



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2008-0098629  
(43) 공개일자 2008년11월11일

- |  |   |
|--|---|
| <p>(51) Int. Cl.<br/><i>H01L 21/027</i> (2006.01)</p> <p>(21) 출원번호 10-2008-7021190</p> <p>(22) 출원일자 2008년08월29일<br/>심사청구일자 없음<br/>번역문제출일자 2008년08월29일</p> <p>(86) 국제출원번호 PCT/EP2006/012120<br/>국제출원일자 2006년12월15일</p> <p>(87) 국제공개번호 WO 2007/085290<br/>국제공개일자 2007년08월02일</p> <p>(30) 우선권주장<br/>11/341,894 2006년01월30일 미국(US)</p> | <p>(71) 출원인<br/>칼 짜이스 에스엠테 아게<br/>독일 73447 오버코헨 루돌프-에버-슈트라세 2</p> <p>(72) 발명자<br/>소르그 프란츠<br/>독일 73433 알렌 웨스테르할덴슈트라세 2</p> <p>도이펠 페터<br/>독일 89551 쾨니그스브론 잔게르슈트라세 57</p> <p>그루네르 토랄프<br/>독일 73433 알렌-호펜 오팔슈트라세 22</p> <p>(74) 대리인<br/>양영준, 안국찬</p> |
|--|---|

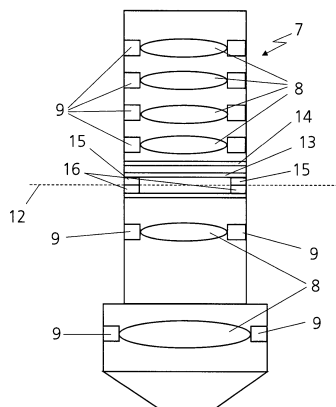
전체 청구항 수 : 총 53 항

**(54) 화상 결함 보정을 위한 방법 및 장치**

**(57) 요약**

본 발명은 반도체 리소그래피에 이용되고 제1 광학 보정 요소 및 하나 이상의 추가 광학 보정 요소(13, 14)을 포함하는 투사 노광 시스템에 관한 것이다. 제1 광학 보정 요소(13)는 투사 노광 시스템(7)의 동공 레벨(12)의 영역에 배열되는 반면 추가 광학 보정 요소(14)는 동공 레벨(12)로부터 제1 보정 요소보다 더 먼 거리에 위치한다. 본 발명은 또한 반도체 리소그래피에 이용되고 제1 및 하나 이상의 추가 광학 보정 요소(13, 14)를 포함하는 투사 노광 시스템에 관한 것이다. 제1 광학 보정 요소는 투사 노광 시스템의 동공 레벨 근처의 지지 장착부(16)에 배열되는 반면, 추가 광학 보정 요소는 보조 장착부 내의 지지 장착부에 제거 가능하게 위치된다. 본 발명은 또한 반도체 리소그래피에 이용되는 투사 노광 시스템의 화상 결함을 보정하는 방법에 관한 것이다. 상기 방법은 적어도 다음 단계를 포함한다: -광학 보정 요소가 제공되는 단계; -투사 노광 시스템의 서비스 파라미터가 검출되는 단계; -열화 증상을 예측하는 단계; -하나 이상의 적용될 보정 요소가 미리 생성되는 단계; -그리고 주어진 시점에 보정 요소를 교체하는 단계.

대표도 - 도2



## 특허청구의 범위

### 청구항 1

반도체 리소그래피에 이용되는 것으로, 제1 광학 보정 요소 및 하나 이상의 추가 광학 보정 요소를 갖는 투사 노광 시스템이며,

제1 광학 보정 요소는 투사 노광 시스템의 동공면 영역 내에 배열되고, 추가 광학 보정 요소는 동공면으로부터 제1 보정 요소보다 먼 거리에 배열되는 것을 특징으로 하는 투사 노광 시스템.

### 청구항 2

제1항에 있어서,

제1 보정 요소는 부-구경비(sub-aperture ratio)가 0.75보다 크며 특히 0.9보다 크도록 동공면으로부터 이격되어 배열되는 것을 특징으로 하는 투사 노광 시스템.

### 청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

추가 광학 보정 요소는 부-구경비(sub-aperture ratio)가 0.75보다 작으며 특히 0.5보다 작도록 동공면으로부터 이격되어 배열되는 것을 특징으로 하는 투사 노광 시스템.

### 청구항 4

제1항 내지 제3항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 광학 보정 요소 중 적어도 하나는 평행 평면판(plane-parallel plate)인 것을 특징으로 하는 투사 노광 시스템.

### 청구항 5

제1항 내지 제4항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 광학 보정 요소 중 적어도 하나는 스크린이며, 특히 1차의 증착 스크린(vapor-deposited screen of the first order) 또는 가변 스크린인 것을 특징으로 하는 투사 노광 시스템.

### 청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 광학 요소 중 적어도 하나는 간섭 필터 또는 광강도 필터이며, 특히 중성 필터인 것을 특징으로 하는 투사 노광 시스템.

### 청구항 7

제4항에 있어서,

다른 광학 보정 요소도 평행 평면판인 것을 특징으로 하는 투사 노광 시스템.

### 청구항 8

제1항 내지 제7항 중 어느 한 항에 있어서,

하나 이상의 광학 보정 요소는 조작 가능하도록 장착되는 것을 특징으로 하는 투사 노광 시스템.

### 청구항 9

제1항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서,

하나 이상의 광학 보정 요소는 교체가능한 부품인 것을 특징으로 하는 투사 노광 시스템.

**청구항 10**

제9항에 있어서,

교체가능 부품 형태인 적어도 하나의 광학 보정 요소는 투사 노광 시스템에 느슨하게 장착되는 것을 특징으로 하는 투사 노광 시스템.

**청구항 11**

제9항에 있어서,

교체가능 부품 형태인 적어도 하나의 광학 보정 요소는 투사 노광 시스템에 영구적으로 장착되는 것을 특징으로 하는 투사 노광 시스템.

**청구항 12**

제11항에 있어서,

스프링 요소, 공압 요소, 자성 요소, 감압 요소, 또는 상호결합 요소가 광학 보정 요소를 고정시키기 위해 이용 가능한 것을 특징으로 하는 투사 노광 시스템.

**청구항 13**

제9항에 있어서,

광학 보정 요소를 교체하기 위해 교체 장치가 제공되는 것을 특징으로 하는 투사 노광 시스템.

**청구항 14**

제13항에 있어서,

교체 장치는 운반대(carriage) 형태인 것을 특징으로 하는 투사 노광 시스템.

**청구항 15**

제13항에 있어서,

교체 장치는 회전 디스크 형태인 것을 특징으로 하는 투사 노광 시스템.

**청구항 16**

제13항에 있어서,

교체 장치는 스윙 암(swinging arm) 형태인 것을 특징으로 하는 투사 노광 시스템.

**청구항 17**

제13항에 있어서,

교체 장치 자체가 광학 보정 요소들을 수용하는 복수의 수용 유닛을 갖는 것을 특징으로 하는 투사 노광 시스템.

**청구항 18**

제13항 내지 제17항 중 어느 한 항에 있어서,

광학 보정 요소들을 저장하기 위해 매거진(magazine)이 구비되는 것을 특징으로 하는 투사 노광 시스템.

**청구항 19**

제18항에 있어서,

매거진은 적층 매거진 형태인 것을 특징으로 하는 투사 노광 시스템.

**청구항 20**

제18항에 있어서,

매거진은 회전 디스크 매거진 형태인 것을 특징으로 하는 투사 노광 시스템.

**청구항 21**

제13항 내지 제20항 중 어느 한 항에 있어서,

교체 장치는 광학 보정 요소의 위치를 결정하는 센서 유닛을 갖는 것을 특징으로 하는 투사 노광 시스템.

**청구항 22**

제13항 내지 제21항 중 어느 한 항에 있어서,

투사 노광 시스템 내부의 오염을 방지하기 위한 부품이 구비되는 것을 특징으로 하는 투사 노광 시스템.

**청구항 23**

반도체 리소그래피에 이용되는 것으로, 제1 광학 보정 요소 및 하나 이상의 추가 광학 보정 요소를 갖는 투사 노광 시스템이며,

제1 광학 보정 요소는 유지 프레임 내에서 투사 노광 시스템의 동공면에 인접하게 배열되고,

추가 광학 보정 요소는 교체될 수 있도록 유지 프레임 내의 보조 프레임에 배열되는 것을 특징으로 하는 투사 노광 시스템.

**청구항 24**

제23항에 있어서,

하나 이상의 광학 보정 요소는 평행 평면판(plane-parallel plate)인 것을 특징으로 하는 투사 노광 시스템.

**청구항 25**

제23항 또는 제24항에 있어서,

상기 광학 보정 요소 중 적어도 하나는 스크린이며, 특히 1차의 증착 스크린(vapor-deposited screen of the first order) 또는 가변 스크린인 것을 특징으로 하는 투사 노광 시스템.

**청구항 26**

제23항 내지 제25항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 광학 요소 중 적어도 하나는 간섭 필터 또는 광강도 필터이며, 특히 중성 필터인 것을 특징으로 하는 투사 노광 시스템.

**청구항 27**

제24항에 있어서,

추가 광학 보정 요소도 평행 평면판인 것을 특징으로 하는 투사 노광 시스템.

**청구항 28**

제23항 내지 제27항 중 어느 한 항에 있어서,

적어도 하나의 광학 보정 요소는 조작 가능하도록 장착되는 것을 특징으로 하는 투사 노광 시스템.

**청구항 29**

제23항 내지 제26항 중 어느 한 항에 있어서,

교체가능하게 배열된 적어도 하나의 광학 보정 요소는 투사 노광 시스템에 느슨하게 장착되는 것을 특징으로 하는 투사 노광 시스템.

**청구항 30**

제23항 내지 제28항 중 어느 한 항에 있어서,

교체가능하게 배치된 적어도 하나의 광학 보정 요소는 투사 노광 시스템에 영구적으로 장착되는 것을 특징으로 하는 투사 노광 시스템.

**청구항 31**

제30항에 있어서,

스프링 요소, 공압 요소, 자성 요소, 감압 요소, 또는 상호결합 요소가 광학 보정 요소를 고정시키기 위해 이용 가능한 것을 특징으로 하는 투사 노광 시스템.

**청구항 32**

제23항 내지 제31항 중 어느 한 항에 있어서,

광학 보정 요소를 교체하기 위해 교체 장치가 제공되는 것을 특징으로 하는 투사 노광 시스템.

**청구항 33**

제32항에 있어서,

교체 장치는 운반대(carriage) 형태인 것을 특징으로 하는 투사 노광 시스템.

**청구항 34**

제32항에 있어서,

교체 장치는 회전 디스크 형태인 것을 특징으로 하는 투사 노광 시스템.

**청구항 35**

제32항에 있어서,

교체 장치는 스윙 암(swinging arm) 형태인 것을 특징으로 하는 투사 노광 시스템.

**청구항 36**

제32항에 있어서,

교체 장치 자체가 광학 보정 요소들을 수용하는 복수의 수용 유닛을 갖는 것을 특징으로 하는 투사 노광 시스템.

**청구항 37**

제32항 내지 제36항 중 어느 한 항에 있어서,

광학 보정 요소들을 저장하기 위해 매거진(magazine)이 구비되는 것을 특징으로 하는 투사 노광 시스템.

**청구항 38**

제37항에 있어서,

매거진은 적층 매거진 형태인 것을 특징으로 하는 투사 노광 시스템.

**청구항 39**

제37항에 있어서,

매거진은 회전 디스크 매거진 형태인 것을 특징으로 하는 투사 노광 시스템.

**청구항 40**

제32항 내지 제39항 중 어느 한 항에 있어서,

교체 장치는 광학 보정 요소의 위치를 결정하는 센서 유닛을 갖는 것을 특징으로 하는 투사 노광 시스템.

**청구항 41**

제32항 내지 제40항 중 어느 한 항에 있어서,

투사 노광 시스템 내부의 오염을 방지하기 위한 부품이 구비되는 것을 특징으로 하는 투사 노광 시스템.

**청구항 42**

제23항 내지 제41항 중 어느 한 항에 있어서,

유지 프레임은 교체가능한 프레임 형태인 것을 특징으로 하는 투사 노광 시스템.

**청구항 43**

반도체 리소그래피에 이용되는 투사 노광 시스템의 화상 결함을 보정하는 방법이며,

광학 보정 요소를 제공하는 단계,

투사 노광 시스템의 이용 파라미터를 기록하는 단계,

열화 현상을 예측하는 단계,

하나 이상의 대응되는 보정 요소를 미리 제공하는 단계, 그리고

정해진 시간에 보정 요소를 교체하는 단계를 포함하는 화상 결함 보정 방법.

**청구항 44**

제43항에 있어서,

투사 노광 시스템의 이용 파라미터가 추가적으로 측정되는 것을 특징으로 하는 화상 결함 보정 방법.

**청구항 45**

제43항 또는 제44항에 있어서,

열화 현상(degradat ion phenomena)은 드리프트 측정 및/또는 공지된 노광 설정에 기초하여 예측되는 화상 결함 보정 방법.

**청구항 46**

반도체 리소그래피에 이용되는 것으로, 교체가능한 부품 형태인 광학 보정 요소 및 광학 보정 요소를 교체하는 교체 장치를 갖는 투사 노광 시스템이며,

투사 노광 시스템의 빔 경로로부터의 광학 보정 요소의 제거와 투사 노광 시스템의 빔 경로로의 광학 보정 요소의 삽입이 교체 장치의 이동 방향 전환 없이 동일한 이동으로 수행될 수 있도록 교체 장치가 설계된 것을 특징으로 하는 투사 노광 시스템.

**청구항 47**

제46항에 있어서,

교체 장치는 광학 보정 요소를 수용하는 두 개 이상의 수용 유닛을 갖는 것을 특징으로 하는 투사 노광 시스템.

**청구항 48**

제47항에 있어서,

교체 장치는 선형 운반대 형태이고 광학 보정 요소를 저장하는 두 개 이상의 매거진을 가지며,

선형 운반대는 수용 유닛들을 가지며,

광학 보정 유닛은 두 개 이상의 매거진으로부터 선형 운반대의 수용 장치 내에 삽입될 수 있는 투사 노광 시스템.

**청구항 49**

제46항 내지 제48항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 광학 보정 요소 중 적어도 하나는 평행 평면판인 것을 특징으로 하는 투사 노광 시스템.

**청구항 50**

제46항 내지 제48항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 광학 보정 요소 중 적어도 하나는 스크린이며, 특히 1차의 증발 스톱(evaporated stop of the first order) 또는 가변 스크린인 것을 특징으로 하는 투사 노광 시스템.

**청구항 51**

제46항 내지 제48항 중 어느 한 항에 있어서,  
상기 광학 요소 중 적어도 하나는 간섭 필터 또는 광강도 필터이며, 특히 중성 필터인 것을 특징으로 하는 투사 노광 시스템.

**청구항 52**

제48항 내지 제51항 중 어느 한 항에 있어서,  
두 개의 매거진 중 적어도 하나는 적층 매거진 형태인 것을 특징으로 하는 투사 노광 시스템.

**청구항 53**

제48항 내지 제51항 중 어느 한 항에 있어서,  
두 개의 매거진 중 적어도 하나는 회전 디스크 매거진 형태인 것을 특징으로 하는 투사 노광 시스템.

**명세서**

**기술분야**

<1> 본 발명은 화상 특성을 보정하는 광학 보정 요소(optical corrective element)를 구비한, 마이크로리소그래피(microlithography)에 이용되는 투사 노광 시스템(projection exposure system)에 관한 것이며, 또한 투사 노광 시스템에서 화상 결함(imaging defect)을 보정하는 방법에 관한 것이다.

**배경기술**

- <2> 투사 노광 시스템은 반도체 기판 상에 전자 회로를 생성하는 마이크로리소그래피에 사용된다. 도1은 종래 기술을 설명하기 위해 이와 같은 투사 노광 시스템의 예를 도시한다.
- <3> 이 경우에, 투사 노광 시스템(1)은 조명 장치(3, illumination apparatus), 그리드와 같은 구조(grid-like structure)를 구비한 마스크를 수용하고 정확하게 위치시키는 장치(4), 웨이퍼(2)상의 후속적인 구조를 결정하는 소위 레티클 (5, reticle), 이 웨이퍼(2)를 유지하고 이동시키고 정확하게 위치시키는 장치(6), 그리고 대물 렌즈 프레임(9)으로 대물렌즈 하우징(10)에 장착된 렌즈(8)와 같은 복수의 광학 요소(optical element)를 가진 결상 장치(imaging apparatus), 즉, 투사 대물렌즈(7, projection objective)를 실질적으로 포함한다.
- <4> 이 경우의 기본적인 작동원리는 레티클(5)에 삽입된 구조의 크기가 축소되어 웨이퍼(2) 상에 결상되는 것이다.
- <5> 조명 장치(3)는 예를 들어 가시 영역 또는 그 밖의 UV 내지 EUV 영역으로부터 웨이퍼(2) 상에 레티클(5)을 결상하기 위해 필요한 전자기 방사선의 투사 빔(11, projection beam)을 제공한다. 레이저 또는 그와 유사한 것이 이 방사선의 소스로 이용될 수 있다. 방사선은 조명 장치(3)에서 광학 요소들에 의해 투사 빔(11)이 레티클(5)에 조사될 때 직경, 편광(polarization), 파면(wavefront)의 형상 등에 관련된 바람직한 속성을 가지도록 형성된다. 광학 요소들은 특히 굴절식, 반사식, 또는 다른 타입의 부품이거나 그들의 조합이 될 수 있다.

- <6> 노광된 후 웨이퍼(2)는 화살표 방향으로 계속 이동되어, 각각 레티클(5)에 의해 규정된 구조를 갖는 복수의 독립적인 영역이 동일 웨이퍼(2) 상에서 노광될 수 있다. 투사 노광 시스템(1)의 웨이퍼(2)는 스텝식 급송 이동(step-like feeding movement)이 수행되므로, 흔히 스텝퍼(stepper)라고도 불린다.
- <7> 또한, 각 영역의 스캐닝 화상은 다양한 현대식 기계에서 수행되므로, 이러한 시스템들은 스캐너(scanner)라고 불린다.
- <8> 앞서 설명한 바와 같이, 레티클(5)의 화상은 투사 빔(11)에 의해 생성되고 투사 대물렌즈(7)에 의해 대응하는 크기로 축소되어 웨이퍼(2)로 전달된다. 투사 대물렌즈(7)는 렌즈, 거울, 프리즘, 엔드 플레이트(end plate) 등과 같은 복수의 굴절식, 회절식 및/또는 반사식 개별 광학 요소를 가진다.
- <9> 언급된 투사 노광 시스템을 사용하는 동안 흔히 발생하는 문제점은 통상적으로 사용되는 조명 광학 요소 및 화상 광학 요소들이 변화하는 광도에 따라 강하거나 약한 화상 결함을 가진다는 것이다. 이러한 화상 결함을 보정하기 위해 투사 노광 시스템의 조명 장치 및 투사 대물렌즈 양쪽 모두의 빔 경로에 보정 요소(corrective element)를 삽입하는 것이 일반적이다. 이러한 수단의 예는 특허출원 EP0874283호 A2, 미국 특허출원 US2003/0128349호 A1 및 미국 특허 제5,392,119호에 개시되어 있다. 또한, 국제특허출원 WO 2005/064404호에는 투사 노광 시스템의 보정 요소를 신속하게 교체하는 문제가 다루어진다. 여기서, 광학 보정 요소는 교체 장치에 의해 투사 노광 시스템의 빔 경로 안으로 또는 밖으로 이동되고, 이 과정에서 광학 보정 요소는 특히 투사 노광 시스템의 동공면(pupil plane) 영역에 위치될 수 있다. 동공면은 광학 보정 요소로 화상 결함을 보정하는데 특히 유리한 위치이다. 왜냐하면, 동공면 내에 취해진 조치(measure)로, 화상면(image plane) 상의 모든 지점에서 유사한 화상 보정이 이뤄질 수 있기 때문이다. 그러나, 화상 결함 보정은 종종 노광되는 현재 구조에 크게 좌우되며, 이러한 구조는 투사 노광 시스템을 사용하는 동안 통상 짧은 시간 간격으로 변동된다. 이에 따라 요구되는 광학 보정 요소의 교체는 진동, 응력 변화, 또는 기타 기계적 영향이나 열적 영향으로 인한 투사 노광 시스템의 조정 오류(maladjust)의 위험성, 그리고 먼지에 의해 투사 노광 시스템의 내부가 오염될 가능성을 수반한다.

**발명의 상세한 설명**

- <10> 따라서 본 발명의 목적은 투사 노광 시스템에 있어서 기계적 하중 및 열적 하중, 그리고 시스템 내부의 오염을 최소로 하면서, 탄력적으로 화상 결함을 보정할 수 있는 장치 및 방법을 구체화하는 것이다. 본 발명의 다른 목적은 투사 노광 시스템에서 화상 결함 보정을 개선시킬 수 있는 장치를 구체화하는 것이다.
- <11> 이러한 목표는 독립항들에 기재된 구성을 가진 장치 및 방법에 의해 달성된다. 종속항들은 본 발명의 유리한 변형예들에 관한 것이다.
- <12> 반도체 리소그래피에서 사용되는 본 발명에 따른 투사 노광 시스템은 제1 광학 보정 요소 및 하나 이상의 추가 광학 보정 요소를 구비하며, 제1 광학 보정 요소는 투사 노광 시스템의 동공면(pupil plane) 영역에 배열되고, 추가 광학 보정 요소는 동공면으로부터 제1 광학 보정 요소보다 더 멀리 떨어진 지점에 배열된다. 이 경우, 제1 광학 보정 요소는 동공면으로부터 이격되어 배열될 수 있으며 이는 0.75보다 큰, 특히 0.9보다 큰 부-구경비(sub-aperture ratio)에 대응된다. 이 때, 부-구경비는 대상물부터 동공면까지의 거리를 측정하는 수단으로서, 부-구경비 1은 대상물이 동공면 상에 위치한다는 것을 의미한다. 부-구경비가 0에 가까울수록 대상물과 동공면 사이의 거리는 더 멀다. 부-구경비의 정의에 대한 더 상세한 설명은, 동일한 출원인에 의한 미국 가출원 US 60/696118에서 찾을 수 있다. 거기서, 부-구경비는 광학 요소의 광학 활성 표면 상에서 가장자리 빔 높이 VM (marginal beam height)에 대한 주 빔 높이(principal beam height)의 비율이라고 기재된다. 추가 광학 보정 요소는 동공면으로부터 이격되어 배열될 수 있으며 이는 0.75보다 작은, 특히 0.5보다 작은 부-구경비에 대응된다. 한편 두 광학 보정 요소의 이러한 배열은 화상 결함, 특히 화상면 전체에 걸친 일정한 화상 결함의 보정이 최대 가능한 범위까지 동공면 영역에서 효과적으로 이루어질 수 있다는 이점을 가진다. 동공면 영역에 배열된 광학 요소들이 특히 화상면 전체에 걸쳐 일정한 화상 결함을 생성하기 때문에, 이러한 결함의 보정은 이러한 수단에 의해 효과적으로 이뤄질 가능성이 매우 크다.
- <13> 특히, 평행 평면판(plane-parallel plates)은 광학 보정 요소로서의 가치를 입증 받았고, 이 경우 한 개, 여러 개 또는 심지어 모든 광학 요소들이 평행 평면판일 수 있다. 광학 보정 요소로서 평행 평면판이 갖는 이점은, 한 편으로는 생산과 투사 노광 시스템에서의 교체가 용이하다는 것이고, 다른 한편으로는 간섭계 방법(interferometric method)에 의해 간단히 측정될 수 있다는 것이다. 또한, 그들의 보정 작용은 특히 동공면 부근에서 사용될 때, 편심에 대해 비교적 견고하다.

- <14> 스크린, 특히 1차 증착된 스크린(vapour-deposited screen of the first order)과 같은 스크린, 또는 그 밖의 가변 스크린(variable screen)은 평행 평면판의 이용에 대한 대안이 될 수 있다. 마찬가지로, 간섭 필터(interference filter) 또는 광강도 필터(intensity filter), 특히 중성 필터(neutral filter)도 사용될 수 있다. 여기서 중성 필터는 대물렌즈의 투사에서의 국부적 편향(local deviation)을, 특히 방사상 방향에서, 간단히 보상하도록 하는 성질이 있다.
- <15> 스크린을 사용한 한 가지 이점은, 레티클에 의해 생성된 회절 화상의 0차 회절이 동공면 위 또는 동공면에 인접하여 배열된 스크린에 의해 효과적으로 가려지거나(masked) 약화될(attenuated) 수 있고, 이는 화상의 명암대비(contrast)를 개선시켜 웨이퍼상의 화상을 개선시킬 수 있다는 점이다. 그러나, 레티클에서 발생하는 회절은 노광되는 구조의 형태와 조명 설정에 크게 좌우된다. 따라서 사용되는 스크린의 형상 및 위치를 제각기 주어진 조건에 탄력적으로 대응(match)시킬 필요가 있다. 예를 들어 이러한 것은 광학 조건이 변화하자마자 (예컨대 새로운 레티클이 사용될 때) 광학 보정 요소를 신속하게 교체할 수 있는 교체 도구를 제공함으로써 달성될 수 있다. 여기서 교체 장치를 사용하면 광학 보정요소 교체를 위해, 대물렌즈 하우징을 완전히 개방할 필요가 없고 그 결과 대물렌즈 하우징 내부가 오염될 위험이 적어진다는 이점이 있다. 물론 교체 장치의 사용은 스크린의 신속한 교체에 한정되는 것은 아니며, 상술된 추가 광학 보정요소들도 상기 교체 장치로 신속하게 교체될 수 있다는 이점이 있다.
- <16> 추가 광학 보정 요소가 동공면으로부터 제1 광학 보정 요소보다 먼 거리에 배열된다는 것은, 그 광학 보정 요소는 투사 노광 시스템의 필드면(field plane)에 제1 광학 보정 요소보다 가까이 있다는 것을 의미한다. 여기서 필드면 또는 화상면(image plane)은 대상면(object plane)의 화상 또는 중간 화상이 생성되는 평면임을 알 수 있다. 통상적으로 광학 요소들(예를 들어 렌즈)은 특히 불균일한 하중에 노출되며 이는 화상 결함으로 이어진다. 특히, 렌즈 재료의 밀도는 강하게 조사되는 영역에서 국부적으로 변화하거나 증가할 수 있고, 렌즈의 결상속성(imaging property)이 변화하고 화상 결함이 발생할 수 있다. 이러한 결함은, 투사 노광 시스템의 상기 필드에 인접해 있는 광학 보정 요소들의 영역 내에 추가 광학 보정 요소를 배열시킴으로써, 본 발명에 따른 해결법에 의해 효과적으로 보정될 수 있다. 상기 효과에 의한 결함은 이러한 방식으로 그 생성 위치 부근에서 교정될 수 있기 때문이다.
- <17> 광학 보정 요소를 교체하기 위한 하나의 유리한 과정은, 첫째로 투사 노광 시스템의 적용 파라미터를 기록하고, 그 기록에 기초하여 열화 현상(degradation phenomena)을 예측하는 것이다. 이어서, 예정된 교체 시점 훨씬 전에 미리, 대응되는(matched) 보정 요소를 하나 이상 생성하고, 그 후 정해진 시점에 상기 대응되는 보정 요소를 교체할 수 있다. 이러한 과정은 투사 노광 시스템의 적용 파라미터를 추가적으로 측정하거나, 드리프트 측정(drift measurement) 및/또는 알려진 조명 파라미터에 기초하여 예상되는 열화 상황 예측함으로써 더욱 개선될 수 있다. 이러한 방법은 광학 보정 요소를 교체하기 위해 필요한 시간을 효과적으로 단축시키는 이점이 있다.

**실시 예**

- <27> 도2는 투사 노광 시스템의 투사 대물렌즈(7) 내의 두 광학 보정 요소(13 및 14, optical corrective element)의 예시적인 배열을 도시한다. 투사 대물렌즈(7)는 프레임(9)에 장착된 복수의 렌즈(8)를 구비하며, 투사 대물렌즈(7)의 동공면(12)의 위치는 점선으로 표시된다. 여기서, 동공면(12) 영역에서 제1 광학 보정 요소(13)는 조작기(15, manipulator)에 의해 유지 요소(16, holding element)에 연결되고, 광학 보정 요소들(13 및 14)을 느슨하게 배치하는 것(loose arrangement)도 생각할 수 있다. 조작기(15)는 광학 보정 요소(13)의 기울기(tilting) 변화 또는 동공면(12)로부터 광학 보정 요소(13)까지의 거리의 그 밖의 변화를 가능하게 한다. 이 경우 특히 조작기는 피에조 조작기(piezo-manipulator) 형태일 수 있다. 여기서, 광학 보정 요소(13)는 스프링 요소, 공압 요소, 자성 요소, 감압 요소, 또는 그 밖의 상호결합 요소에 의해 조작기(15)에 고정될 수 있다. 제1 보정 요소(13)가 동공면(12)로부터 배열되는 거리는 0.75보다 큰 부-구경비(sub-aperture ratio)에 대응된다. 제2 광학 보정 요소(14)는 동공면(12)으로부터, 따라서 제1 광학 보정 요소(13)로부터 이격 배열되며, 이 경우 동공면(12)으로부터 제2 광학 보정 요소(14)까지의 거리는 0.75보다 작은 부-구경비에 대응된다. 예로써, 여기서 광학 보정 요소(13 및 14)는 평행 평면판(plane-parallel plates), 1차의 증착된 스크린(vapour-deposited screen of the first order)과 같은 스크린, 또는 그 밖의 가변적인 스크린(variable screen)이 될 수 있다. 또한, 광학 보정 요소(13, 14)로서 간섭 필터(interference filter)나 그 밖의 광강도 필터(intensity filter), 특히 중성 필터(neutral filter)가 사용될 수 있다. 이 경우, 본 발명은 도2에 도시된 바와 같이 광학 보정 요소들(13 및 14)이 인접한 경우에 국한되는 것이 아니며, 사실상 광학 보정 요소들(13 및 14) 사이의 공간에 추가적인 광학 요소가 배열되는 것도 가능하다.

- <28> 도3은 광학 보정 요소 중 하나(13 또는 14)를 교체하는 예시적인 교체 장치(17)를 도시한다. 도3에 도시된 예에서, 교체 장치(17)는 운반대(carriage) 형태이다. 이 경우, 운반대 형태의 교체 장치(17)는 어댑터 프레임(29, adapter frame)에 의해 고정 가이드 레일(19, fixed guide rail)이 이동 가이드 레일(18, moveable guide rail)에 연결되는 배열로서, 광학 보정 요소(13)를 투사 대물렌즈(7)(도3에는 도시되지 않음)의 빔 경로로 직선 안내시킨다. 이 경우, 이동 가이드 레일(18), 어댑터 프레임(29) 또는 그 밖의 고정 가이드 레일(19)은 광학 보정 요소(13)의 위치를 결정하는 센서 유닛(20)을 장착할 수 있다. 도3에 도시되지는 않았으나, 이 경우, 교체 장치(17)의 구동기는 투사 대물렌즈(7)로의 진동 유입 또는 그 밖의 열 유입이 가능한 작게 유지되도록 선택되어야 하는데, 이는 특히 구동을 위해 리니어 모터(linear motor), 공압 요소 또는 그 밖의 이동 코일을 사용함으로써 달성될 수 있다.
- <29> 도3에 도시된 예에서, 광학 보정 요소(13)는 중심 음영(central shadow)을 위한 광강도 필터(intensity filter)이다. 교체 장치(17)에 의해, 광학 보정 요소(13)는 직선 운동으로 유지 요소(16) 영역으로 삽입된다. 여기서, 광학 투사 대물렌즈(7)의 다른 부품에 대한 광학 보정 요소(13)의 최종 위치는 광학 보정 요소(13)가 어댑터 프레임(29)에 삽입되는 동안에 결정된다. 이 경우, 유지 요소(16)는 투사 대물렌즈(7)(도3에는 도시되지 않음)의 대물렌즈 하우징(10)에 연결된다.
- <30> 이러한 수단은 교체 장치(17)의 부품 대다수가 대물렌즈 내부와 접촉하지 않는다는 것을 의미한다.
- <31> 이를 통해 많은 이점이 발생한다:
- <32> - 외부의 광학 보정 요소(13)를 위치시키는 부품은, 마찰에 의해 발생한 입자가 투사 대물렌즈(7) 내에 배열된 광학 요소들의 표면에 축적되어 빛을 분산시키는 것을 방지한다.
- <33> - 결함의 경우, 별다른 노력 없이 투사 대물렌즈(7) 전체를 교체하지 않고도 광학 보정 요소(13)를 완전히 교체할 수 있다.
- <34> - 대물렌즈가 이미 사용중인 경우라도 대물렌즈를 교체할 필요 없이 업그레이드/재설계가 이뤄질 수 있으며, 이 경우 종래에 사용되던 것과 완전히 다른 광학 보정 요소(13)도 설치될 수 있다.
- <35> - 이러한 서비스는 투사 노광 시스템의 작업 중단 시간을 감소시키며 신속하게 이뤄질 수 있다.
- <36> 도4는 교체 장치(17)가 회전 디스크 형태인 본 발명의 변형예를 도시한다. 이 경우 회전 디스크 형태의 교체 장치(17)는 광학 보정 요소(13)를 수용하는 네 개의 수용 유닛(22, accommodation unit)을 가진다. 본 예에서, 회전 디스크 형태의 교체 장치(17)의 네 수용 유닛 중 세 개가 광학 보정 요소(13)(이 경우에는 광강도 필터임)를 구비하며, 제4 수용 유닛(22)은 빈 상태로 남아있어서, 그 결과, 예를 들어, 광강도 필터 없이 노광되는 것이 가능하거나 광학 보정 요소(13) 교체를 위한 수용 유닛(22)을 빈 상태로 제공하는 것이 가능하다. 교체 장치(17)로서 회전 디스크를 사용하면, 교체 장치(17)를 급정지 또는 급가속하는 동안 가속 토크로서 선가속도는 발생하지 않고 토크만 발생하기 때문에 대물렌즈 하우징(10)와, 따라서 투사 대물렌즈(7)에 가해지는 수평방향 힘을 최소로 유지할 수 있다는 특별한 이점이 있다. 이 경우, 도4에 도시된 바와 같이, 회전 디스크 형태의 교체 장치(17)는 부분적으로 대물렌즈 하우징(10) 외부에 위치할 수 있고 광학 보정 요소(13)를 교체하기 더 쉬워진다. 그러나, 이러한 이점은, 회전 디스크 형태의 교체 장치(17) 일부가 대물렌즈 하우징(10) 외부에 배치될 경우 먼지가 대물렌즈 하우징(10) 내부로 유입되는 것을 방지하기 위해 더 복잡한 구조가 필요하다는 불이익에 의해 상쇄된다. 이런 문제점은 회전 디스크 형태의 교체 장치(17)를 완전히 대물렌즈 하우징(10) 내부에 배치시킴으로써 해결될 수 있으나, 이는 물론 신속한 교체가 가능한 광학 보정 요소(13)의 최대수와 관련하여 일정한 제한을 유발시킨다. 또한, 회전 디스크 형태의 교체 장치의 구동기(도4에는 도시되지 않음)를 대물렌즈 하우징(10) 내외부 모두에 배치시키는 것도 가능하다.
- <37> 교체 장치(17)를 회전 디스크로 디자인 한 것에 대한 대체예가 도5에 도시된다. 도5는 선형 운반대 형태의 교체 장치(17)를 도시한다. 여기서, 선형 운반대 형태의 교체 장치(17)의 수용 유닛(22)들은 운반대 프로파일을 따라 직선형태로 배열된다. 이 경우, 선형 운반대(linear carriage) 형태의 교체 장치(17)는 대물렌즈 하우징(10) 전체를 관통하여 수평 방향으로 이동할 수 있다. 도4 및 도5에 도시된 두 방식에 있어서, 교체 장치(17) 자체가 복수의 수용 유닛(22)을 가짐으로써, 한편으로는 교체 장치(17)로서, 다른 한편으로는 매거진(magazine)으로서 기능하여 이중기능을 갖는 것이 통상적이다. 이러한 방식의 경우 별도의 매거진이 생략되고 그 결과 설치 공간이 상당히 절약된다는 점에서 특별한 이점이 있다.
- <38> 도5a는 특히 고도의 탄력성과 신속한 교체를 이룰 수 있는 본 발명의 다른 변형예를 도시한다. 본 실시예에서,

교체 장치(17)는 광학 보정 요소(13)를 위한 두 개의 수용 유닛(22)을 구비한 선형 운반대 형태이다. 도5와 달리, 이 경우에는 대물렌즈 하우징(10)의 대향하는 측면들에 두 개의 적층 매거진 (23a, 23b)이 배치된다. 여기서, 교체 장치(17)는 매거진(23a, 23b) 한쪽에서 다른 쪽으로 대물렌즈 하우징(10) 전체를 관통하여 수평 방향의 직선 운동으로 이동할 수 있다. 이를 이용하면, 투사 노광 시스템의 빔 경로로부터의 광학 보정 요소 제거와 광학 보정 요소 삽입이, 교체 장치의 이동 방향을 바꾸지 않고, 동일한 이동 내에서 수행될 수 있다. 그 결과, 광학 보정 요소의 교체에 필요한 가속 및 감속 과정의 회수가 최소화 되어 더 빠른 교체가 가능해진다. 광학 보정 요소(13)는 매거진 (23a)와 (23b) 양쪽 어디에서도 교체 장치(17)로부터 제거되거나 교체 장치 안으로 삽입될 수 있다. 이러한 배열은, 광학 보정 요소(13)가 매거진(23a, 23b)들 중 한쪽에 위치한 상태에서 투사 노광 시스템이 작동하는 동안, 후속적으로 제공되는 시스템의 작동 파라미터에 적합한 광학 보정 요소(13)가 교체 장치(17)의 수용 유닛(22)으로 삽입되는 것을 가능하게 한다. 이 단계는 더 이상 필요하지 않은 보정 요소(13)를 시스템의 빔 경로에서 이탈시키며, 동일한 이동 과정동안, 단일의 직선 운동으로, 실질적으로 제한이 없는 상이한 보정 요소들을 가지고 시스템의 파라미터에 필요한 새로운 보정 요소(13)를 빔 경로로 삽입시킨다. 이는 30ms 미만의 시간 내에, 특히 10ms 미만 내에 교체를 가능케 한다. 상기 수단에 의해, 시스템의 이용도는 현저히 증가될 수 있으며 따라서 생산성이 개선될 수 있다.

- <39> 물론, 도5a에 도시된 아이디어는 본 발명에 채용된 다른 실시예에도 전용될 수 있다.
- <40> 도6은 본 발명의 다른 변형예를 도시하며, 여기서 교체 장치(17)로서 사용된 운반대는 회전 디스크 형태의 매거진(23, magazine)과 결합된다. 이 경우, 매거진(23)은 네 개의 수용 유닛(22)을 가지고, 이 중 세 개는 광학 보정 요소(13)를 구비한다. 본 예에서는 제4 수용 유닛(22)은 비어있는 상태이며 대물렌즈 하우징(10)의 내부로부터 광학 보정 요소(13)를 수용하는 데에 사용될 수 있다. 교체 장치(17)는 가이드 레일(18, 19)을 따라 대물렌즈 하우징(10)의 내부 안팎으로 이동하는 선형 운반대 형태이다. 본 발명의 이러한 실시예에 따르면, 광학 보정 요소(13)가 대물렌즈 하우징(10) 내부로 삽입되는 개구가 도4에 도시된 회전 디스크 방식에 비해 작게 유지되는 장점이 있으며, 따라서 대물렌즈 하우징(10) 내부로 먼지가 유입되는 위험성을 효과적으로 감소시킬 수 있다. 또한, 오염의 위험성은 부품(24)을 제공함으로써 더욱 감소될 수 있다. 교체되기 전후에 광학 보정 요소(13)는 교체 전후로 상기 부품(24)을 통과하고, 예를 들어 정화 가스(purge gas)가 상기 부품(24)을 연속적으로 통과하며, 그 결과 외부로부터 침투될 가능성이 있는 먼지는 광학 보정 요소(13)가 대물렌즈 하우징(10) 내부에 도달하기 전에 방출될 수 있다. 이 경우, 교체 장치(17) 전체와 매거진(23)이 정화 가스가 통과하는 공간에 함께 배치되는 것도 가능하여, 광학 보정 요소(13)가 교체되는 과정동안 주위와의 접촉이 없게 되고, 광학 보정 요소(13)가 매거진(23)에 저장된 동안에 정화 가스는 이미 광학 보정 요소(13) 주위를 유통하게 되며, 따라서 광학 요소들은 오염으로부터 최대 가능한 범위로 보호될 수 있다.
- <41> 이 경우, 정화 가스는 투사 대물렌즈로부터 교체 장치(17)의 영역에서 방출되는 것이 바람직하다. 다시 말해, 투사 대물렌즈(7)의 주 정화 출구(미도시)는 교체 장치(17) 영역 내에 위치하는 것이 바람직하다. 이러한 방법에 의해, 투사 대물렌즈(7) 내부의 오염은 더욱 효과적으로 방지된다.
- <42> 도6에 도시된 실시예에 대한 대체예로서, 매거진(23)은 광학 보정 요소(13 또는 14)들이 수직으로 적층되어 있는 적층 매거진일 수 있다.
- <43> 또한, 복수의 광학 보정 요소(13)를 구비한 회전판이 선형 운반대 상에 위치하고 대물렌즈 하우징(10) 내부로 완전히 들어가거나 그로부터 제거될 수 있도록 교체 장치(17)를 실시하는 것도 가능하다. 광학 보정 요소(13)가 스윙 암(swinging arm) 또는 더블 스윙 암(double swinging arm)에 의해 교체되는 해결책도 고려될 수 있다.
- <44> 물론, 동공면(12)에 가까운 광학 보정 요소(13) 및 동공면(12)으로부터 더 멀리 떨어진 광학 보정 요소(14) 양자 모두를 상술된 예시적인 장치에 의해 교체하는 것도 가능하다.
- <45> 본 발명의 다른 유리한 실시예가 도7에 도시되어 있다. 이 경우 광학 보정 요소(13 또는 14)는 유지 프레임(25, holding frame) 상에 함께 배열된다. 이 경우, 예를 들어, 제1 광학 보정 요소(13)는 동공면 부근의 유지 프레임에 영구적으로 결합될 수 있다. 유지 프레임은 유지 요소(16) 및 조작기(15)로 제2 광학 보정 요소(14)를 보유한다. 이 경우에, 유지 프레임(25)은 전체로서 쉽게 교체될 수 있도록 설계될 수 있다. 또한, 상기 모듈화된 디자인으로 인해, 유지 프레임(25)의 제2 광학 보정 요소(14)는 대물렌즈 하우징(10)으로부터 제거하지 않고 교체될 수 있다. 예를 들면, 적층 매거진 형태의 매거진(23)과 결합하여, 이렇게 제2 광학 보정 요소(14)는 알려진 방법으로 쉽게 교체될 수 있고(이전의 도면 참조), 또한 이러한 변형예는 두 광학 보정 요소들(13 및 14)이 하나의 유닛 내에 배열되고 따라서 매우 콤팩트하게 배치될 수 있다는 장점이 있다.

<46> 도8은 투사 대물렌즈(7) 내부에 광학 보정 요소(13 또는 14)를 장착하기 위한 베어링(bearing)의 개념을 도시한다. 광학 보정 요소(13 또는 14)는 고정된 스크린 형태이며, 투사 대물렌즈(7)(도8에는 도시되지 않음)의 내부에 지지부(26 및 28, support)에 의해 두 베어링 포인트들(27)에서만 장착된다. 이 경우 베어링 포인트(27)들의 디자인은 특히 초경 합금(hard metal), 루비 프리즘 또는 강철(hardened steel)로 제작된 베어링 포인트가 사용되도록 선택될 수 있다. 여기서, 제1 지지부(26)는 고정 지지부로서 실시되고, 본 발명에서 자유 지지부(loose support)는 제2 지지부(28)로서 사용되며, 선접촉의 원리가 이용된다.

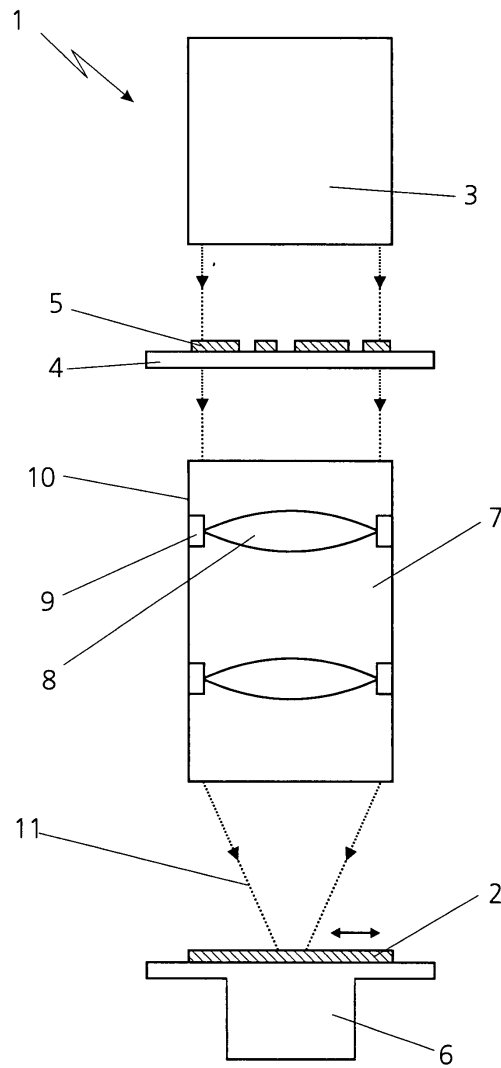
<47> 기재된 본 발명의 변형예 및 예시적인 실시예들은 따로 분리해서 생각해서는 안되며, 당연히 전술된 방법들의 임의의 조합도 생각할 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

- <18> 이어서, 본 발명의 많은 예시적인 실시예들이 도2 내지 도7에 기초하여 설명될 것이다.
- <19> 도2는 투사 노광 시스템의 투사 대물렌즈 내의 두 광학 보정 요소의 예시적인 배열을 도시한다.
- <20> 도3은 광학 보정 요소 중 하나를 교체하는 예시적인 교체 장치를 도시한다.
- <21> 도4는 본 발명의 수정예를 도시하며, 여기서 교체 장치는 회전 디스크(rotating disk) 형태이다.
- <22> 도5는 회전 디스크 교체 장치의 대체디자인을 도시한다.
- <23> 도5a는 상호 대향하는 두 개의 매거진(magazine)과 연결된 교체 장치의 또다른 대체디자인을 도시한다.
- <24> 도6은 본 발명의 또다른 변형예를 도시하며, 여기서 교체수단으로서의 운반대(carriage)는 회전 디스크 형태의 매거진과 결합한다.
- <25> 도7은 본 발명의 기구를 도시하며 여기서 광학 보정 요소들은 유지 프레임(holding frame)상에 같이 배열된다.
- <26> 도8은 광학 보정 요소를 장착하는 개념을 도시한다.

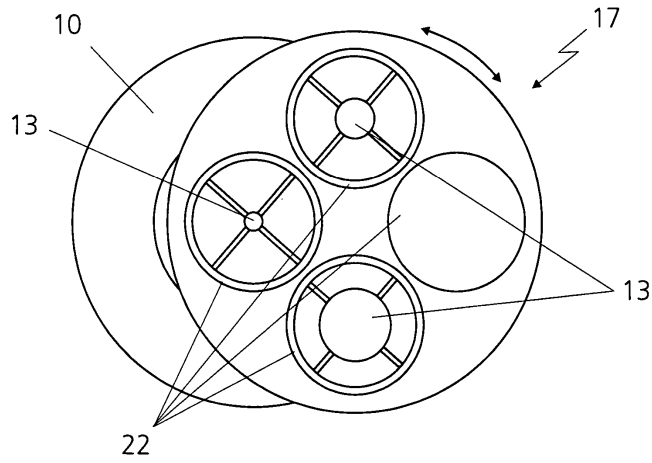
도면

도면1

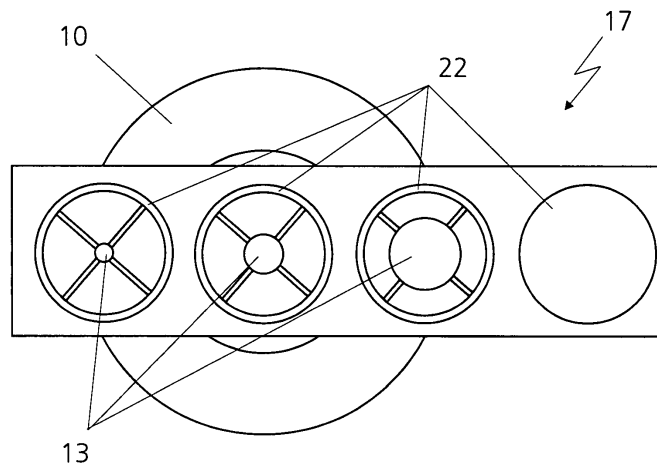




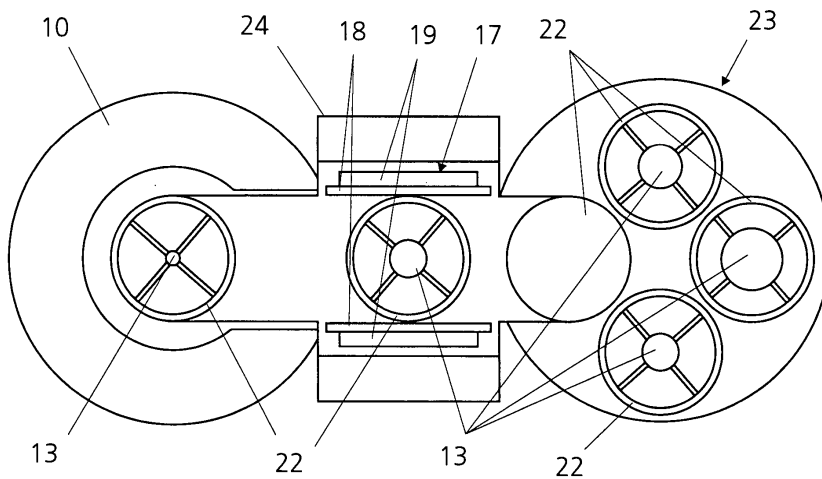
도면4



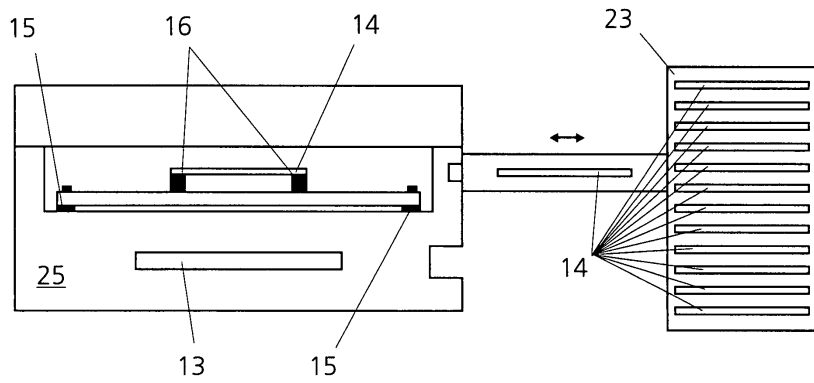
도면5



도면6



도면7



도면8

