "EUV 방사선"이라는 용어는 4 내지 20 nm 범위 내의, 예를 들어 13 내지 14 nm 범위 내의 파장을 갖는 전자기 방사선을 포괄하는 것으로 간주될 수 있다. EUV 방사선은 10 nm 미만, 예를 들어 4 내지 10 nm 범위 이내, 예컨대 6.7 nm 또는 6.8 nm의 파장을 가질 수 있다.
- [0450] 본 명세서에서는, IC 제조에 있어서 리소그래피 장치의 특정 사용예에 대하여 언급되지만, 본 명세서에 설명된 리소그래피 장치는 다른 적용들을 가질 수 있다. 가능한 다른 적용들은 집적 광학 시스템, 자기 도메인 메모리 용 안내 및 검출 패턴, 평판 디스플레이, 액정 디스플레이(LCD), 박막 자기 헤드 등의 제조를 포함할 수 있다. 또한, 펠리클 조립체가 리소그래피 장치에서 사용하기에 적합하다더라도, 이는 탈착가능한 펠리클들/펠리클 프레임들이 구성되는 비-리소그래피 적용들에도 사용될 수 있음을 이해하여야 한다.
- [0451] 이상, 본 발명의 특정 실시예들이 설명되었지만, 본 발명은 설명된 것과 다르게 실시될 수 있다는 것을 이해할 것이다. 상기의 설명은 예시를 위한 것이지 제한하려는 것이 아니다. 따라서, 해당 기술분야의 당업자에게는 아래에 설명되는 청구항들 및 조항들의 범위를 벗어나지 않고 설명된 바와 같은 본 발명에 대해 변형이 행해질 수 있음이 명백할 것이다.
- [0452] 1. 리소그래피 시스템에서,
- [0453] 패터닝 디바이스, 펠리클 프레임 및 펠리클을 수용하고, 패터닝 디바이스에 펠리클 프레임을 부착하여 마스크 조립체를 형성하도록 구성된 펠리클 프레임 부착 장치 - 펠리클 프레임은 패터닝 디바이스에 인접하여 펠리클을 지지함 -;
- [0454] 리소그래피 장치를 포함하고, 리소그래피 장치는:
- [0455] 펠리클 프레임 부착 장치로부터 마스크 조립체를 수용하고, 마스크 조립체를 지지하도록 구성된 지지 구조체;
- [0456] 방사선 빔을 컨디셔닝하고, 컨디셔닝된 방사선 빔으로 마스크 조립체를 조명하도록 구성된 조명 시스템 - 마스크 조립체의 패터닝 디바이스는 패터닝된 방사선 빔을 형성하기 위해 컨디셔닝된 방사선 빔의 단면에 패턴을 부여하도록 구성됨 -;
- [0457] 기판을 유지하도록 구성된 기판 테이블; 및
- [0458] 패터닝된 방사선 빔을 기판 상으로 투영하도록 구성된 투영 시스템을 포함하며;
- [0459] 리소그래피 시스템은 리소그래피 장치에 사용하기 위해 펠리클 프레임 부착 장치로부터 리소그래피 장치로 마스크 조립체를 수송하도록 구성된 마스크 조립체 수송 디바이스를 더 포함한다.
- [0460] 2. 조항 1의 리소그래피 시스템에서, 펠리클 프레임 부착 장치는 시일링된 환경에서 패터닝 디바이스에 펠리클

프레임을 부착하도록 구성된다.

- [0461] 3. 조항 2의 리소그래피 시스템에서, 펠리클 프레임 부착 장치는 진공 압력 조건들로 펠리클 프레임 부착 장치의 시일링된 환경을 펌핑하도록 구성된 진공 펌프를 포함한다.
- [0462] 4. 조항 1 내지 3 중 어느 한 조항의 리소그래피 시스템에서, 마스크 조립체 수송 디바이스는 시일링된 환경에서 펠리클 프레임 부착 장치로부터 리소그래피 장치로 마스크 조립체를 수송하도록 구성된다.
- [0463] 5. 조항 4의 리소그래피 시스템에서, 마스크 조립체 수송 디바이스는 진공 압력 조건들로 마스크 조립체 부착 장치의 시일링된 환경을 펌핑하도록 구성된 진공 펌프를 포함한다.
- [0464] 6. 조항 1 내지 5 중 어느 한 조항의 리소그래피 시스템에서, 오염 또는 결함 중 적어도 하나에 대해 펠리클, 펠리클 프레임 및 패터닝 디바이스 중 하나 이상을 검사하도록 구성된 검사 장치를 더 포함한다.
- [0465] 7. 조항 1 내지 6 중 어느 한 조항의 리소그래피 시스템에서, 펠리클 프레임 부착 장치는 펠리클 프레임에 부착된 펠리클을 수용하고, 펠리클이 부착된 펠리클 프레임을 패터닝 디바이스에 부착하도록 구성된다.
- [0466] 8. 조항 1 내지 7 중 어느 한 조항의 리소그래피 시스템에서, 조명 시스템은 EUV 방사선 빔을 컨디셔닝하도록 구성된다.
- [0467] 9. 조항 8의 리소그래피 시스템에서, 펠리클 프레임 부착 장치는 EUV 방사선에 실질적으로 투명한 펠리클을 수용하도록 구성된다.
- [0468] 10. 펠리클 프레임 및 펠리클을 포함하는 펠리클 조립체, 및 패터닝 디바이스를 수용하도록 구성된 펠리클 프레임 부착 장치에서, 펠리클 프레임 부착 장치는 펠리클 프레임에 제공된 서브-마운트의 맞물림 기구를 작동시키도록 구성된 액추에이터들을 포함하고, 액추에이터들은 펠리클 조립체를 수용하는 제어된 환경을 펠리클 프레임 부착 장치의 다른 부분들로부터 분리하는 격벽에 제공된 개구부들을 통해 돌기된다.
- [0469] 11. 조항 10의 펠리클 프레임 부착 장치에서, 격벽은 패터닝 디바이스의 정렬 마크들 및/또는 펠리클 프레임 에지들이 격벽의 반대쪽 측면으로부터 보일 수 있도록 위치된 윈도우들을 포함한다.
- [0470] 12. 조항 10 또는 11의 펠리클 프레임 부착 장치에서, 액추에이터들은 격벽의 평면에 수직으로 이동가능한 핀들을 포함한다.
- [0471] 13. 조항 10 내지 12 중 어느 한 조항의 펠리클 프레임 부착 장치에서, 액추에이터들은 서로를 향해 또한 서로 멀어지는 방향으로 이동가능한 한 쌍의 아암들을 포함한다.
- [0472] 14. 조항 12 또는 13의 펠리클 프레임 부착 장치에서, 액추에이터들의 단부들에는 강건한 재료의 코팅이 제공된다.
- [0473] 15. 조항 10 내지 14 중 어느 한 조항의 펠리클 프레임 부착 장치에서, 펠리클 프레임 부착 장치는 제어된 환경에 가스 유출구를 포함하고, 가스 유출구는 격벽의 반대쪽 측면의 가스 압력보다 높은 압력에서 가스를 공급하도록 구성된다.
- [0474] 16. 펠리클 부착 장치에서, 이는:
- [0475] 펠리클 및 펠리클 프레임을 수용하고;
- [0476] 펠리클 프레임에 펠리클을 부착하여 펠리클 조립체를 형성하며;
- [0477] 시일링된 패키징 내에서 펠리클 조립체의 수송에 적합한 시일링된 패키징으로 펠리클 조립체를 시일하도록 구성된다.
- [0478] 17. 조항 16의 펠리클 부착 장치에서, 펠리클 부착 장치는 시일링된 환경에서 펠리클 프레임에 펠리클을 부착하도록 구성된다.
- [0479] 18. 조항 17 항의 펠리클 부착 장치에서, 진공 압력 조건들로 시일링된 환경을 펌핑하도록 구성된 진공 펌프를 더 포함한다.
- [0480] 19. 조항 16 내지 18 중 어느 한 조항의 펠리클 부착 장치에서, 오염 또는 결함 중 적어도 하나에 대해 펠리클 및 펠리클 프레임 중 하나 또는 둘 모두를 검사하도록 구성된 검사 장치를 더 포함한다.
- [0481] 20. 패터닝 디바이스를 유지하도록 구성된 테이블, 및 패터닝 디바이스와 스테드를 접촉시키도록 구성된 스테드

매니플레이터를 포함하는 스테드 부착 장치에서, 스테드 매니플레이터는 격벽에 의해 패터닝 디바이스를 수용하는 제어된 환경으로부터 분리되고, 격벽은 스테드가 돌기되어 패터닝 디바이스와 접촉할 수 있는 구멍을 포함한다.

- [0482] 21. 조항 20의 스테드 부착 장치에서, 스테드 매니플레이터는 복수의 스테드 매니플레이터들 중 하나이고, 격벽 내의 구멍은 복수의 구멍들 중 하나이다.
- [0483] 22. 조항 19 또는 20의 스테드 부착 장치에서, 스테드 부착 장치는 제어된 환경에 가스 유출구를 포함하고, 가스 유출구는 격벽의 반대쪽 측면의 가스 압력보다 높은 압력에서 가스를 공급하도록 구성된다.
- [0484] 23. 조항 20 내지 22 중 어느 한 조항의 스테드 부착 장치에서, 사용 시 패터닝 디바이스에 대해 시일링하는 시일이 스테드 매니플레이터 주위에 제공되어, 패터닝 디바이스의 스테드 수용 부분을 패터닝 디바이스의 다른 부분들로부터 격리시킨다.
- [0485] 24. 조항 23의 스테드 부착 장치에서, 가스 전달 채널들 및 가스 추출 채널들이 제공되며, 이를 통해 패터닝 디바이스의 스테드 수용 부분으로 또한 스테드 수용 부분으로부터 가스 유동이 제공된다.
- [0486] 25. 스테드 제거 장치에서, 이는: 패터닝 디바이스를 유지하도록 구성된 테이블, 및 스테드들의 단부들을 수용하도록 배치된 액추에이터들을 포함하고, 패터닝 디바이스에 스테드들을 부착시키는 접촉제의 강도를 감소시켜 액추에이터들이 패터닝 디바이스로부터 스테드들을 제거하게 하도록 스테드들을 가열하는 가열기들을 포함한다.
- [0487] 26. 조항 25의 스테드 제거 장치에서, 액추에이터들에는, 스테드의 먼 쪽 헤드를 수용하고 유지시키도록 구성된 스테드 그리퍼가 각각 제공된다.
- [0488] 27. 조항 26의 스테드 제거 장치에서, 스테드 그리퍼는 스테드의 넥보다 넓고 스테드의 먼 쪽 헤드보다 좁은 간격을 갖는 한 쌍의 플랜지들을 포함한다.
- [0489] 28. 조항 25 내지 27 중 어느 한 조항의 스테드 제거 장치에서, 사용 시 패터닝 디바이스에 대해 시일링하는 시일이 스테드 그리퍼 주위에 제공되어, 패터닝 디바이스의 스테드 유지 부분을 패터닝 디바이스의 다른 부분들로부터 격리시킨다.
- [0490] 29. 조항 28의 스테드 제거 장치에서, 가스 전달 채널들 및 가스 추출 채널들이 제공되고, 이를 통해 패터닝 디바이스의 스테드 유지 부분으로 또한 스테드 유지 부분으로부터 가스 유동이 제공된다.
- [0491] 30. 돌출부에 서브-마운트를 부착하는 방법에서, 본 방법은 언록킹 위치로부터, 돌출부와 인접하나 접촉하지 않는 중간 위치로 록킹 부재를 이동시키는 단계, 이후 리테이닝 부재를 이용하여 록킹 부재가 돌출부에 대해 가압하는 록킹 위치로 록킹 부재를 이동시키는 단계를 포함한다.
- [0492] 31. 조항 30 항의 방법에서, 록킹 부재는 록킹 부재의 표면이 돌출부의 표면에 대해 슬라이딩하지 않고 록킹 위치로 이동된다.
- [0493] 32. 조항 30 또는 31의 방법에서, 록킹 부재는 록킹 부재가 록킹 위치에 있을 때 접촉하는 돌출부의 표면에 일반적으로 수직인 방향으로 록킹 부재를 이동시킴으로써 록킹 위치로 이동된다.
- [0494] 33. 조항 30 내지 32의 어느 한 조항의 방법에서, 서브-마운트는 펠리클 프레임에 부착되고, 돌출부는 마스크로부터 연장될 수 있다.
- [0495] 34. 조항 30 내지 33의 어느 한 조항의 방법에서, 록킹 부재는 비고정 단부들을 갖는 한 쌍의 스프링들을 포함한다.
- [0496] 35. 돌출부로부터 서브-마운트를 탈착하는 방법에서, 본 방법은 록킹 부재로부터 멀어지는 방향으로 리테이닝 부재를 이동시키는 단계, 록킹 부재가 돌출부에 대해 가압하는 록킹 위치로부터, 돌출부에 인접하나 이와 접촉하지 않는 중간 위치로 록킹 부재를 이동시키는 단계, 이후 록킹 부재가 리테이닝 부재에 대해 가압하는 언록킹 위치로 록킹 부재를 이동시키는 단계를 포함한다.
- [0497] 36. 돌출부에 서브-마운트를 부착하는 방법에서, 서브-마운트는 부재 및 비고정 단부들을 갖는 한 쌍의 스프링들을 포함하고, 돌출부는 샤프트에 제공되는 먼 쪽 헤드를 포함하며, 본 방법은:
- [0498] 부재와의 접촉으로부터 멀어지는 방향으로 또한 멀어지게 비고정 단부들을 이동시키는 단계;
- [0499] 돌출부 밑에 공간을 생성하기 위해 돌출부의 먼 쪽 헤드로부터 멀어지는 방향으로 부재를 이동시키는 단계;

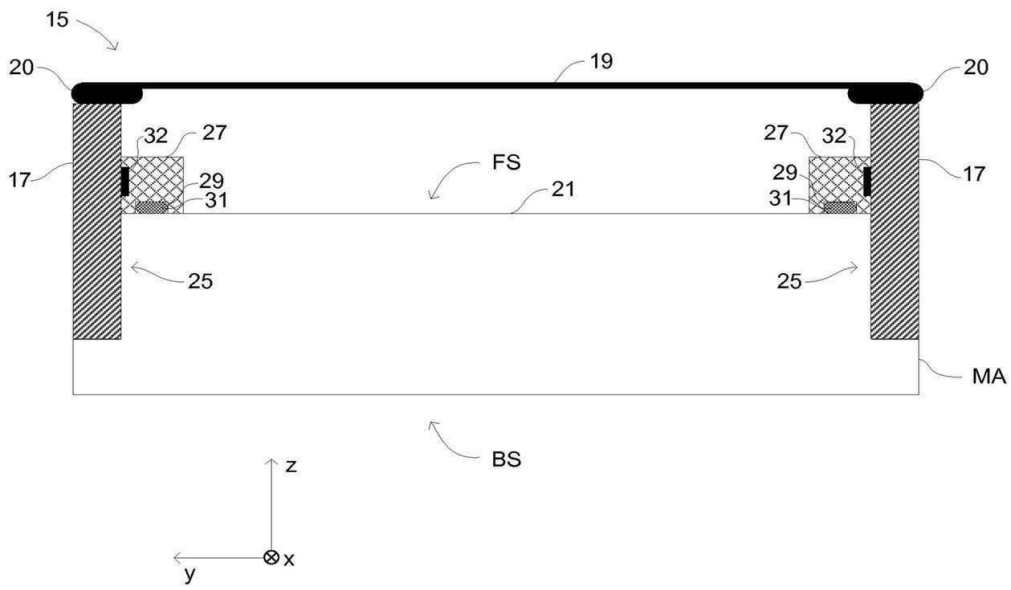


- [0500] 스프링들의 비고정 단부들이 돌출부의 먼 쪽 헤드 밑의 공간 내의 평행 위치들로 이동하게 하는 단계; 및
- [0501] 부재가 탄성 편향을 받아 먼 쪽 헤드를 향해 이동하게 하여, 부재가 돌출부의 먼 쪽 헤드에 대하여 스프링들의 비고정 단부들을 가압하는 단계를 포함한다.
- [0502] 37. 돌출부로부터 서브-마운트를 제거하는 방법에서, 서브-마운트는 부재 및 비고정 단부들을 갖는 한 쌍의 스프링들을 포함하고, 돌출부는 샤프트에 제공되는 먼 쪽 헤드를 포함하며, 본 방법은:
- [0503] 돌출부의 먼 쪽 헤드로부터 멀리 부재를 이동시켜, 스프링들의 비고정 단부들이 먼 쪽 헤드로부터 멀어지는 방향으로 이동하게 하는 단계;
- [0504] 스프링들의 비고정 단부들을 멀어지게 이동시키는 단계;
- [0505] 부재가 탄성 편향을 받아 먼 쪽 헤드를 향해 이동하게 하는 단계; 및
- [0506] 스프링들의 비고정 단부들이 함께 이동하게 하고 부재의 측면들에 대하여 가압하게 하는 단계를 포함한다.
- [0507] 38. 조항 36 또는 37의 방법에서, 스프링들의 비고정 단부들은 한 쌍의 액추에이터 아암들에 의해 멀어지게 이동된다.
- [0508] 39. 조항 36 내지 38 중 어느 한 조항의 방법에서, 부재는 부재에 의해 함께 연결된 한 쌍의 탄성 아암들에 대해 미는 한 쌍의 핀들에 의해 이동된다.
- [0509] 40. 조항 36 내지 39 중 어느 한 조항의 방법에서, 서브-마운트는 펠리클 프레임에 제공되고, 돌출부는 패터닝 디바이스에 제공된다.
- [0510] 41. 리소그래피 공정에 사용하기에 적합한 마스크 조립체에서, 마스크 조립체는 펠리클을 지지하는 펠리클 프레임 및 패터닝 디바이스를 포함하고, 펠리클 프레임은 패터닝 디바이스에 장착되며, 펠리클 프레임에 캐핑 층이 제공되고, 펠리클 프레임에 제공되는 캐핑 층은 펠리클에 제공되는 캐핑 층과 동일한 재료로 형성된다.
- [0511] 42. 리소그래피 공정에 사용하기에 적합한 마스크 조립체에서, 마스크 조립체는:
- [0512] 패터닝 디바이스; 및
- [0513] 패터닝 디바이스의 영역을 둘러싸기 위해 마운트로 패터닝 디바이스에 부착되고 펠리클을 지지하도록 구성된 펠리클 프레임을 포함하며,
- [0514] 펠리클 프레임은 연장된 부분들 및 연장되지 않은 부분들을 포함하고, 펠리클 프레임의 연장된 부분들은 펠리클 프레임의 연장되지 않은 부분들의 폭보다 크다.
- [0515] 43. 조항 42의 마스크 조립체에서, 하나 이상의 구멍이 연장된 부분들에 제공되고, 가스가 펠리클 프레임을 통해 유동하도록 구성된다.
- [0516] 44. 조항 42 또는 43의 마스크 조립체에서, 연장된 부분들 중 적어도 하나에 정렬 마크가 제공된다.
- [0517] 45. 조항 42 내지 44 중 어느 한 조항의 마스크 조립체에서, 연장된 부분들은 중공 부분을 포함한다.
- [0518] 46. 조항 42 내지 45 중 어느 한 조항의 마스크 조립체에서, 펠리클 프레임에 의해 지지되는 펠리클을 더 포함하고, 펠리클은 펠리클의 나머지 부분보다 큰 두께를 갖는 가장자리 부분을 포함한다.
- [0520] 47. 조항 46의 마스크 조립체에서, 펠리클의 가장자리 부분은 펠리클 프레임의 연장된 부분들과 상응하는 연장된 부분을 포함한다.
- [0521] 48. 조항 45 또는 47의 마스크 조립체에서, 펠리클의 연장된 부분들은 가스가 유동할 수 있는 다공들을 포함하고, 다공들은 가스가 다공들을 통해 그리고 펠리클과 패터닝 디바이스 사이의 부피내로 또한 이로부터 유동하게 하도록 펠리클 프레임의 중공 부분과 정렬된다.
- [0522] 49. 조항 42 내지 48 중 어느 한 조항의 마스크 조립체에서, 마스크 조립체는 펠리클 프레임과 패터닝 디바이스 사이에 겹을 제공하도록 구성되고, 겹은 사용 시 가스가 겹을 통해 그리고 펠리클 프레임에 의해 지지되는 펠리클과 패터닝 디바이스 사이의 부피 내로 또한 이로부터 유동하게 되도록 구성된다.
- [0523] 50. 조항 42 내지 49 중 어느 한 조항의 마스크 조립체에서, 펠리클 프레임은 프레임의 몸체에 윈도우를 포함하고, 윈도우는 하나 이상의 방사선 빔의 투과를 허용하도록 구성된다.

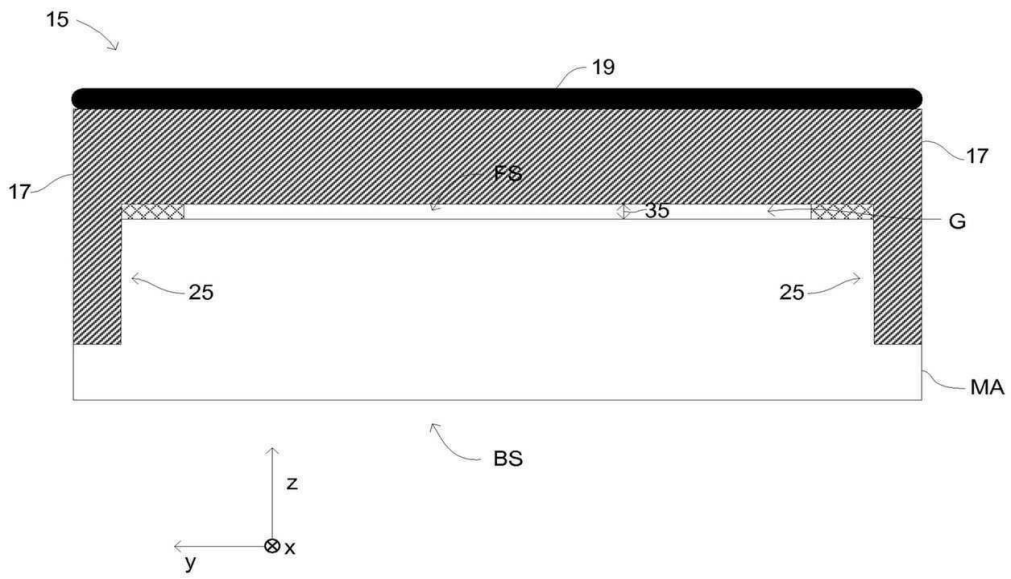
- [0524] 51. 조항 50의 마스크 조립체에서, 윈도우는 입자들이 윈도우를 통과하는 것을 방지하도록 구성된다.
- [0525] 52. 조항 42 내지 51 중 어느 한 조항의 마스크 조립체에서, 펠리클 프레임은 펠리클 프레임을 통해 연장되는 구멍을 포함하지만, 이는 펠리클 프레임을 통해 패터닝 디바이스에 직접적인 가시선을 제공하지 않는다.
- [0526] 53. 조항 52의 마스크 조립체에서, 펠리클 프레임을 통해 연장되는 구멍은 펠리클 프레임을 통해 직접적으로 가로막히지 않은 경로를 제공하지 않는다.
- [0527] 54. 조항 42 내지 53 중 어느 한 조항의 마스크 조립체에서, 마스크 조립체는 펠리클 프레임이 실질적으로 패터닝 디바이스의 정면 전체를 둘러싸도록 구성된다.
- [0528] 55. 조항 42 내지 54 중 어느 한 조항의 마스크 조립체에서, 펠리클 프레임은 광학 접촉 결합에 의해 패터닝 디바이스에 부착된다.
- [0529] 56. 조항 42 내지 55 중 어느 한 조항의 마스크 조립체에서, 펠리클 프레임에 의해 지지되는 펠리클을 더 포함하고, 전기 전도성 경로가 패터닝 디바이스와 펠리클 사이에 제공된다.
- [0530] 57. 조항 56의 방법에서, 전기 전도성 재료가 패터닝 디바이스와 펠리클 프레임 사이에 제공되고, 전기 전도성 재료가 펠리클 프레임과 펠리클 사이에 제공된다.
- [0531] 58. 리소그래피 공정에 사용하기에 적합한 마스크 조립체에서, 마스크 조립체는:
- [0532] 패터닝 디바이스;
- [0533] 패터닝 디바이스에 고정되는 서브-프레임;
- [0534] 펠리클을 지지하도록 구성된 펠리클 프레임; 및
- [0535] 서브-프레임에 펠리클 프레임의 부착 및 서브-프레임으로부터 펠리클 프레임의 탈착을 허용하도록 작동가능한 기계적 부착 계면을 포함하고,
- [0536] 패터닝 디바이스는 패터닝 디바이스의 정면에 정면의 크기가 패터닝 디바이스의 뒷면에 대해 감소되는 컷-어웨이 부분을 포함하고, 컷-어웨이 부분은 펠리클 프레임의 일부분을 수용하도록 구성된다.
- [0537] 59. 조항 58의 마스크 조립체에서, 컷-어웨이 부분은 패터닝 디바이스의 정면의 외측 크기에 인접하게 위치된다.
- [0538] 60. 조항 58 또는 59의 마스크 조립체에서, 서브-프레임은 컷-어웨이 부분에 인접하게 위치된다.
- [0539] 61. 조항 58 내지 60 중 어느 한 조항의 마스크 조립체에서, 서브-프레임은 패터닝 디바이스에 결합된다.
- [0540] 62. 조항 61의 마스크 조립체에서, 서브-프레임은 접착제가 배치되는 후퇴부를 포함하여, 후퇴부 및 패터닝 디바이스에 의해 에워싸인 부피 내에 접착제가 위치된다.
- [0541] 63. 리소그래피 공정에 사용하기에 적합한 패터닝 디바이스에서, 패터닝 디바이스는:
- [0542] 패턴이 부여되는 정면; 및
- [0543] 지지 구조체에 고정하기에 적합한 후면을 포함하고;
- [0544] 정면은 정면의 크기가 후면에 대해 감소되는 컷-어웨이 부분을 포함하며, 컷-어웨이 부분은 펠리클 프레임의 일부분을 수용하도록 구성된다.
- [0545] 64. 조항 63의 패터닝 디바이스에서, 패터닝 디바이스에 고정되는 서브-프레임을 더 포함하고, 서브-프레임은 서브-프레임에 펠리클 프레임을 선택적으로 부착하도록 작동가능한 기계적 부착 계면을 포함한다.
- [0546] 65. 펠리클 프레임에 의해 지지되는 펠리클 및 패터닝 디바이스를 포함하는 마스크 조립체에서, 펠리클 프레임에 채널이 제공되거나, 펠리클 프레임과 패터닝 디바이스 사이에 갭이 존재하며, 채널 또는 갭의 벽들은 일렉트릿 재료를 포함한다.
- [0547] 66. 조항 65의 마스크 조립체에서, 채널 또는 갭의 벽들에는 일렉트릿 재료의 코팅이 제공된다.
- [0548] 67. 패터닝 디바이스 및 해제가능하게 맞물림가능한 프레임을 포함하는 마스크 조립체에서, 프레임에 펠리클이 제공되지 않는다.



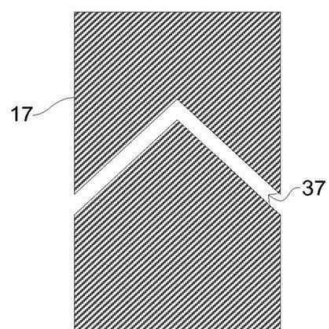
도면2b



도면2c



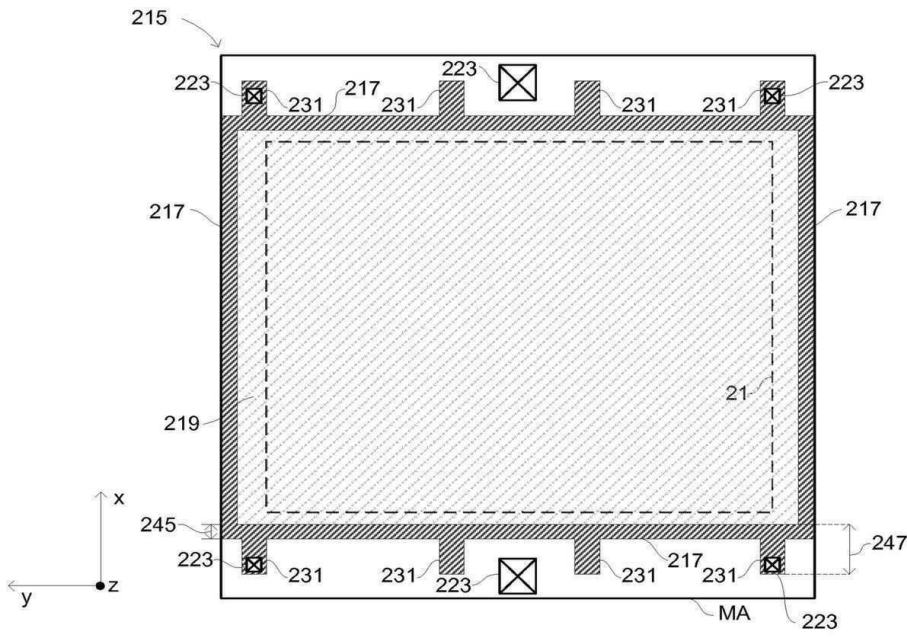
도면3



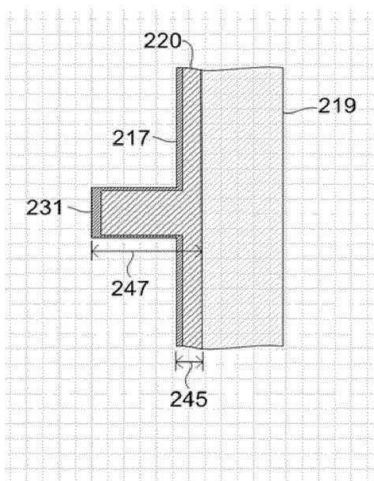




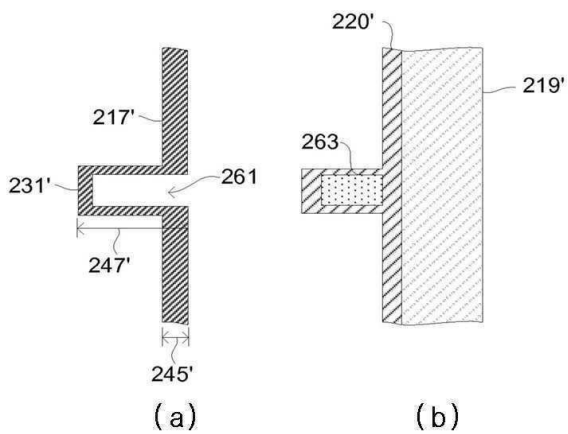
도면6



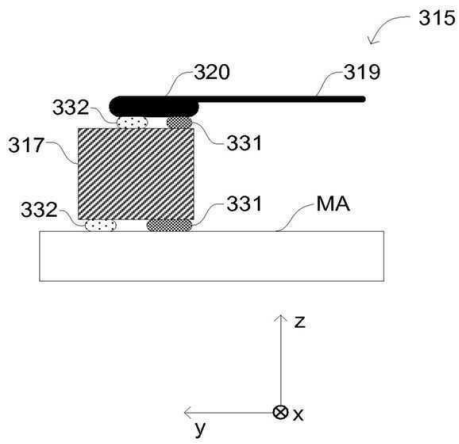
도면7



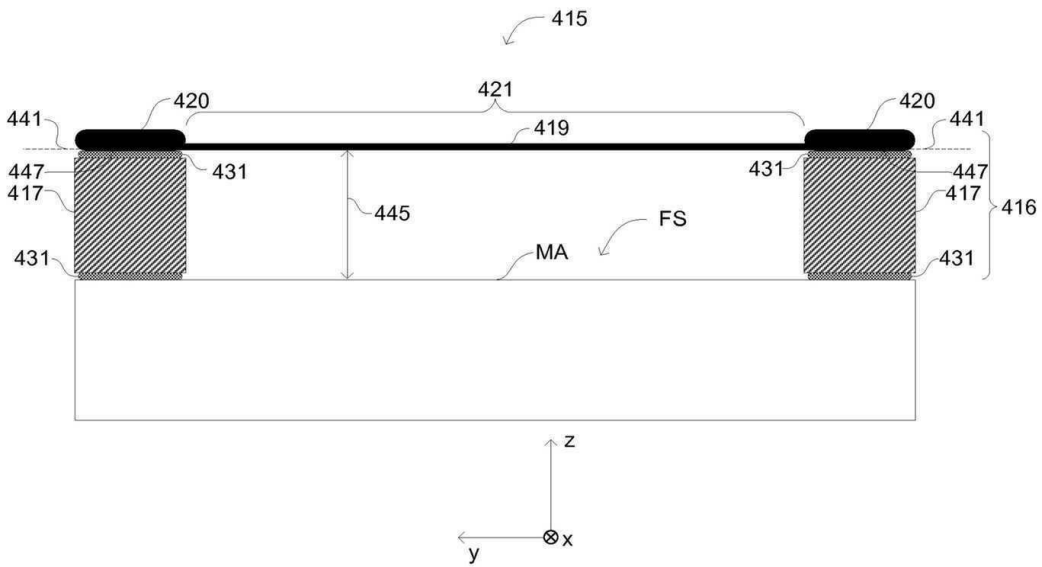
도면8



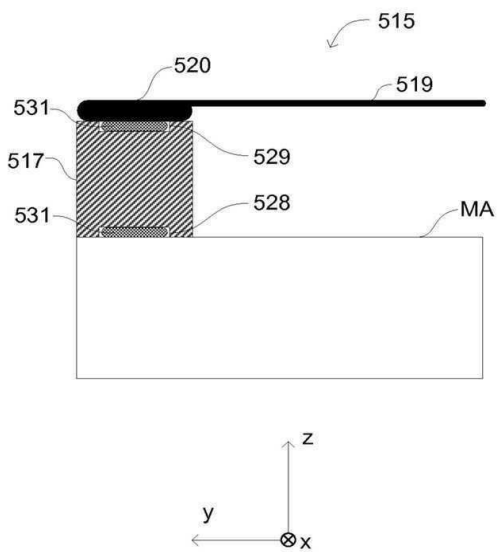
도면9



도면10



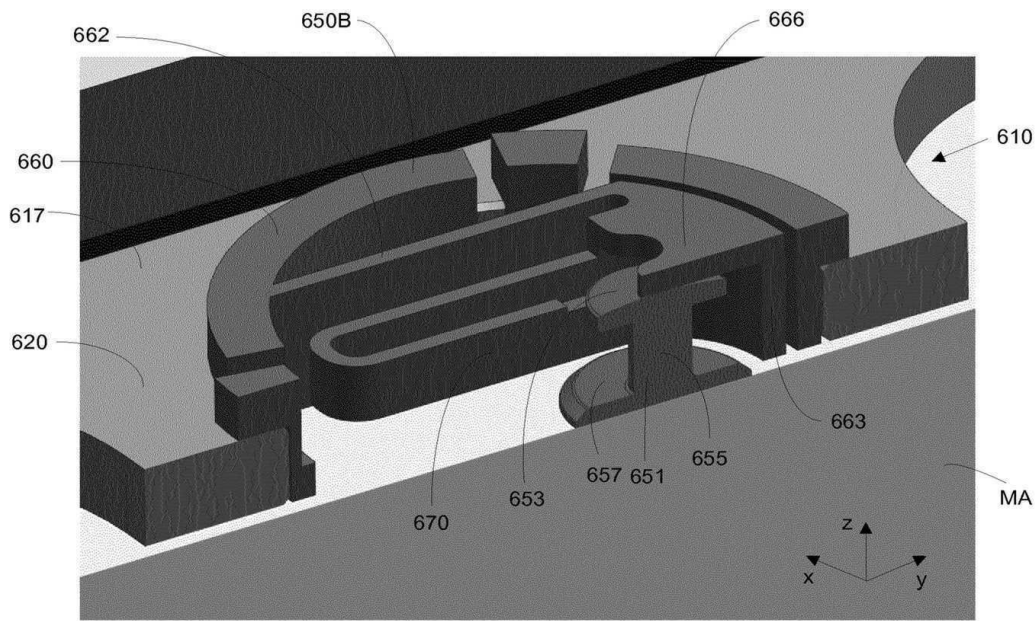
도면11



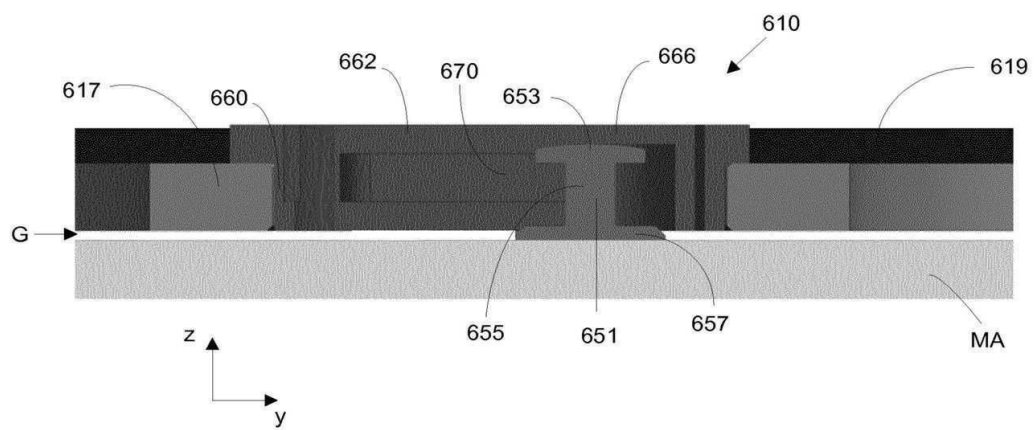




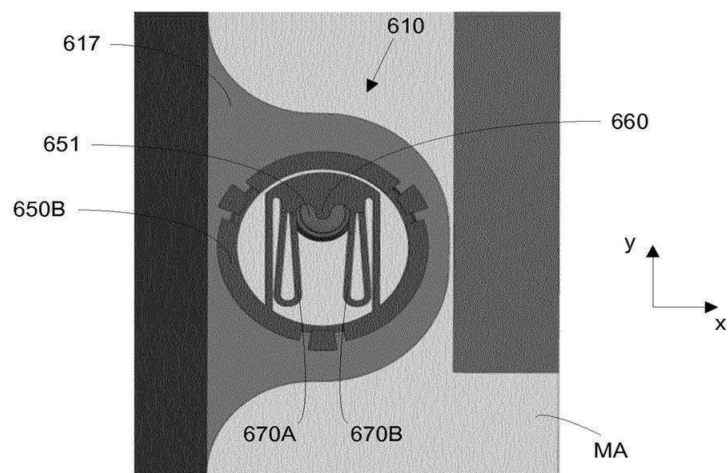
도면13a



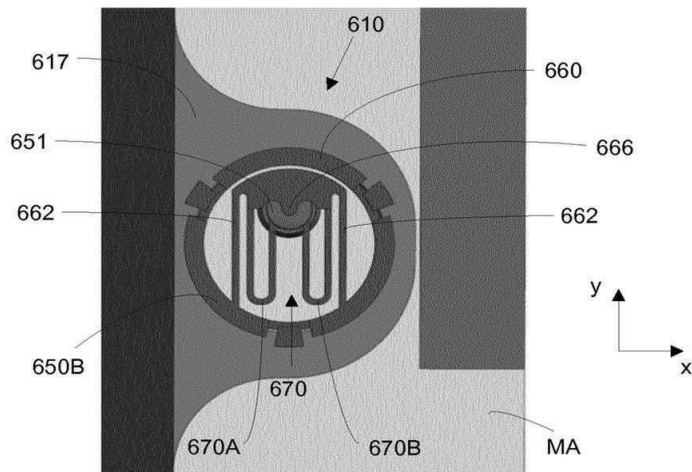
도면13b



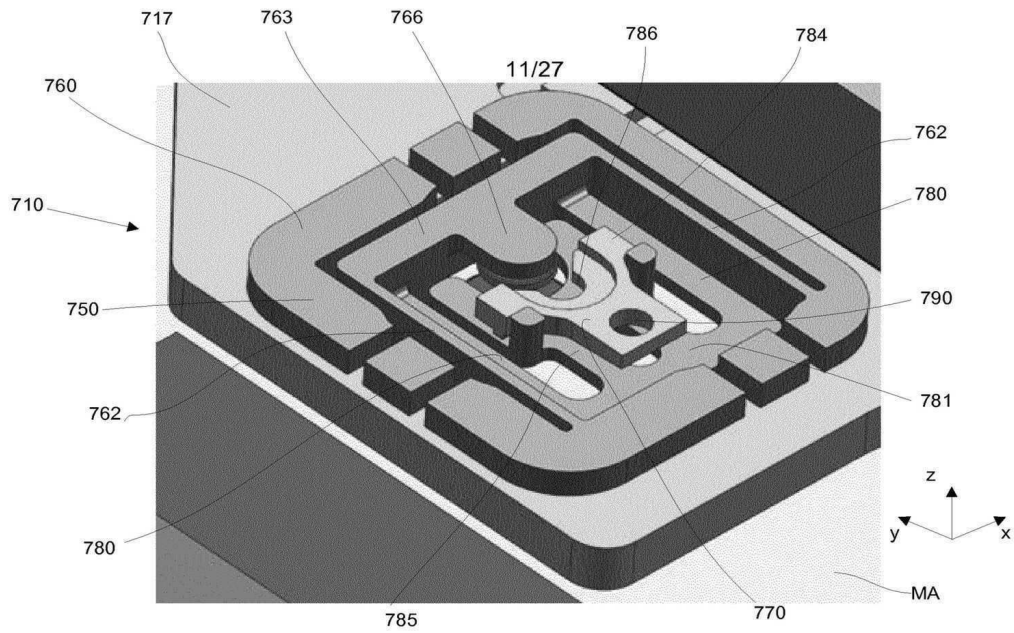
도면14a



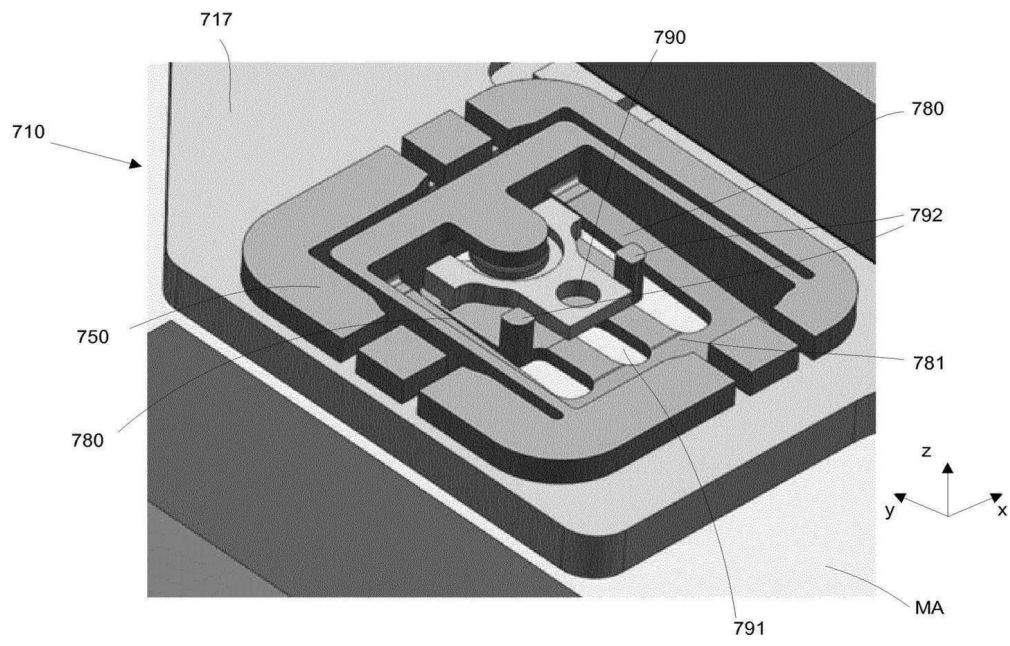
도면14b



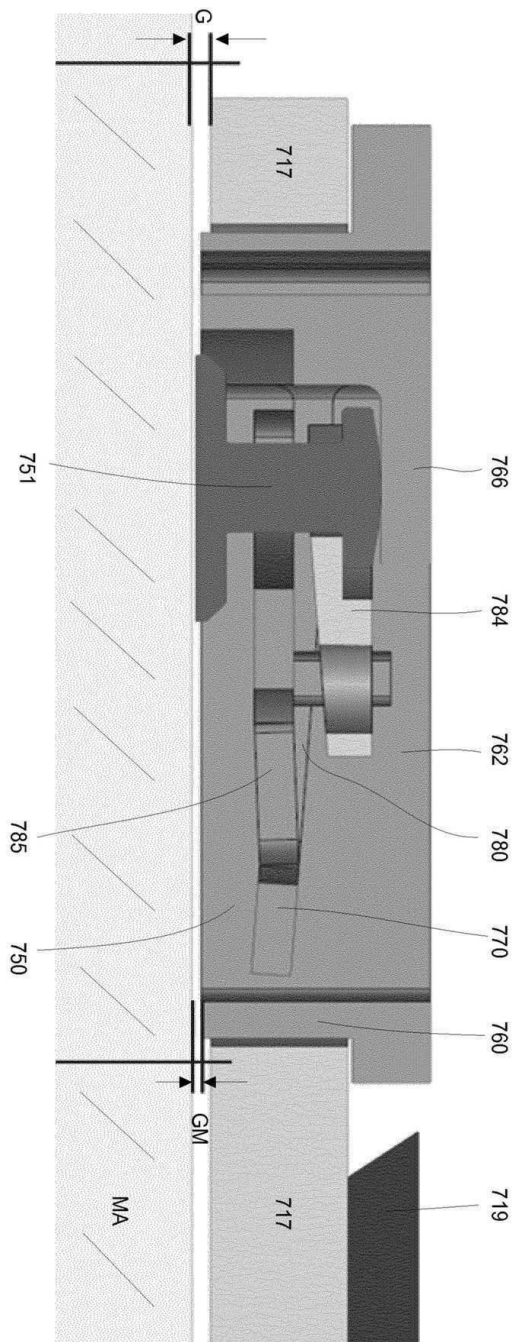
도면15a



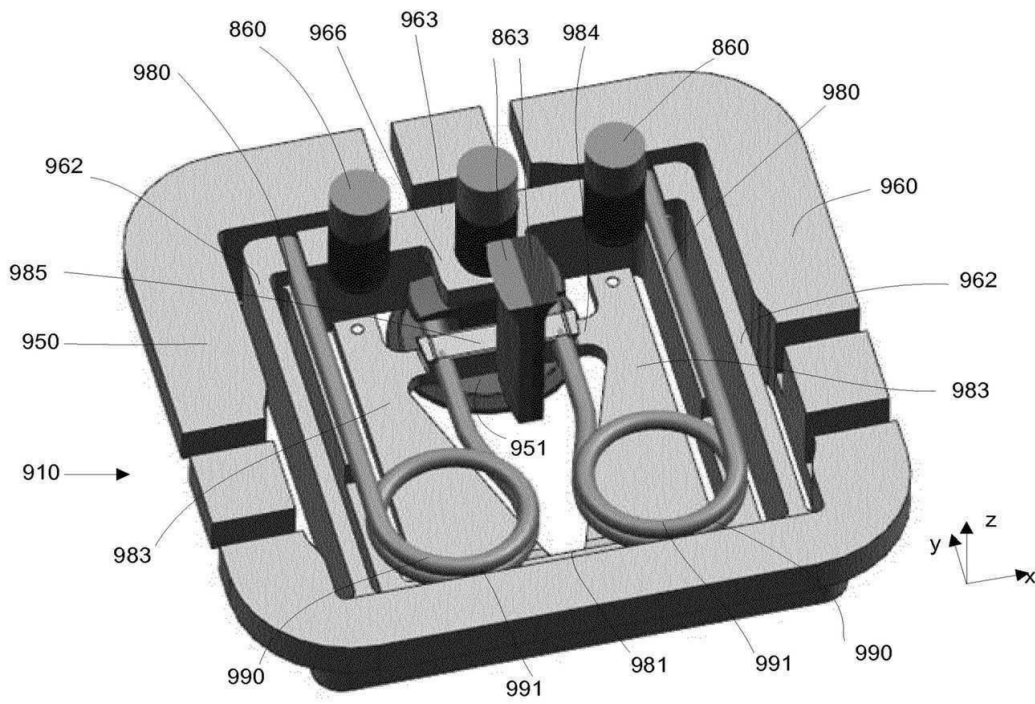
도면15b



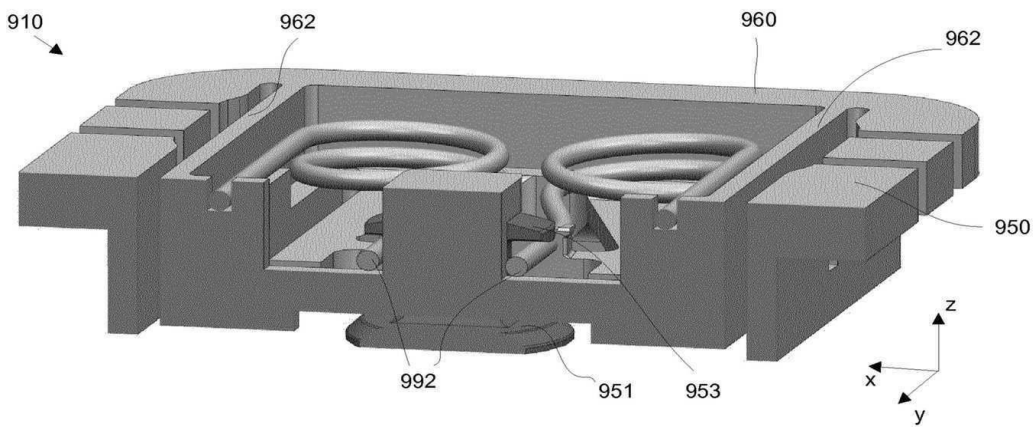
도면16



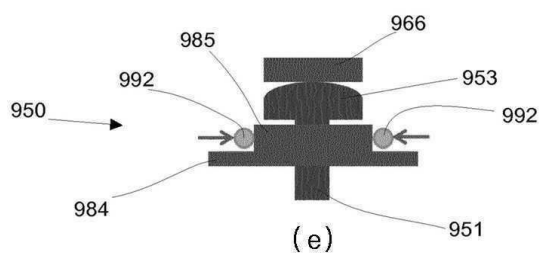
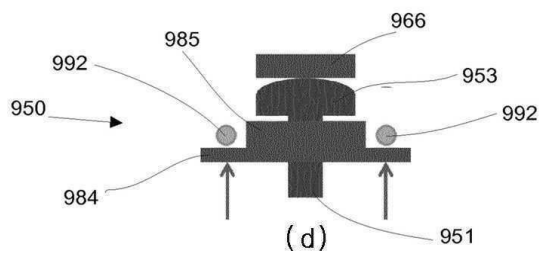
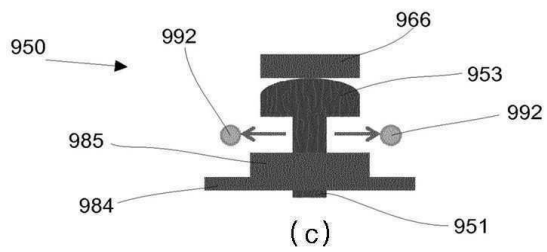
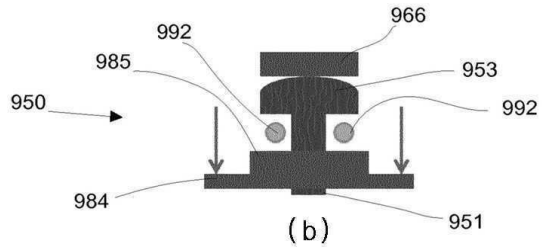
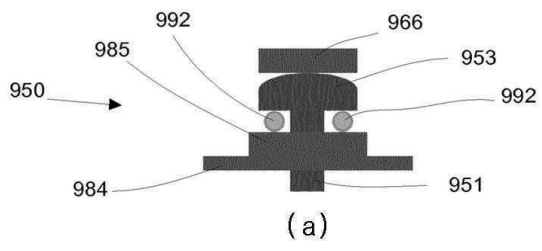
도면17



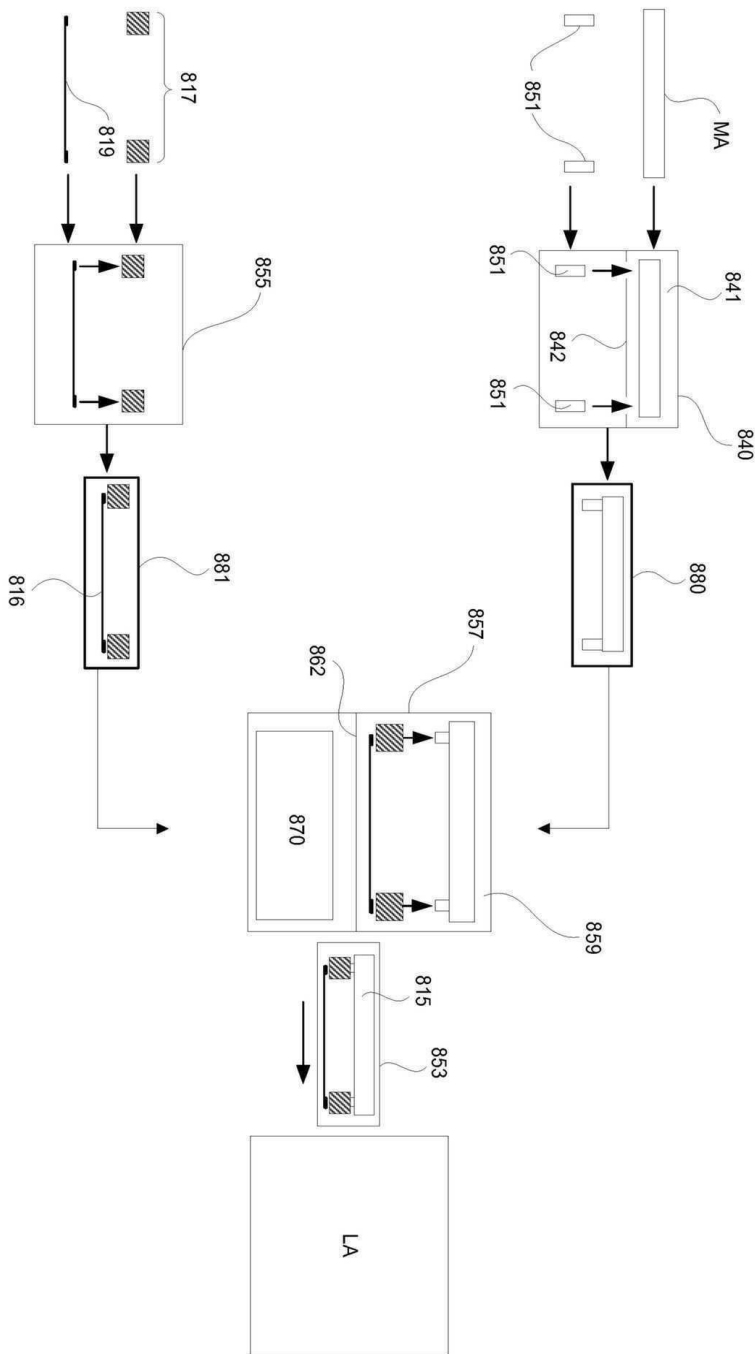
도면18



도면19

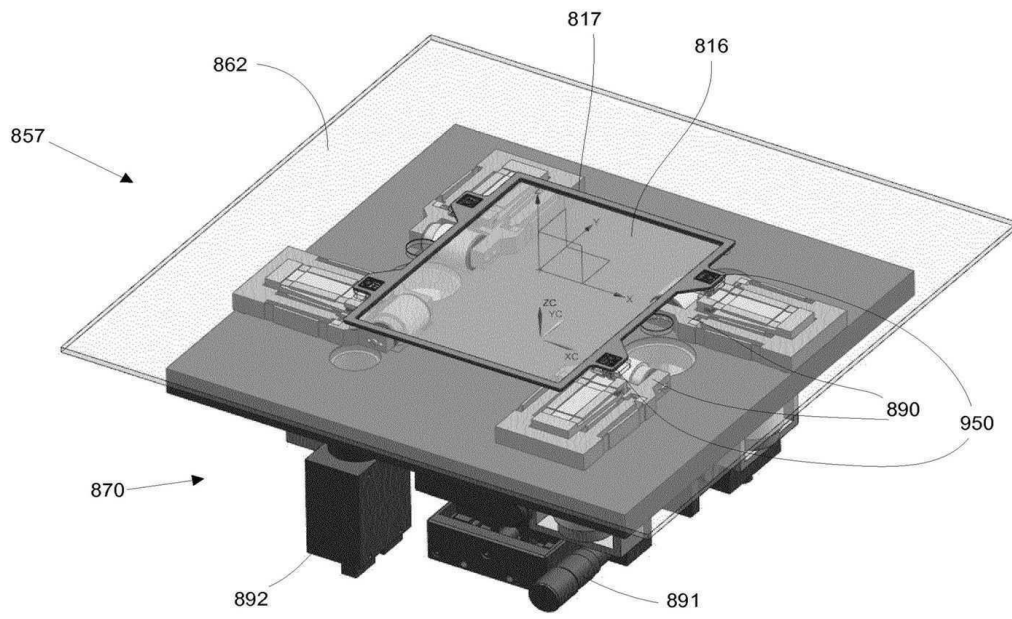


도면20

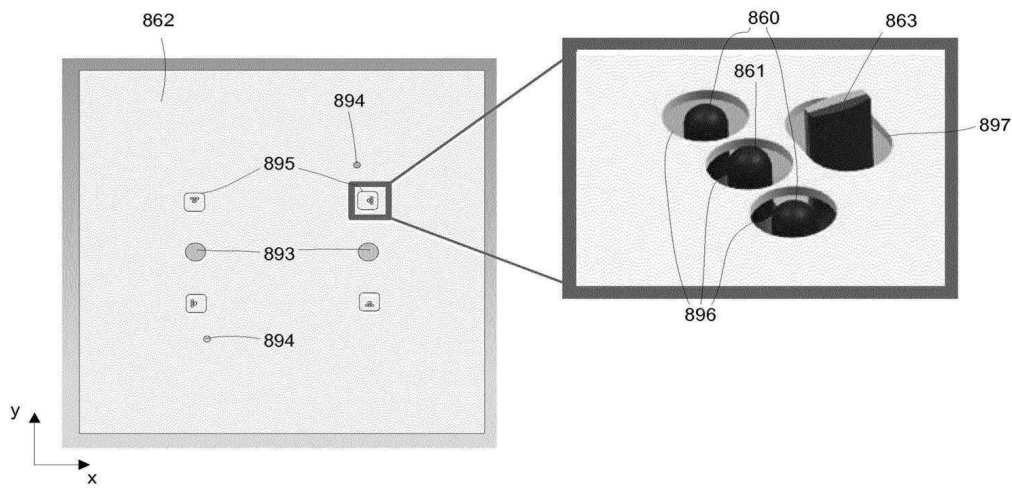




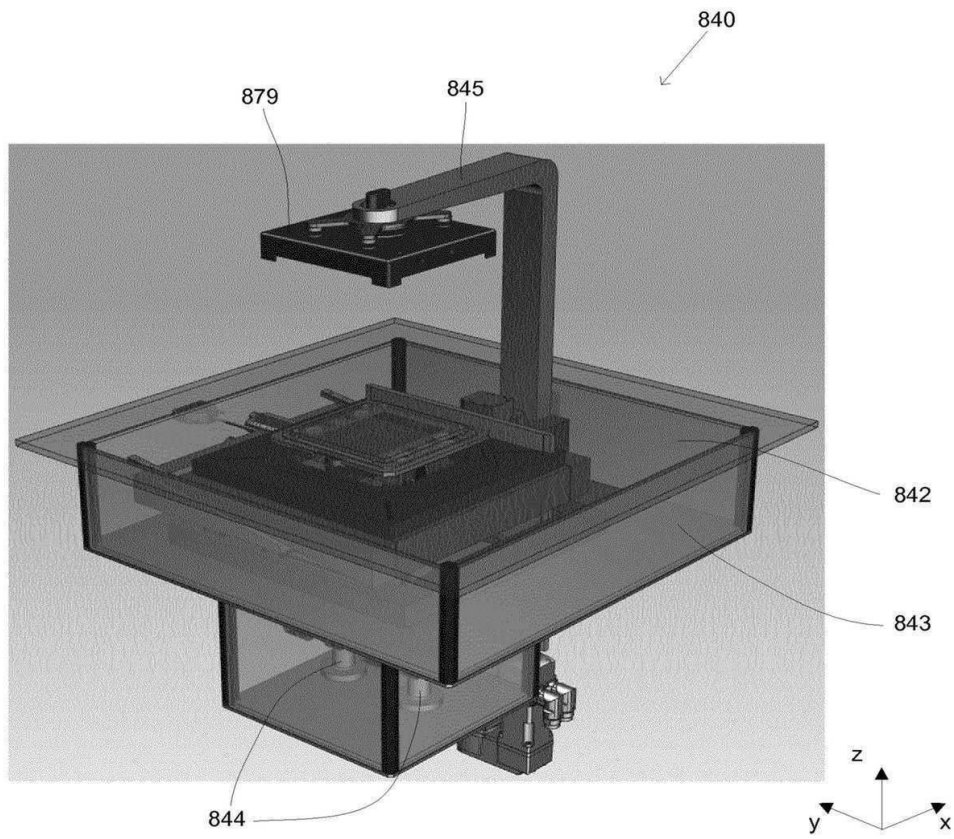
도면21



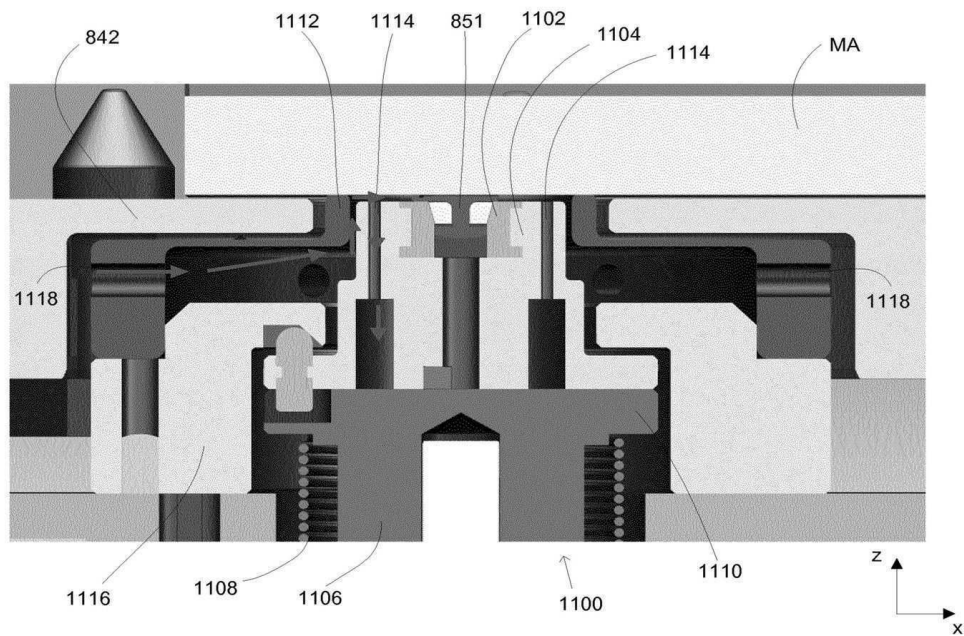
도면22



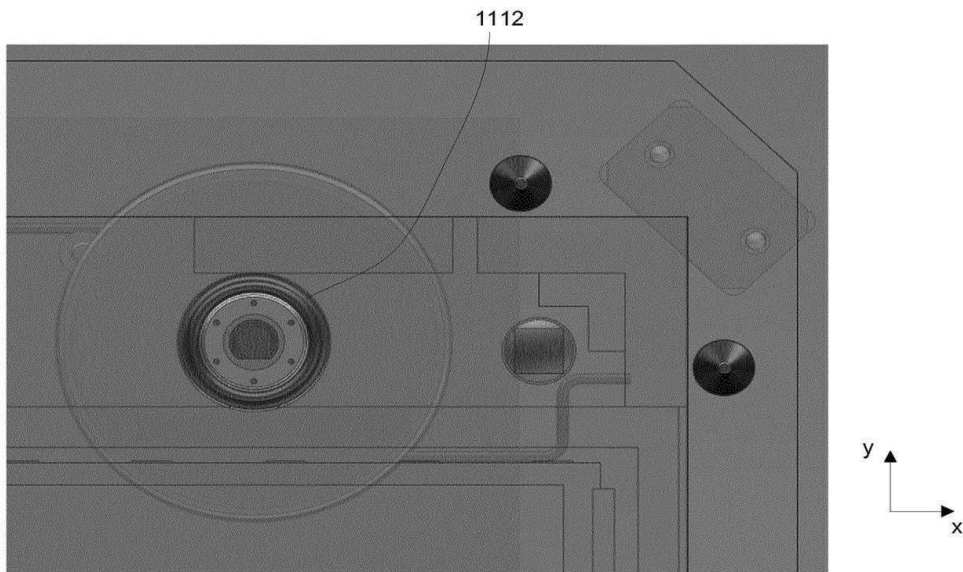
도면23



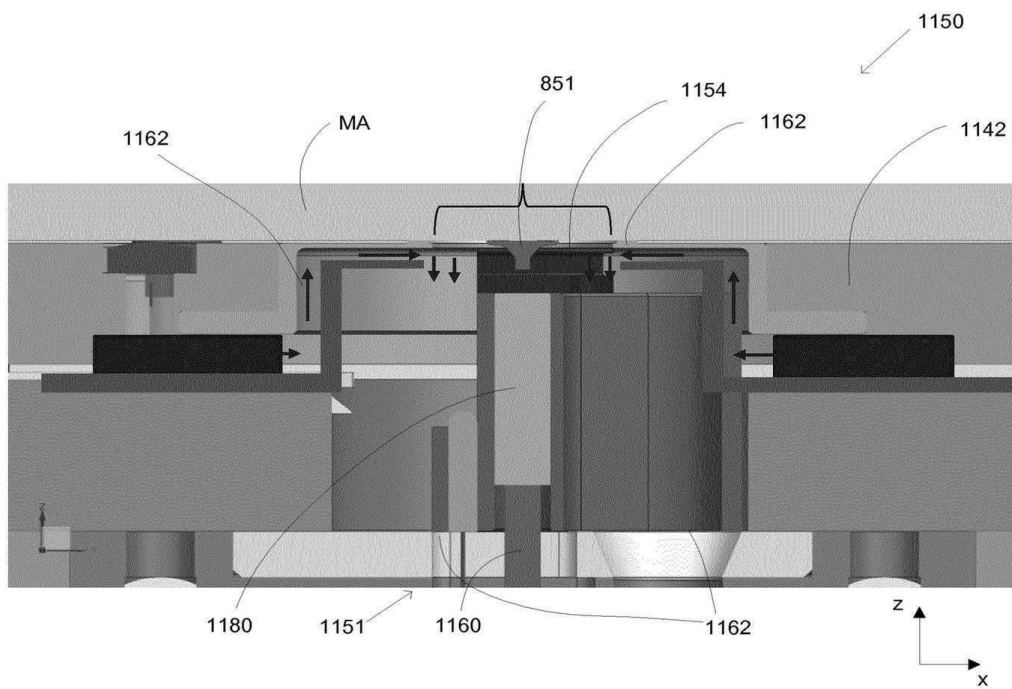
도면24



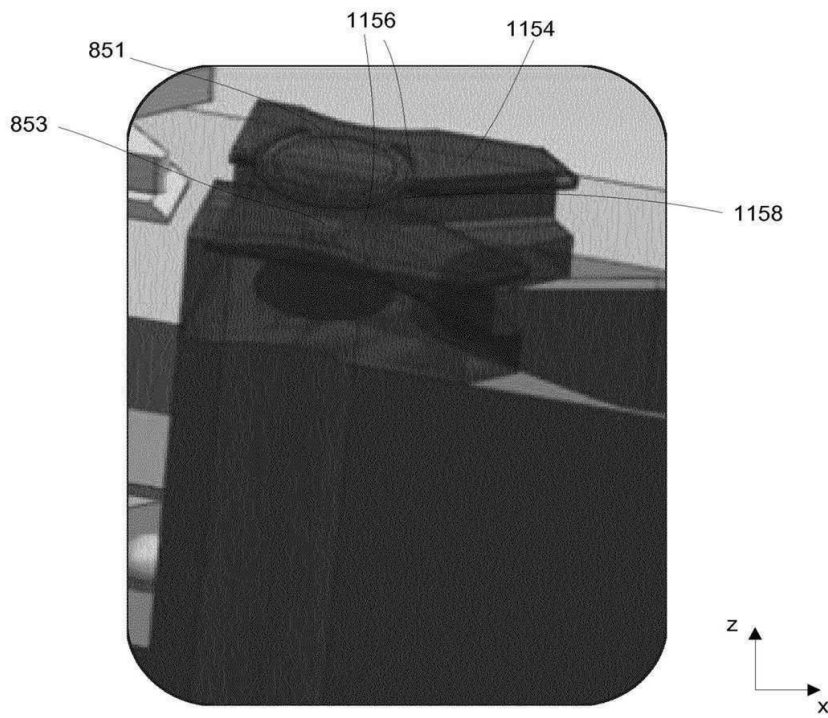
도면25



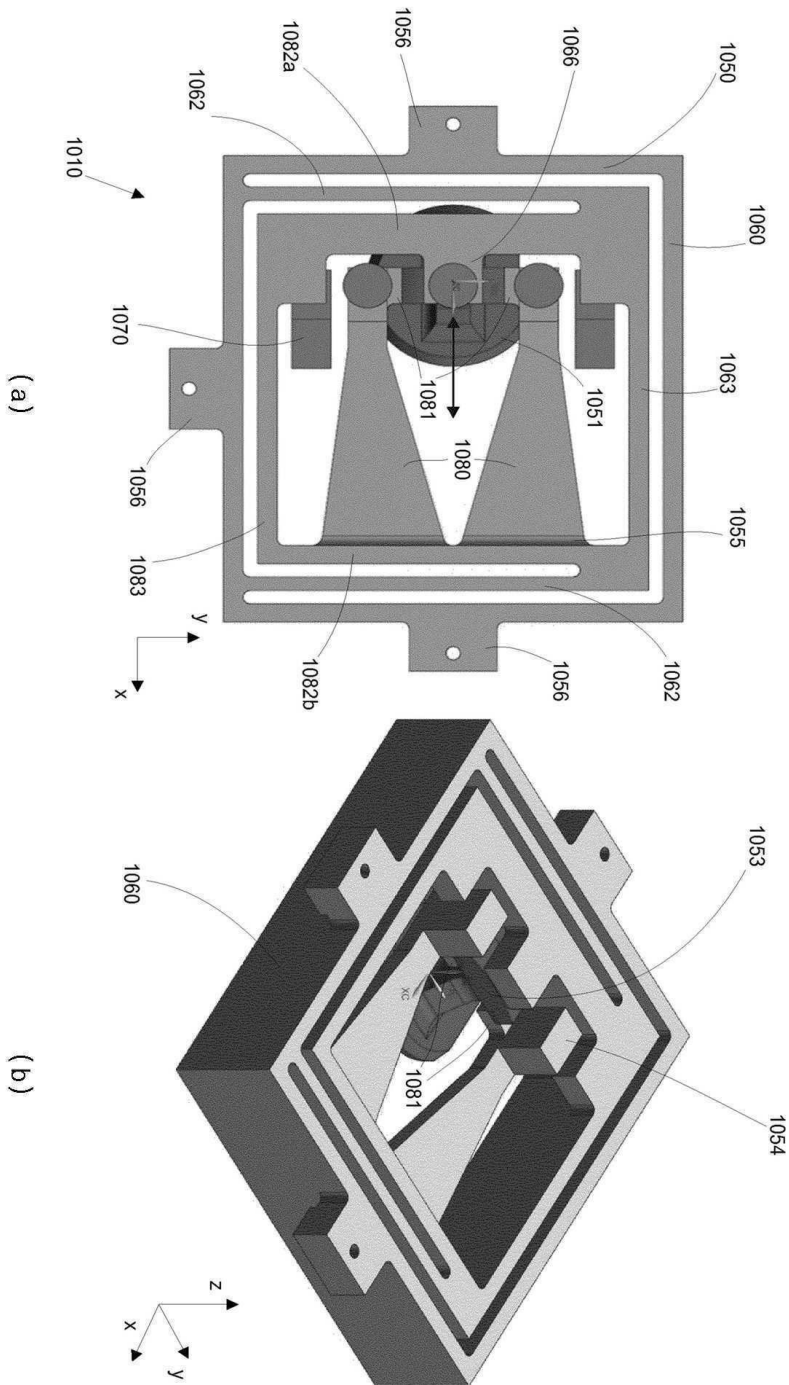
도면26



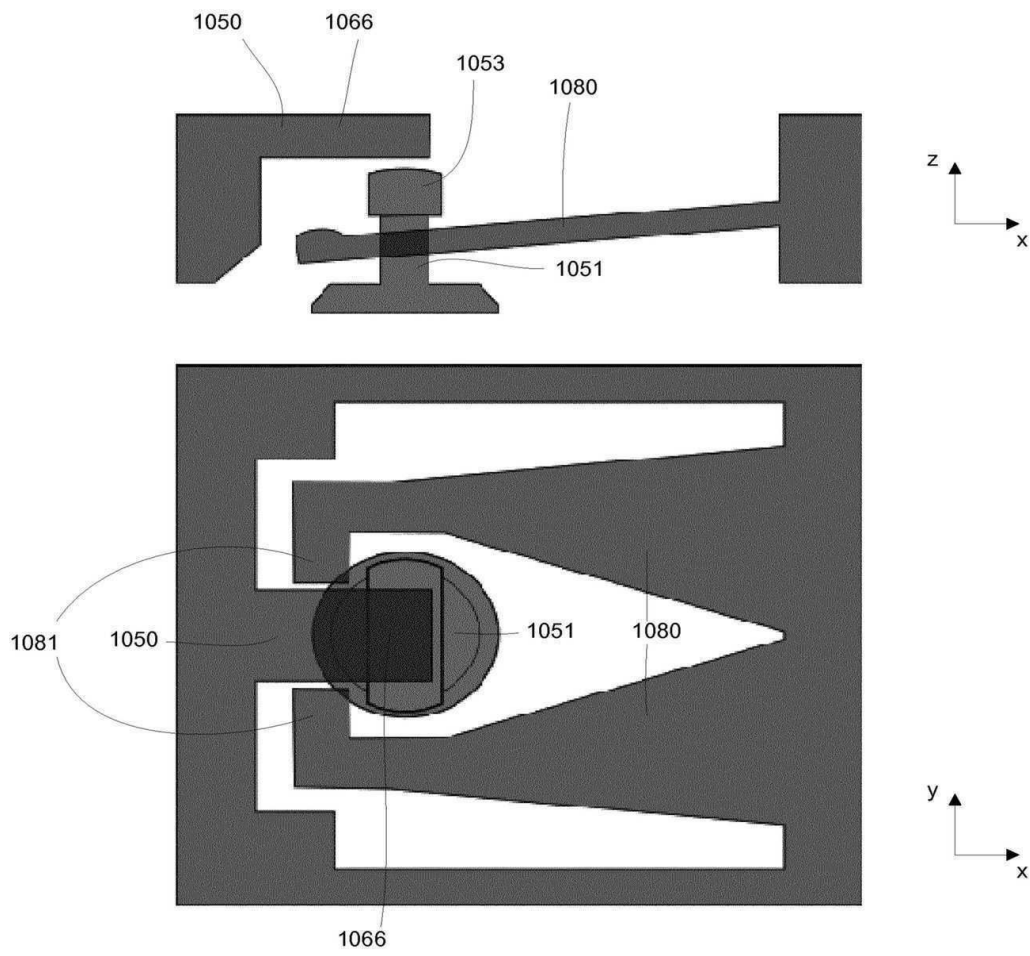
도면27



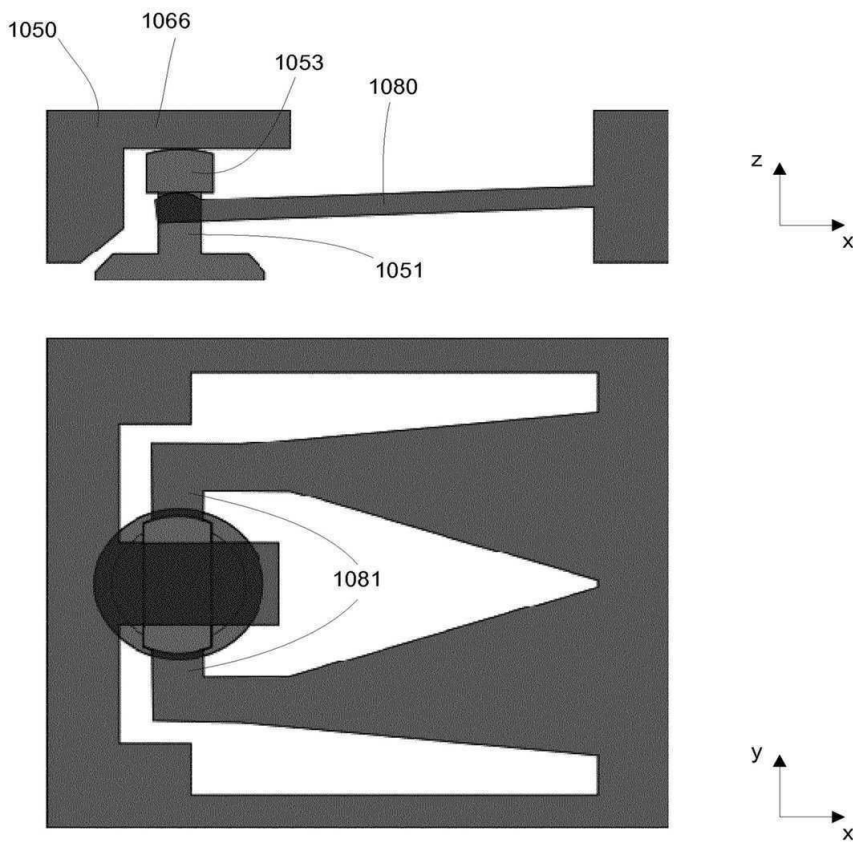
도면28



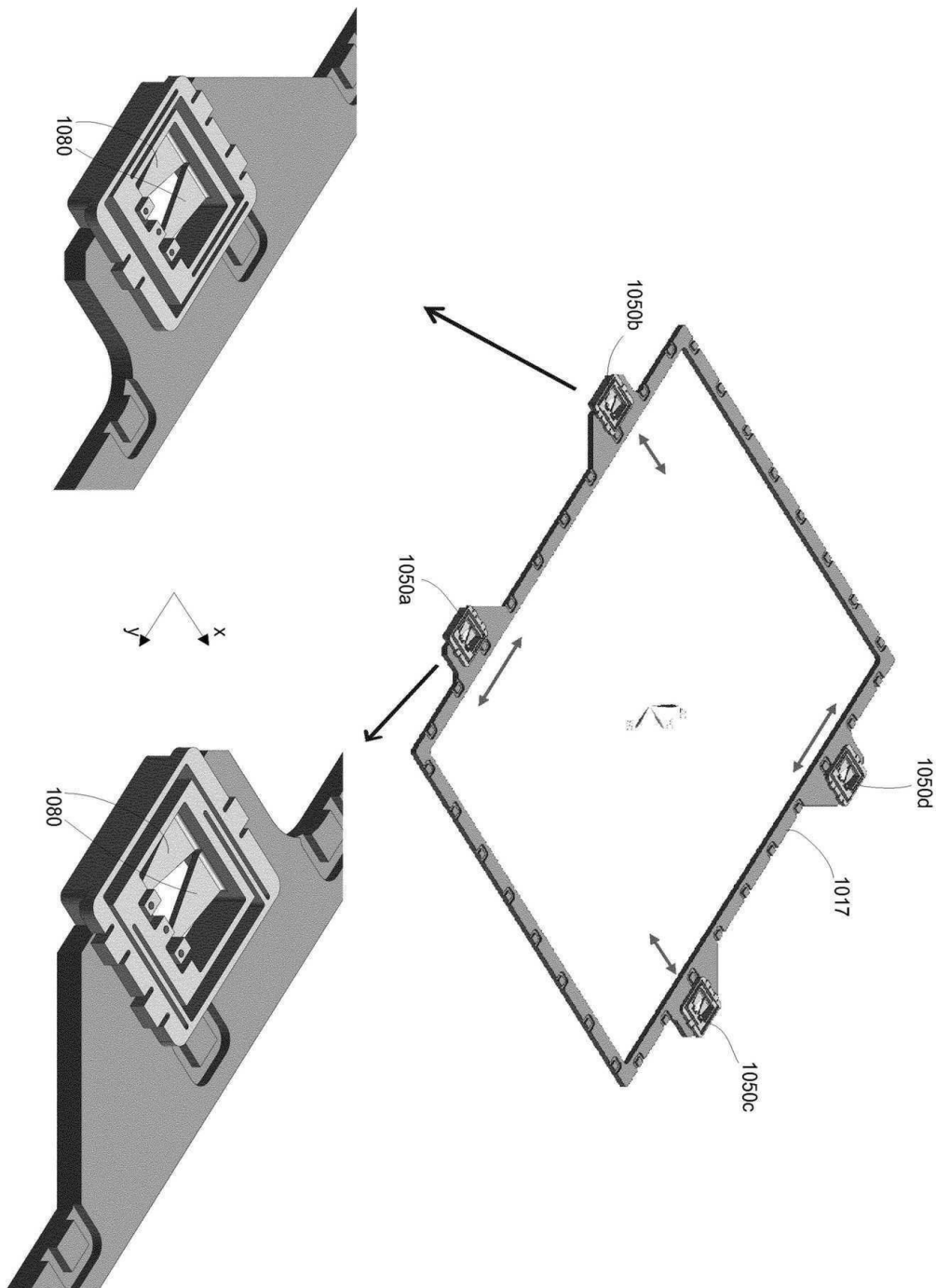
도면29



도면30

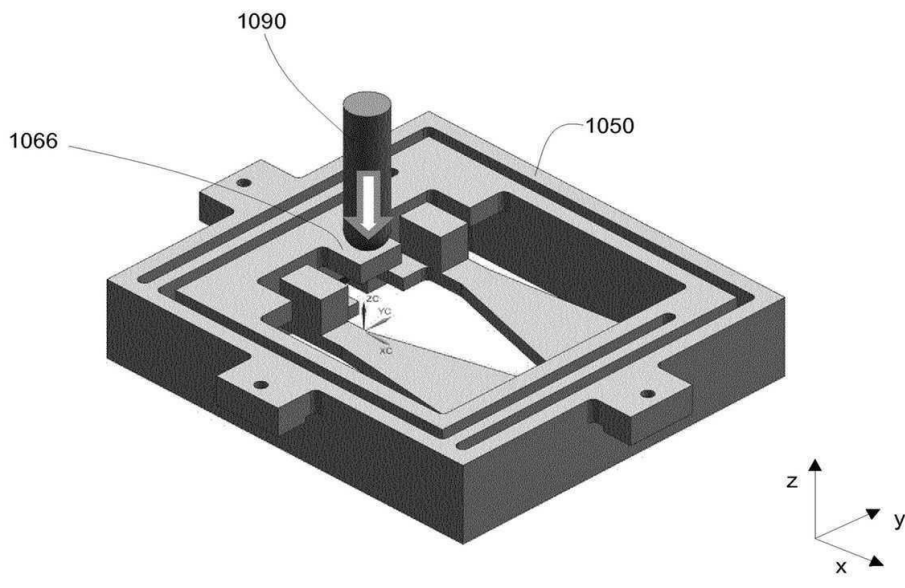


도면31

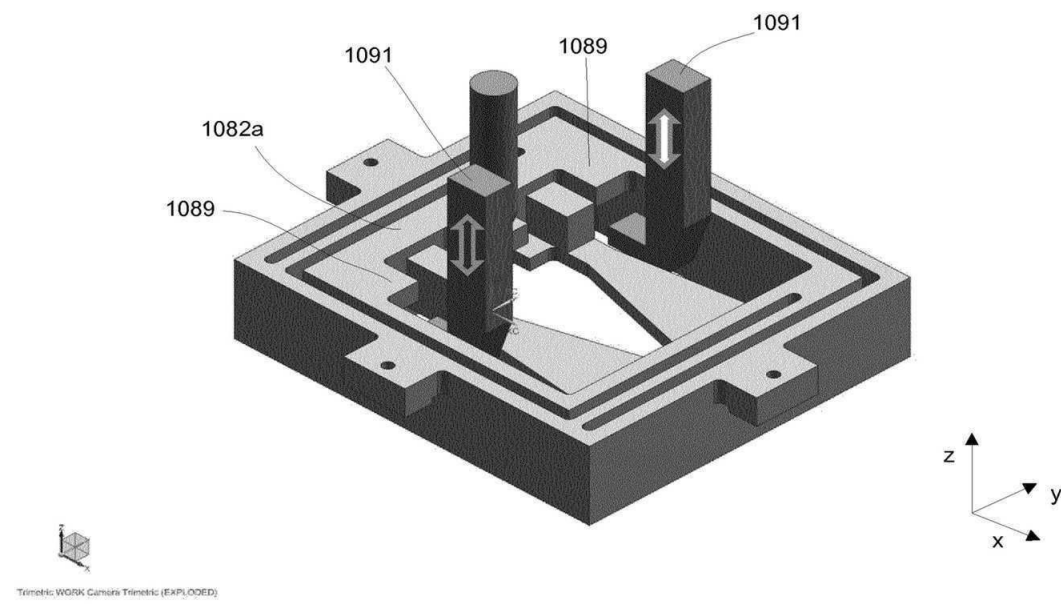




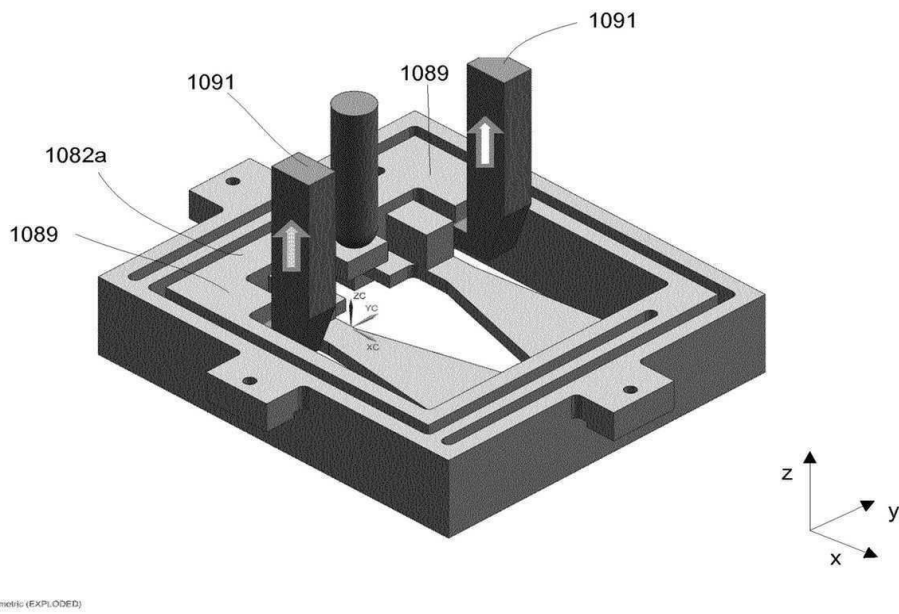
도면32a



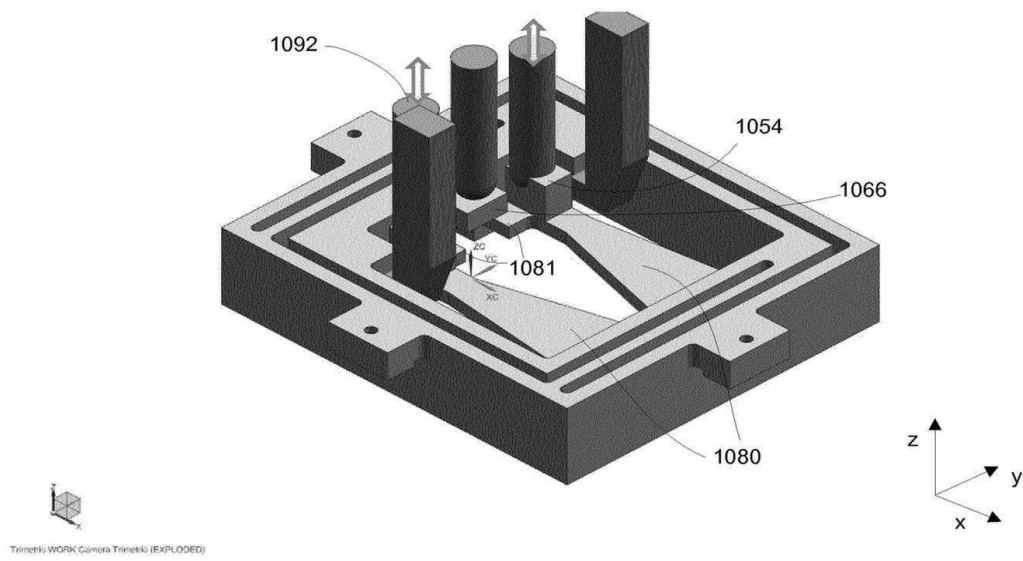
도면32b



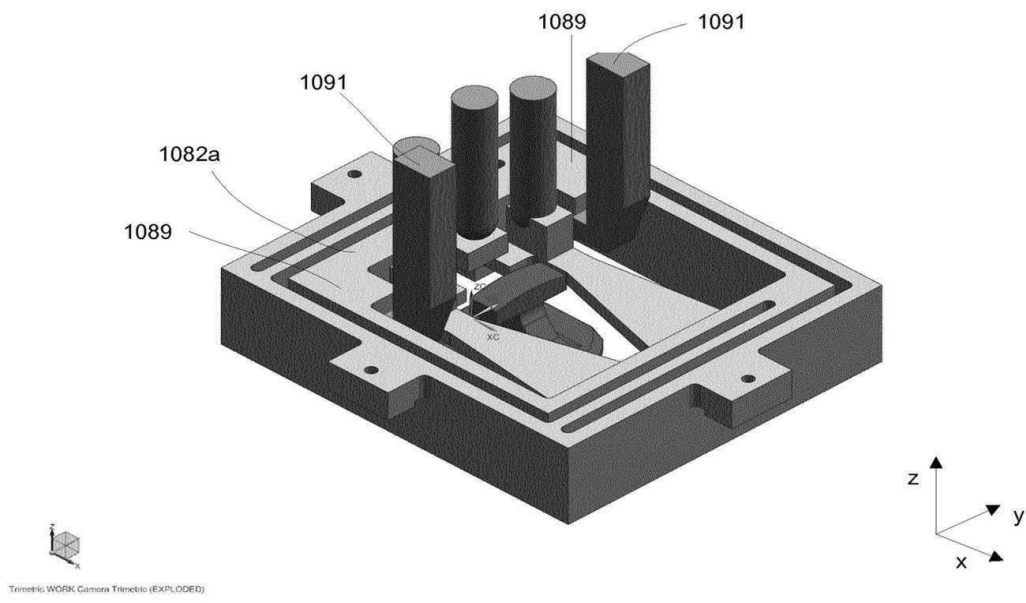
도면32c



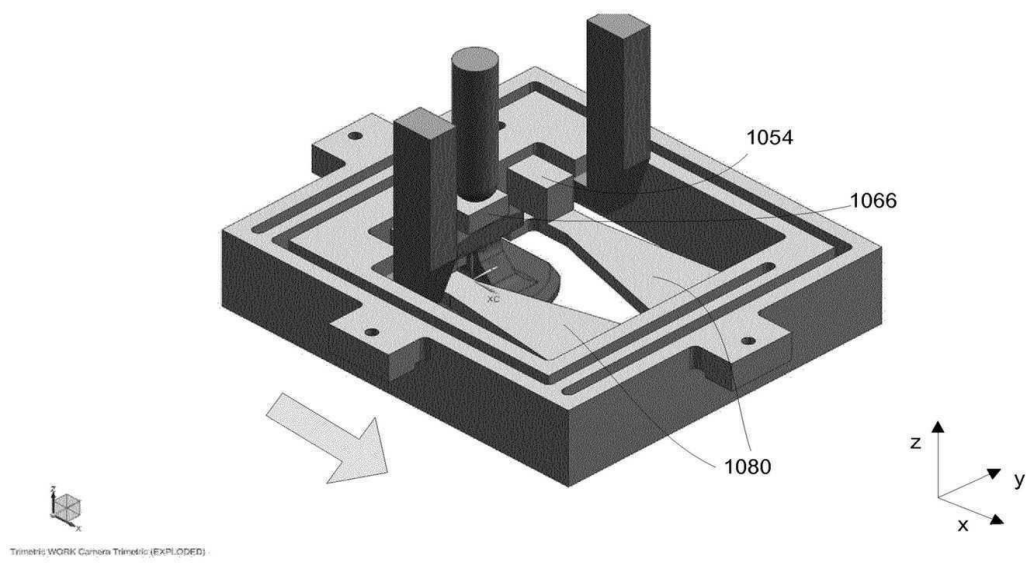
도면32d



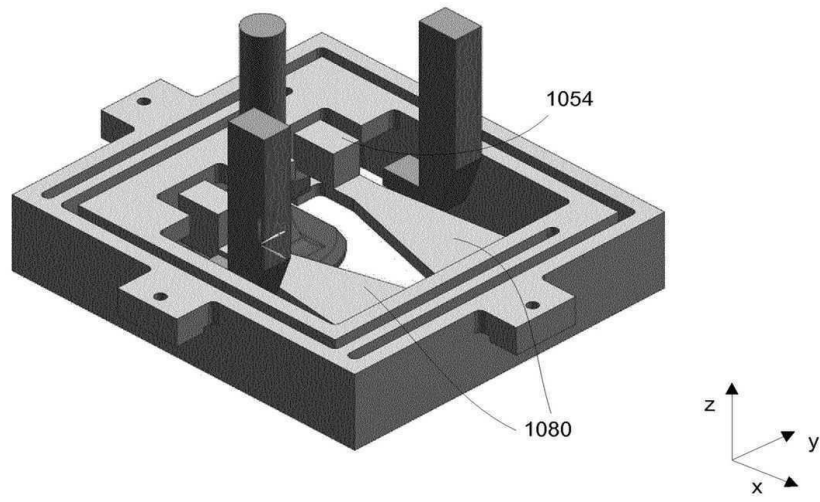
도면32e



도면32f



도면32g



도면32h

