



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년02월01일

(11) 등록번호 10-1590743

(24) 등록일자 2016년01월26일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G03F 7/20 (2006.01) G02B 13/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-7024428(분할)

(22) 출원일자(국제) 2006년05월23일

심사청구일자 2014년09월23일

(85) 번역문제출일자 2014년08월29일

(65) 공개번호 10-2014-0130454

(43) 공개일자 2014년11월10일

(62) 원출원 특허 10-2007-7030861

원출원일자(국제) 2006년05월23일

심사청구일자 2011년04월22일

(86) 국제출원번호 PCT/EP2006/004876

(87) 국제공개번호 WO 2006/128613

국제공개일자 2006년12월07일

(30) 우선권주장

60/686,784 2005년06월02일 미국(US)

60/790,616 2006년04월10일 미국(US)

(56) 선행기술조사문헌

JP2003043362 A*

KR1020040048359 A*

JP2005504337 A

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

칼 짜이스 에스엠티 게엠베하

독일 오버코헨 73447 루돌프-에버-슈트라쎈 2

(72) 발명자

펠드만 하이코

독일 73432 알렌 도프펠레 4

크라에메르 다니엘

독일 73457 에싱엔 비르넨베그 2

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

한양특허법인

전체 청구항 수 : 총 15 항

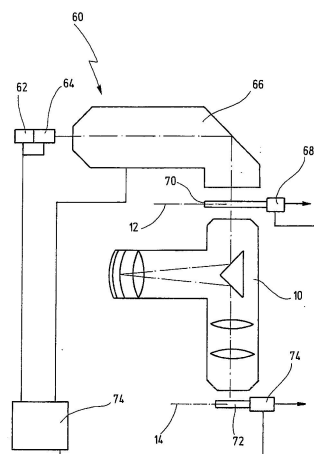
심사관 : 조승현

(54) 발명의 명칭 마이크로리소그래피 투영 대물 렌즈

(57) 요약

물체면(object plane)에 배열된 패턴(pattern)을 이미지면(image plane)에 결상하기 위한 마이크로리소그래피 투영 대물 렌즈가 그러한 투영 대물 렌즈 내의 오류광 억제와 관련하여 기술된다.

대표도 - 도4



(72) 발명자

페린 장-클로드

프랑스 71640 기브리 르 부이트-멜레세이

칼러 줄리안

독일 89551 괴닉스브론 슈타인하이머 베그 10

도독 아우렐리안

독일 89522 하이덴하임 쉴러스트라세 15

카메노프 블라디미르

독일 73457 에싱엔 스타우펜스트라세 3

콘라디 올라프

독일 73463 베스타우센/베스터호펜 바이텐스트라세 32

그루너 토랄프

독일 73433 알렌-호펜 오팔스트라세 22

오콘 토마스

독일 73431 알렌 에겔란트스트라세 45

에플레 알렉산더

독일 73431 알렌 랑에르스트라세 38

명세서

청구범위

청구항 1

물체면에 배열된 패턴을 이미지면에 결상하기 위한 마이크로리소그래피 투영 대물 렌즈로서,

제 1 대물 렌즈부와, 제 2 대물 렌즈부와, 적어도 하나의 제 3 대물 렌즈부를 포함하고,

상기 제 2 대물 렌즈부는 상기 제 1 대물 렌즈부에서의 광 전파 방향 및 상기 제 3 대물 렌즈부에서의 광 전파 방향과 상이한 광 전파 방향을 규정하며,

상기 제 1 대물 렌즈부와 상기 제 2 대물 렌즈부 사이, 및 상기 제 2 대물 렌즈부와 상기 제 3 대물 렌즈부 사이에 적어도 하나의 빔 편향 장치를 더 포함하며,

상기 제 1 대물 렌즈부로부터 상기 제 3 대물 렌즈부의 직접적인 광 누설이 적어도 저감하는 방식으로, 적어도 하나의 차폐물이 상기 빔 편향 장치의 영역에 배열되고,

상기 빔 편향 장치는, 서로 비스듬히 배열되는 제 1 반사면과 제 2 반사면을 갖고,

상기 적어도 하나의 차폐물은 상기 빔 편향 장치의 각의 꼭지점(angle vertex)으로부터 시작하여 상기 제 2 대물 렌즈부의 방향으로 연장하는 것을 특징으로 하는 투영 대물 렌즈.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 차폐물은 결상 빔 경로를 한정하지 않는 것을 특징으로 하는 투영 대물 렌즈.

청구항 3

삭제

청구항 4

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 차폐물은 플레이트인 것을 특징으로 하는 투영 대물 렌즈.

청구항 5

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 차폐물은 흡수성이거나, 흡수층으로 코팅되는 것을 특징으로 하는 투영 대물 렌즈.

청구항 6

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 제 2 및/또는 제 3 대물 렌즈부에 적어도 하나의 중간 이미지가 생성되고,

상기 중간 이미지의 영역에 적어도 하나의 추가 차폐물이 배치되는 것을 특징으로 하는 투영 대물 렌즈.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 추가 차폐물은 결상 빔 경로를 한정하지 않는 어퍼쳐인 것을 특징으로 하는 투영 대물 렌즈.

청구항 8

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 제 2 대물 렌즈부는 반사굴절형인 것을 특징으로 하는 투영 대물 렌즈.

청구항 9

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 제 3 대물 렌즈부는 굴절형인 것을 특징으로 하는 투영 대물 렌즈.

청구항 10

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 차폐물은, 그 위치가 조정 가능하거나, 또는 그것의 활성 단면에 대하여 가변적으로 세팅될 수 있거나, 또는 그 위치가 조정가능하고 그것의 활성 단면에 대하여 가변적으로 세팅될 수 있는 것을 특징으로 하는 투영 대물 렌즈.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 차폐물의 세팅은 결상 빔 경로를 한정하는 상기 대물 렌즈의 어퍼처의 세팅과 공통으로 수행될 수 있는 것을 특징으로 하는 투영 대물 렌즈.

청구항 12

제 10 항에 있어서,

상기 차폐물의 세팅은 결상을 위해 사용된 이미지 필드의 사이즈의 함수인 것을 특징으로 하는 투영 대물 렌즈.

청구항 13

제 10 항에 있어서,

상기 차폐물의 세팅은 조명 세팅의 함수로서 수행될 수 있는 것을 특징으로 하는 투영 대물 렌즈.

청구항 14

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서,

상기 물체면으로부터의 오버-어퍼처 광을 차폐하기 위해 적어도 하나의 추가 차폐물이 배치되는 것을 특징으로 하는 투영 대물 렌즈.

청구항 15

삭제

청구항 16

삭제

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

삭제

청구항 20

삭제

청구항 21

삭제

청구항 22

삭제

청구항 23

삭제

청구항 24

삭제

청구항 25

삭제

청구항 26

삭제

청구항 27

삭제

청구항 28

삭제

청구항 29

삭제

청구항 30

삭제

청구항 31

삭제

청구항 32

삭제

청구항 33

삭제

청구항 34

삭제

청구항 35

삭제

청구항 36

삭제

청구항 37

삭제

청구항 38

삭제

청구항 39

삭제

청구항 40

삭제

청구항 41

삭제

청구항 42

삭제

청구항 43

삭제

청구항 44

삭제

청구항 45

삭제

청구항 46

삭제

청구항 47

삭제

청구항 48

제 1 항 또는 제 2 항에 기재된 투영 대물 렌즈를 갖는 마이크로리소그래피 투영 노광(exposure) 기기.

청구항 49

패턴을 갖는 마스크가 설치되고,

상기 마스크에는 자외선이 조명되며,

제 1 항 또는 제 2 항에 기재된 투영 대물 렌즈에 의해, 상기 투영 대물 렌즈의 이미지면의 영역에 배열된 감광성 기판에 상기 패턴이 결상되는 것을 특징으로 하는, 반도체 구성요소 및 다른 미세 구조의 서브어셈블리를 제조하는 방법.

청구항 50

삭제

청구항 51

삭제

청구항 52

삭제

발명의 설명

기술 분야

- [0001] 본 발명은 물체면(object plane)에 배열된 패턴을 이미지면(image plane)에 결상시키기 위한 마이크로리소그래피 투영 대물 렌즈에 관한 것이다.
- [0002] 또한, 본 발명은 그러한 투영 대물 렌즈를 갖는 투영 노광 기기(exposure machine)에 관한 것이다.
- [0003] 또한, 본 발명은 반도체 구성 요소 및 다른 미세한 구조의 서브어셈블리를 제조하는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0004] 마이크로리소그래피 투영 대물 렌즈는 반도체 구성요소 및 특히, 웨이퍼 스캐너 및 웨이퍼 스테퍼(stepper) 내의 다른 미세 구조의 구성요소를 제조하기 위해 투영 노광 기기에 사용된다. 그러한 투영 노광 기기는 일반적으로 마스크(mask) 또는 레티클(reticle)이라고도 하는 포토마스크(photomask) 또는 그라티쿨(graticule)로부터의 패턴을 매우 높은 해상도를 갖는 감광층으로 코팅된 물체(기판) 위에 투영시키는 목적을 수행한다. 이 경우, 마스크는 투영 대물 렌즈의 물체면에 배열되고, 기판은 투영 대물 렌즈의 이미지면에 배열된다.
- [0005] 공지된 투영 대물 렌즈 중에는, 굴절 광소자와 반사 광소자의 조합, 특히 렌즈 및 미러의 조합을 보이는 것이 있다. 그러한 투영 대물 렌즈는 반사굴절 투영 렌즈라 한다.
- [0006] 반사굴절 투영 대물 렌즈의 예는 문헌 DE 101 27 227 A1에 개시된다. 반사굴절 투영 대물 렌즈의 추가의 예는 문헌 WO 2004/019128 A2로부터 수집된다.
- [0007] 예컨대, 문헌 DE 101 27 227 A1에 개시된 반사굴절 투영 대물 렌즈는 물체면으로부터 시작해서, 제 1 대물 렌즈부와, 그것에 인접한 제 2 렌즈부와, 그것에 인접한 제 3 렌즈부를 갖는다. 빔 편향은 제 1 폴딩 미러에 의해 형성된 빔 편향 장치에 의해 제 1 대물 렌즈부로부터 제 2 대물 렌즈부로의 천이로 발생한다. 제 2 대물 렌즈부는 광을 광 편향 장치로 다시 역반사하는 오목 미러와, 제 2 대물 렌즈 부로부터 제 3 대물 렌즈부로의 천이에서 추가의 폴딩 미러를 갖고 광을 제 3 대물 렌즈로 향하게 하는 빔 편향 장치를 갖는다. 두 개의 폴딩 미러는 서로에 대하여 대략 90°의 각도로 존재한다. 또한, 이러한 공지된 투영 대물 렌즈의 경우, 광학적 배열은 중간 이미지가 제 3 대물 렌즈부에서 생성되도록 이루어진다.
- [0008] 본 발명의 의미 내에서, 빔 편향 장치가 폴딩 미러에 의해서 형성되는 것이 가능할 뿐만 아니라, 빔 편향 장치는 빔 편향을 위해 적합한 빔 스플리터 큐브 또는 다른 광소자를 가질 수 있다.
- [0009] 빔 편향이 있는 투영 대물 렌즈의 경우 발생할 수 있는 문제는, 투영 대물 렌즈를 통과하는 광의 일부가, 제 2 대물 렌즈부를 생략한 채 제 1 투영 대물 렌즈 부로부터 제 3 투영 대물 렌즈부로 직접적으로 빔 편향 장치에서 누설된다는 것이다. 그리하여, 그러한 이탈광(stray light) 또는 오류광(false light)은 투영 대물 렌즈의 모든 광소자를 가로지르지 않고, 따라서 투영 대물 렌즈의 물체면에 배열될 패턴을 투영 대물 렌즈의 이미지면에 정확하게 결상하지 못하는데, 이는 소정의 순서로 모든 광소자를 가로지르는 광만이 적절한 결상에 기여할 수 있도록 투영 대물 렌즈가 설계되기 때문이다.
- [0010] DE 101 27 227 A1는 이탈광 또는 오류광을 저감하기 위해서 중간 이미지의 영역에서 이탈광이 멈추는 구조를 제안한다. 하지만, 이는 제 1 대물 렌즈부로부터 제 3 대물 렌즈부로의 부분적인 직접적 광 누설의 문제를 경감하지 못하고, 더욱이 제거하지 못한다.
- [0011] 이미 전술한 바와 같이, 마이크로리소그래피 투영 노광 기기는 스테퍼 또는 스캐너로서 설계된다. 스테퍼의 경우, 정사각형 또는 직사각형 필드가 고정 웨이퍼에 노출된다. 라운드 필드는 전체의 웨이퍼 표면의 이용이 불

가능하게 되는 효과를 가질 수 있어서, 반도체의 대량 생산을 위한 설비에서는 사용되지 않는다.

[0012] 스캐너의 경우, 패턴(레티클) 및 웨이퍼가 이동하고, 웨이퍼 및 레티클에 노출된 필드는 정사각형 또는 직사각형이다. 스캐너는 반도체의 대량 생산에 바람직하게 사용된다.

[0013] 직사각형 필드 형상이 나중의 프로세스 단계로 인하여, 특히 웨이퍼를 개별 웨이퍼로의 분할시, 제조 공학적 이유로 인하여, 직사각형 필드 형상이 바람직할지라도, 스테퍼 및 스캐너에 사용하기 위한 투영 대물 렌즈는 일반적으로 라운드 렌즈 소자로 구성된다.

[0014] 직사각형 필드 노광의 경우에서도, 마찬가지로 투영된 패턴의 결상에 기여하지 않는 오류광이 발생한다. 빔 편향을 갖는 투영 대물 렌즈 경우에서의 전술한 효과에 부가하여, 오류광이 특정 대물 렌즈부를 생략한 채 하나의 대물 렌즈부로부터 다른 대물 렌즈부로 누설하는 경우, 오류광은 개별 렌즈 표면 및 웨이퍼의 패턴(레티클)의 표면에서의 반사로부터 일반적으로 발생할 수 있고, 그러한 반사는 렌즈 표면에서의 비-반사층의 사용에도 불구하고 사라지지 않는다. 오류광은 렌즈의 표면 및 체적 내에서의 산란을 통해서도 발생한다.

[0015] 특정 원인에 관계없이, 오류광은 웨이퍼에 도달하자마자 리소그래피 프로세스를 방해하는데, 이는 노광 프로세스에 의해서 결상되는 구조가 오류광 원인에 기인하여 넓어지기 때문이다. 다시 말해서, 투영 대물 렌즈 내를 전파하여 투영 대물 렌즈의 이미지 면에 도달하는 오류광은 패턴의 이미지면으로의 결상 콘트라스트를 방해한다.

[0016] 이미 기술한 바와 같이, 투영 대물 렌즈는 결상을 위해 사용될 수 있는 결상 빔 경로가 소정 순서로 모든 광학적 구동면을 횡단하는 경우에만 기능적 관점에서 적절히 구동한다. 오류 이미지는 투영 대물 렌즈의 모든 광학적 구동면을 횡단하지 않는 오류광에 기인하여, 또는 투영 대물 렌즈의 모든 광학적 활성면의 실제 횡단이 적절한 결상을 위해 필요한 순서 이외의 순서로 행해지는 오류광에 기인하여 투영 대물 렌즈 내에서 발생한다. 오류광이 웨이퍼에 도달하게 하기 위해서는, 짝수의 부가적 반사가 반드시 일어나야 한다. 부가적 반사는 굴절하는 것으로 설계된 렌즈 표면에서의 반사에 의해 시작한다. 그 후, 광은 다른 렌즈 표면에서, 또는 반사굴절 투영 대물 렌즈의 경우에는 미러에서 역(逆)반사된다.

[0017] 이러한 신규한 빔 경로에 소속하는 광학 시스템을 "확장된" 광학 시스템이라 한다. 그러한 "확장된" 광학 시스템은 실제 투영 대물 렌즈와 같이 결상한다. 반사 저감을 위한 층을 또한 대부분 갖는 굴절 표면에서의 반사로부터 대부분 발생하기 때문에 이러한 결상에 기여하는 오류광은 특히 약하다.

[0018] 투영 대물 렌즈의 "확장된" 광학 시스템은 오류 이미지가 투영 대물 렌즈의 이미지 면 부근에서 생성되도록 오류광을 웨이퍼의 방향으로 안내한다.

[0019] 어느 경우에서도, 투영 대물 렌즈 내의 오류광은 투영 대물 렌즈의 결상 특성을 악화시켜서, 오류광이 가능한 효과적으로 억제되는 투영 대물 렌즈에 대한 요구가 존재한다.

[0020] 전체 사용된 필드 전반에 균일한 어퍼처(aperture)를 제공할 필요성에 연계하여 마이크로리소그래피 투영 대물 렌즈에서의 다른 문제가 발생한다. 마이크로리소그래피용 투영 대물 렌즈에서, 예컨대, 공지된 바와 같은 비네팅(vignetting)은 바람직하지 않다. 종래 기술로부터 공지된 투영 대물 렌즈에서, 투영 대물 렌즈의 동공면(pupil plane)에 단일 어퍼처 조리개(aperture stop)를 제공하는 것이 통상적이다. 하지만, 광학적 설계상에는 단일 어퍼처 조리개가 사용된 필드 전반에 원하는 균일한 어퍼처를 보장할 수 없다.

[0021] 필드에 걸친 비(非)-균일 어퍼처에 대한 원인은 투영 대물 렌즈의 설계 어퍼처보다 큰 어퍼처를 갖는 물체면을 출발하여 실제 동공면을 강하게 이탈하는 일부 광선이, 설계 어퍼처와 같거나 작은 어퍼처를 갖는 광선에 속하는 동공면으로부터 이격되기 때문이다. 따라서, 소위 오버-어퍼처 광선은 시스템 어퍼처 조리개에 의해서 메시(mesh)될 필요는 없지만, 광학적 구성요소가 광의 전파에 횡단하는 방향에서의 충분한 확장하는 경우에는 이미지면에 도달할 수 있다. 이러한 오버-어퍼처 광선은 통상적으로 강하게 이탈하며, 이미지면에 도달했을 때, 이미지 필드의 균일성을 방해한다.

[0022] 전술한 문제점에 부가하여 또는 독립적으로, 이미지면이 완전히 비노출되도록 투영 대물 렌즈의 빔 경로에서 광을 차단하는 것이 마이크로리소그래피 투영 대물 렌즈에서의 일 목적이 될 수 있다. 그러한 목적을 수행하는 동기는 렌즈 가열 보정을 위한 정보를 얻기 위해 회절 강도 분포의 측정일 수 있다. 또한, 노광 프로세스의 중단 동안에, 예컨대, 원하는 경우 가능한 한 균일하고 회전적으로 대칭적인 투영 대물 렌즈의 가열을 발생시키기 위해서 결상을 위해 사용된 광에 보상적인 조명을 갖는 투영 대물 렌즈를 공급하는 것을 고려할 수 있다. 이 경우에도, 이미지면에 광이 들어가지 않는 것을 보장해야만 한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0023] 본 발명의 일 목적은 이탈광 또는 오류광의 더욱 효과적인 억제에 의해 개선된 결상 특성이 개선된 전술한 유형의 마이크로리소그래피 투영 대물 렌즈를 제공하는 것이다.
- [0024] 본 발명의 다른 목적은 그와 같은 투영 대물 렌즈를 갖는 투영 노광 기기뿐만 아니라, 그러한 투영 대물 렌즈를 이용한 반도체 구성요소의 제조 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

- [0025] 본 발명의 제 1 측면에 따르면, 물체면에 배열된 패턴을 이미지면에 결상하기 위한 마이크로리소그래피 투영 대물 렌즈가 제공되며, 그 투영 대물 렌즈는 제 1 대물 렌즈부와, 제 2 대물 렌즈부와, 적어도 하나의 제 3 대물 렌즈부를 포함하며, 제 2 대물 렌즈부는 제 1 대물 렌즈부에서의 광 전파 방향과 제 3 대물 렌즈부에서의 광 전파 방향과 상이한 광 전파 방향을 규정한다. 또한, 투영 대물 렌즈는 제 1 대물 렌즈부와 제 2 대물 렌즈부 사이와 제 2 대물 렌즈부와 제 3 대물 렌즈부 사이에 적어도 하나의 빔 편향 장치 및 제 1 대물 렌즈부로부터 제 3 대물 렌즈부로 직접적인 광 누설이 적어도 저감되는 방식으로 빔 편향 장치의 영역에 배열되는 적어도 하나의 차폐물을 더 포함한다.
- [0026] 제 2 대물 렌즈부를 생략한 채, 제 1 대물 렌즈부로부터 제 3 대물 렌즈부로 직접적인 광 누설은 빔 편향 장치의 영역에 차폐물을 제공함으로써 회피될 수 있다. 제 1 대물 렌즈부로부터 제 3 대물 렌즈부로 빔 편향 장치를 직접적으로 통과하여 누설되고, 이미지면에서의 패턴의 결상 왜곡에 기여하는 반사는 차폐물에 의해서 해롭지 않게 된다. 이미지면에서의 이탈광 또는 오류광의 일부는 빔 편향 장치의 영역에 적어도 하나의 차폐물을 설치함으로써 적어도 감소된다.
- [0027] 차폐물은 결상 빔 경로를 한정하지 않도록 배열 및/또는 설계되는 것이 바람직하다.
- [0028] 본 발명에 따른 투영 대물 렌즈의 경우에 제공되는 바와 같은 그러한 차폐물은 시스템 어퍼처 조리개 또는 그러한 투영 대물 렌즈를 위해 통상적으로 제공되는 어퍼처 조리개와는 구별된다. 시스템 어퍼처 조리개는 결상 빔 경로를 제한하지만, 어퍼처로서 설계되거나, 개구부를 갖지 않는 차폐 플레이트로서 설계된 차폐물은 결상을 위해 사용되는 광의 부분을 가능한 한 제한하거나 저감하지 않는다.
- [0029] 공지된 투영 대물 렌즈의 경우에서와 같이, 빔 편향 장치가 서로 각도를 갖고 배열된 제 1 반사면과 제 2 반사면을 갖는 경우, 적어도 하나의 차폐물은 빔 편향 장치의 각의 꼭지점으로부터 시작하는 제 2 대물 렌즈부의 방향으로 즉, 상기 제 2 대물 렌즈부로 부분적으로 연장된다.
- [0030] 이 경우, 차폐물은 플레이트가 바람직하고, 흡수재, 예컨대, 흡수 금속으로 제조되는 것이 바람직하다. 대안으로서, 흡수는 플레이트 위의 흡수층에 의해서 달성될 수도 있다. 이상적으로, 흡수 특성은 사용된 광의 파장에 따라 튜닝된다.
- [0031] 차폐물에 부가하여, 빔 편향 장치의 영역에서, 투영 대물 렌즈가 제 2 및/또는 제 3 투영 대물 렌즈부에 적어도 하나의 중간 이미지를 생성하는 경우에는, 중간 이미지의 영역에 적어도 하나의 이탈광 차폐물을 더 배치하는 것이 바람직하다.
- [0032] 이와 같은 방식으로, 이미지면을 통과하여 이미지면 내의 패턴의 결상을 악화시키는 이탈광 및 오류광의 일부를 더 감소시킬 수 있다.
- [0033] 중간 이미지의 영역에 배열되는 차폐물은 결상 빔 경로를 제한하지 않는 이탈광 조리개가 바람직하다.
- [0034] 또한, 적어도 하나의 이탈광 차폐물은 위치 조정 가능하고 및/또는 그것의 활성 단면에 대하여 가변적일 수 있다.
- [0035] 이 경우, 예컨대 플레이트 형태의 차폐물을 확대 또는 축소시킴으로써 적어도 하나의 이탈광 차폐물의 활성 단면의 세팅 및/또는 위치 조정에 의해 각각의 투영 대물 렌즈에서의 이탈광의 감소가 최적화될 수 있는 것이 유리하며, 결상 빔 경로가 적어도 하나의 이탈광 차폐물의 활성 단면의 세팅 또는 위치 조정에 의해 적어도 실질적으로 제한되거나 한정되지 않도록 최적화 프로세스가 제한된다.
- [0036] 이탈광 차폐물의 활성 단면의 세팅 및/또는 위치 조정은 사용된 대물 렌즈 필드 사이즈의 어퍼처의 조명 모드

(세팅)의 함수로서 수행되는 것이 바람직하다.

- [0037] 전술한 바와 같이, 전술한 이탈광 조리개만이 투영 대물 렌즈 내의 이탈광 또는 오류광을 감소시키는 기능을 갖지만, 발광 빔 경로를 제한하지는 않는다.
- [0038] 본 발명에 따른 투영 대물 렌즈는, 제 2 대물 렌즈부가 예컨대, 반사굴절부이며, 제 3 대물 렌즈부가 굴절부인 경우에는, 특히 반사굴절 투영 대물 렌즈이며, 제 3 대물 렌즈는 굴절 광소자로만 구성된다.
- [0039] 본 발명의 추가의 측면에 따르면, 물체면에 배열된 패턴을 이미지면에 결상시키기 위한 마이크로리소그래피 투영 대물 렌즈가 제공되며, 상기 투영 대물 렌즈는 각각 적어도 하나의 광학적 구동 표면을 갖는 복수의 광학적 구성요소를 포함하며, 투영 대물 렌즈의 구동 동안에, 패턴을 이미지면에 결상하기 위한 결상 빔 경로에 의해 사용되지 않은 제 1 표면 영역을 갖는 적어도 하나의 제 1의 광학적 구동 표면을 갖는 복수의 광학적 구성요소의 적어도 하나의 제 1의 광학적 구성요소가 존재하며, 적어도 하나의 제 1의 광학적 구동 표면에는 오류광을 억제하기 위하여, 제 1의 광학적 구동 표면의, 결상 빔 경로에 의해서 사용되지 않는, 제 1 표면 영역을 마스킹 하는 적어도 하나의 제 1 차폐물이 할당된다.
- [0040] 본 발명의 이러한 측면의 주요 사상은, 특히, 스테퍼/스캐너로서 설계된 투영 노광 기기에 사용되는 투영 대물 렌즈의 경우와, 웨이퍼 상의 정사각형 또는 직사각형 필드가 노광되는 경우, 렌즈 또는 미러일 수 있는 광학적 구성요소의 일부가 결상 빔 경로에 의해서 전체 표면에 걸쳐 사용되지 않는다는 것이다. 투영 대물 렌즈 내에서의 오류광의 전파를 방지하기 위하여, 본 발명에 따른 투영 대물 렌즈의 경우에, 적어도 하나의, 바람직하게는 다수의 광학적 구성요소, 특히 렌즈의 비사용 표면 영역은, 적어도 하나의 차폐물에 의해서 오류광이 결상 빔 경로를 위해 사용되지 않은 광학적 구성요소의 표면 영역을 통하여 전파할 수 없도록 마스킹된다. 이에 의해, 오류광의 효과적인 억제를 달성할 수 있다.
- [0041] 이 경우, 적어도 하나의 제 1의 차폐물이 적어도 하나의 제 1의 광학적 구동 표면의 중간 근방에 배열된 어퍼쳐 조리개 또는 플레이트인 경우, 상기 어퍼쳐 조리개는 어퍼쳐의 위치에 결상 빔 경로의 단면 형상에 따라 채택되는 것이 바람직한 개구부(opening)를 갖는 것이 바람직하다.
- [0042] 차폐물로서 개구부를 갖는 플레이트 또는 어퍼쳐 조리개의 존재는 플레이트 또는 어퍼쳐가 가동 설계를 가질 수 있다는 이점을 갖고, 그 결과 플레이트 또는 어퍼쳐의 적절한 위치 선정에 의해 오류광의 억제를 최적화할 수 있다. 또한, 어퍼쳐 조리개는 단순한 수단의 도움으로 전체-필드 조명을 위해 투영 대물 렌즈로부터 제거될 수도 있다.
- [0043] 개구부는 적어도 하나의 차폐물이 개구부를 갖는 어퍼쳐 조리개인 경우에는 실질적으로 직사각형인 것이 바람직하다.
- [0044] 어퍼쳐 조리개 형태의 적어도 하나의 차폐물은 스테퍼 또는 스캐너에 존재하는 것과 같은 직사각형 결상 빔 경로에 대한 이런 측정기구의 도움으로 최적화되도록 채택된다.
- [0045] 이는 적어도 하나의 제 1 차폐물이 결상 빔 경로에 의해서 사용되지 않은 광학 구성요소의 적어도 하나의 제 1의 광학적 구동 표면의 제 1 표면 영역 위의 차폐 코팅인 경우 특히 바람직하다.
- [0046] 이러한 측정기구의 장점은, 그러한 코팅이 광학적 구성요소의 제조시 이미 제공될 수 있다는 것을 포함하며, 광학적 구성요소의 유용한 표면 영역을 계산에 의해 미리 결정하는 것이 가능하다.
- [0047] 적어도 하나의 차폐물이 플레이트 또는 어퍼쳐 조리개의 형태 또는 코팅의 형태로 제공되는지의 여부에 무관하게, 적어도 하나의 제 1 차폐물이 결상을 위해 사용된 광의 파장에 대해 반사하는 경우에도 바람직하다.
- [0048] 대안으로서, 또는 오류광의 반사에 부가하여, 적어도 하나의 제 1 차폐물이 결상을 위해 사용된 광의 파장에 대해 흡수적인 경우 또는 흡수 코팅이 구비되는 경우에도 바람직하다.
- [0049] 오류광을 반사하는 대신에 오류광을 흡수하는 이점은 오류광의 더욱더 효과적인 억제를 의미한다.
- [0050] 차폐물의 흡수는 적어도 약 95%이며, 바람직하게는 적어도 약 98%이다.
- [0051] 이와 같은 방식으로, 오류광은 흡수에 의해서 특히 효과적인 방식으로 억제되며, 해로운 플레어(flare)를 대부분 피할 수 있다.
- [0052] 또한, 적어도 하나의 제 1 차폐물이 광축매 특성을 갖는 경우 흡수 차폐물의 경우에 바람직하다.
- [0053] 광축매 특성에 의해, 플레이트 또는 어퍼쳐 조리개의 형태 또는 적어도 하나의 광학적 구성요소의 표면상의 코

팅의 형태로 존재하는 적어도 하나의 차폐물이, 차폐물의 표면상의 흡수된 물질을 분해하거나, 그 분해를 지원하기 위한 유리한 방식으로 사용되게 하는 것이 가능하다. 예컨대, 탄화수소와 같은 해로운 물질의 광촉매 분해는 투영 대물 렌즈의 가스 스페이스 내의 그러한 물질의 농도를 저감하고, 이에 의해, 통과 또는 반사의 저감을 수반할 수 있는 그러한 물질은 예컨대, 투영 대물 렌즈의 렌즈 또는 미러의 유용한 영역에 침전되는 것이 방지된다.

[0054] 추가의 바람직한 개선에서, 적어도 하나의 제 1 차폐물이 할당되는 적어도 하나의 제 1의 광학적인 구동 표면은 근접-필드 표면이며, 특히 결상 빔 경로의 중간 이미지의 근방 또는 이미지면이나 물체면의 근방에 위치되는 표면이다.

[0055] 투영 대물 렌즈의 다른 광학적 구성요소와의 비교에 의해, 필드, 특히 중간 이미지의 근방에 배열되는 광학적 구성요소는 단지 작은 광학적 이용 표면을 갖고, 광학적 표면의 큰 부분은 결상 빔 경로에 사용되지 않는다. 오류광을 억제하는데 특히 적합한 그러한 구성요소의 경우, 특히 이들 구성요소에 코팅의 형태인 차폐물이 할당되는 경우 바로 그러하다. 특히, 차폐물은 물체면과 제 1 렌즈 사이 및/또는 마지막 렌즈와 이미지면 사이에 제공될 수 있다.

[0056] 적어도 하나의 광학적 활성 표면에 적어도 하나의 차폐물이 할당되는 광학적 구성요소는 미러 또는 그 밖의 렌즈일 수 있다.

[0057] 또한, 본 발명의 제 1 측면에 따른 투영 대물 렌즈의 경우에서와 같이, 적어도 하나의 제 1 차폐물이 위치가 조정될 수 있거나 및/또는 활성적인 단면에 대하여 가변적으로 세팅될 수 있는 것이 바람직하다.

[0058] 또한, 적어도 하나의 제 1 차폐물의 세팅이 결상 빔 경로를 제한하는 투영 대물 렌즈의 어퍼처의 세팅과 공통으로 수행될 수 있는 것이 바람직하다.

[0059] 적어도 하나의 제 1 차폐물의 세팅은 바람직하게는, 특히, 스테퍼 또는 스캐너에서 사용하기 위한 투영 대물 렌즈에서의 경우와 같이, 결상을 위해 사용된 이미지 필드의 사이즈의 경우에서의 함수일 수 있다.

[0060] 적어도 하나의 제 1 필드의 세팅은 바람직하게는 조명 세팅의 함수로서 수행된다.

[0061] 조명 세팅은 사용된 필드의 사이즈와, 레티클(패턴)을 조명하기 위해 사용된 광의 각도(angle) 분포로서 이해된다.

[0062] 본 발명의 제 2 측면은 특히, 반사굴절 투영 대물 렌즈의 경우에서와 같이, 레티클과 웨이퍼 사이에 1 이상의 중간 이미지를 생성하는 투영 대물 렌즈에 유리하게 사용될 수 있다.

[0063] 그러한 경우에, 복수의 광학적 구성요소는, 투영 대물 렌즈의 구동 동안에 적어도 하나의 추가의 광학적 구동 표면을 갖고, 패턴을 이미지면에 결상하기 위한 결상 빔 경로에 의해 사용되지 않은 추가의 표면 영역을 갖는 적어도 하나의 추가의 광학적 구성요소를 가지며, 적어도 하나의 추가의 광학적 구동 표면에는 결상 빔 경로에 의해서 사용되지 않은, 추가의 광학적 구동 표면의 추가의 표면 영역을 마스킹 하는 적어도 하나의 추가의 차폐물이 할당된다.

[0064] 광학적 구동 표면이 특히 코팅의 형태로 차폐물이 할당된 웨이퍼에 레티클을 결상시키기 위한 결상 빔 경로에 의해서 단지 부분적으로 사용되는 광학적 구성요소가 많을수록, 오류광은 더욱 효과적으로 억제되며, 이에 의해 투영 대물 렌즈의 결상 특성은 추가로 향상된다.

[0065] 본 발명의 제 2 측면은, 특히, 복수의 광학적 구성요소가 적어도 2개의 미러 또는 적어도 4개의 미러를 갖는 투영 대물 렌즈의 경우에 유리하게 사용될 수 있다.

[0066] 또한, 본 발명은 소위 드라이(dry) 대물 렌즈의 경우뿐만 아니라, 광의 유효 파장을 감소시키고 개구수(numerical aperture)를 증가시키기 위해서 투영 대물 렌즈의 끝 소자와 웨이퍼 사이에 침지액(immersion liquid)이 존재하는 침지 투영 대물 렌즈에서도 사용될 수 있다.

[0067] 본 발명의 추가의 측면에 따르면, 물체면에 배열된 패턴을 이미지면에 결상시키기 위한 마이크로리소그래피 투영 대물 렌즈가 제공되며, 그 마이크로리소그래피 투영 대물 렌즈는 적어도 하나의 미러를 포함하는 복수의 광학적 구성요소를 구비하며, 패턴을 이미지면에 결상시키기 위해 사용될 수 있는 결상 빔 경로는, 서로 비스듬히 뻗어 있고 중첩 영역에서 서로 적어도 부분적으로 중첩되며 중첩 영역 외측에서는 겹에 의해 서로 이격되는 적어도 제 1 미러 빔 경로 세그먼트(segment)의 영역에서, 겹 내에 배열되어 있는 오류광 억제용의 적어도 하나의 차폐물을 갖는다.

- [0068] 본 발명의 본 측면의 기본적 사상은, 적어도 하나의 미러를 갖는 반사굴절 투영 대물 렌즈의 경우에, 적어도 하나의 미러에서의 반사에 기인하여 적어도 부분적으로 중첩하지만, 중첩 영역 외측에서는 독립적으로 뻗고 그것들 사이에서 확실히 좁은 갭을 남기는, 결상 빔 경로의 빔 경로 세그먼트가 존재한다는 것이다.
- [0069] 그러한 빔 경로 세그먼트들은 빔 경로가 반복적으로 통과하는 광소자를 갖는 반사굴절 투영 대물 렌즈에서 직면한다.
- [0070] 본 발명의 제 3 측면에 따르면, 차폐물이 오류광의 전파를 억제하기 위해서 그러한 갭 내에 정밀하게 도입된다. 오류광을 억제하기 위한 차폐물은 두 빔 또는 빔 경로 세그먼트들 사이의 내부 공간을 충전한다. 이 경우, 차폐물은 적절한 결상 빔 경로를 방해하지 않지만, 오류광이 갭을 넘어 전파하는 것을 방지한다.
- [0071] 본 발명의 제 3 측면은 복수의 광학적 구성요소가 적어도 하나의 제 1 미러 및 적어도 하나의 제 2 미러를 포함하는 투영 대물 렌즈의 경우에 특히 효과적으로 사용될 수 있으며, 빔 경로 세그먼트의 하나는 제 2 미러에 의해서 반사되는 빔 경로 세그먼트이며, 빔 경로 세그먼트의 다른 하나는 제 1 미러에 의해서 반사되는 빔 경로 세그먼트이고, 적어도 하나의 차폐물은 제 1 미러와 적어도 하나의 제 2 미러 사이에 배치된다.
- [0072] 이 경우, 두 미러 사이에 배치되는 차폐물은, 특히, 제 2 미러를 향해 전파하는 빔이 차폐물의 이미지 측에서 차단되고, 차폐물을 통과한 광 빔이 제 2 미러에서의 반사 후에 차폐물의 물체측에 의해 차단되는 사실에 의해, 양 측에서 작용할 수 있는 것이 유리하다.
- [0073] 차단 효과는, 두 미러 사이의 공간 내의 복수의 순차적으로 도입된 차폐물에 의해서 또한 달성될 수 있다.
- [0074] 바람직하게는, 적어도 하나의 차폐물로서 개구부를 구비한 어퍼처 또는 플레이트를 제공할 수 있으며, 적어도 하나의 차폐물은 제 1 또는 제 2 미러에 고정되는 것이 바람직하다.
- [0075] 하지만, 본 발명의 제 3 측면은 2개의 미러를 갖는 투영 대물 렌즈뿐만 아니라, 2개보다 많은 미러를 갖는 반사굴절 투영 대물 렌즈에도 유리하게 이용될 수 있다.
- [0076] 본 발명의 제 4 측면에 따르면, 물체면에 배열된 패턴을 이미지면에 결상하기 위한 마이크로리소그래피 투영 대물 렌즈가 제공되며, 그 마이크로리소그래피 투영 대물 렌즈는 복수의 광학적 구성요소와, 제 1 동공면과 적어도 제 2 동공면과, 적어도 제 1 동공면 근처에 배열되는 시스템 어퍼처를 규정하는 제 1 어퍼처 조리개를 포함하며, 적어도 제 2 어퍼처 조리개를 더 포함한다.
- [0077] 본 발명의 이러한 측면에 따르면, 본 발명에 따른 마이크로리소그래피 투영 대물 렌즈에는 적어도 2개의 어퍼처 조리개가 구비되며, 그 하나는 공지된 투영 대물 렌즈에 이미 존재하는 시스템 개구를 규정하고, 적어도 하나의 추가의 개구 조리개는 물체면으로부터 입사하는 오버-어퍼처 광을 차폐시키는데 특히 유용하여서 이러한 오버-어퍼처 광이 이미지 면에 도달하는 것을 방해한다. 적어도 하나의 제 2 어퍼처 조리개는 오버-어퍼처 광선이 결상을 위해 사용되는 광선과 분리되는 투영 대물 렌즈 내의 위치에 배열되는 것이 바람직하다.
- [0078] 바람직하게는, 적어도 하나의 제 2 어퍼처 조리개는 제 1 또는 제 2 동공면 근처에 배열되거나, 특히, 오버-어퍼처 광이 결상을 위해 사용된 광으로부터 제 2 동공면에서 분리되는 경우에는 투영 대물 렌즈의 제 2 동공면에 배열된다.
- [0079] 적어도 제 2 어퍼처 조리개가 오버-어퍼처 광을 마스킹하기 위해 사용되는 경우, 결상을 위해 사용된 광선으로부터 오버-어퍼처 광선의 분리가 최대가 되는 위치에 배열되는 것이 바람직하다.
- [0080] 적어도 하나의 제 2 어퍼처 조리개는 동공면으로부터 거리 L 로 배열되는 것이 바람직하며, L 은 $0.5D < L < 2D$ 가 되도록 선택되며, 여기서 D 는 복수의 광학적 구성요소 중에서 광학적 구성요소의 최대 직경을 갖는 광학적 구성요소의 직경이다.
- [0081] 추가의 바람직한 실시예에서, 적어도 하나의 제 2 어퍼처 조리개는 복수의 광학적 구성요소의 광학적 구성요소상의 비-투과형 코팅에 의해서 형성된다.
- [0082] 이러한 측정기구는, 어퍼처 조리개로서 플레이트를 도입하기 위한 공간이 충분하지 않은 경우에 유리하다. 비-투과형 코팅은 예컨대, 각각의 광학적 구성요소의 표면의 일부를 검게 하여 형성될 수 있다.
- [0083] 적어도 하나의 제 2 어퍼처 조리개는 오버-어퍼처 광선을 마스킹하는데 사용될 뿐만 아니라, 시스템 어퍼처 조리개와 공동 작용하여 빔 경로를 폐쇄하기 위해 사용될 수 있다.
- [0084] 투영 대물 렌즈에 적어도 제 2 어퍼처 조리개의 설치하는 투영 대물 렌즈가 비구면(非球面)의 광학적 구동 표면을

갖는 경우에 특이 유리하다.

- [0085] 적어도 하나의 제 2 어퍼쳐 조리개의 설치는 투영 대물 렌즈가 중간 이미지면에 의해서 분리되는 적어도 2개의 동공면을 갖는 경우에도 유리하다.
- [0086] 적어도 제 2 어퍼쳐 조리개 설치의 추가의 이점은 조절가능한 시스템 어퍼쳐 조리개에 의해서 제공되는 최대 어퍼쳐의 기계적 공차(tolerance)에 대한 요건이 낮아질 수 있다는 것이며, 이는 적어도 하나의 제 2 어퍼쳐 조리개가 최대 어퍼쳐를 위한 시스템 어퍼쳐 조리개의 기능을 전담할 수 있기 때문이다.
- [0087] 본 발명의 추가의 측면에 따르면, 마이크로리소그래피 투영 노광 기기는 전술한 유형의 투영 대물 렌즈를 갖는다.
- [0088] 본 발명의 추가의 측면에 따르면, 반도체 구성요소와 다른 미세 구조의 구성요소를 제조하기 위한 방법이 제공되고, 소정 패턴의 마스크가 설치되며, 그 마스크는 소정 파장의 자외선 광에 의해 조명되며, 그 패턴은 투영 대물 렌즈의 이미지면의 영역에 배열된 감광성 기판에 결상된다.
- [0089] 추가의 이점 및 특징은 이하의 설명으로부터 나타날 것이다.
- [0090] 이하에서도 설명될 전술한 특징은 각각 설명한 조합뿐만 아니라, 본 발명의 범주 내에서 다른 조합이나 그 차례로 사용될 수 있다는 것을 유념해야 한다.

발명의 효과

- [0091] 이탈광 또는 오류광의 더욱 효과적인 억제에 의해 개선된 결상 특성이 개선된 전술한 유형의 마이크로리소그래피 투영 대물 렌즈를 제공할 수 있다.
- [0092] 그와 같은 투영 대물 렌즈를 갖는 투영 노광 기기뿐만 아니라, 그러한 투영 대물 렌즈를 이용한 반도체 구성요소의 제조 방법을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0093] 도 1은 투영 대물 렌즈의 제 1의 예시적인 실시예를 나타내는 측면도.
- 도 2는 도 1의 투영 대물 렌즈에서 그 투영 대물 렌즈의 빔 편향 장치 영역 부분을 확대한 도면.
- 도 3은 투영 대물 렌즈의 추가의 예시적인 실시예를 나타내는 측면도.
- 도 3a는 도 3의 투영 대물 렌즈의 확대부를 나타내는 도면.
- 도 4는 도 1의 투영 대물 렌즈를 포함하는 투영 노광 기기의 개략도.
- 도 5는 오류광 억제에 관한 변형을 갖는 도 1의 투영 대물 렌즈를 나타내는 도면.
- 도 6은 오류광 억제를 위한 측정기구들을 갖는 투영 대물 렌즈의 추가의 예시적인 실시예를 나타내는 도면.
- 도 7은 오류광 억제를 위한 측정기구들을 갖는 투영 대물 렌즈의 추가의 예시적인 실시예를 나타내는 도면.
- 도 8은 오류광 억제를 위한 측정기구들을 갖는 투영 대물 렌즈의 추가의 예시적인 실시예를 나타내는 도면.
- 도 9는 오류광 억제를 위한 측정기구들을 갖는 투영 대물 렌즈의 추가의 예시적인 실시예를 나타내는 도면.
- 도 10은 오류광 억제를 위한 측정기구들을 갖는 투영 대물 렌즈의 추가의 예시적인 실시예를 나타내는 도면.
- 도 11은 오류광 억제를 위한 측정기구들을 갖는 투영 대물 렌즈의 추가의 예시적인 실시예를 나타내는 도면.
- 도 12는 본 발명의 다른 측면에 따른 투영 대물 렌즈의 추가의 예시적인 실시예를 나타내는 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0094] 도 1은 물체면(object plane)(12)에 배열된 패턴(도시 생략)을 이미지면(14)에 결상하기 위해 의도된, 참조번호 10을 부여한 마이크로리소그래피 투영 대물 렌즈를 도시한다.
- [0095] 투영 대물 렌즈(10)는 제 1 대물 렌즈부(16)와, 제 2 대물 렌즈부(18)와, 제 3 대물 렌즈부(20)를 갖는다.
- [0096] 제 1 대물 렌즈부(16)는 굴절부이고, 렌즈 L_1 에 의해 형성된다.

- [0097] 제 2 대물 렌즈부(18)는 반사굴절부이고, 렌즈 L_2 및 L_{3a} , 오목 미러 M_2 를 갖는다.
- [0098] 제 3 대물 렌즈부(20)는 굴절부이고, 렌즈 L_4 내지 L_{17} 과, 단부 플레이트 L_{18} 을 갖는다.
- [0099] 도 1에 도시한 바와 같이, 제 2 대물 렌즈부(18)에서의 광 전파 방향은 제 1 대물 렌즈부(12) 및 제 3 대물 렌즈부(20)에서의 광 전파 방향과 상이하다. 이를 위해, 투영 대물 렌즈(10)는 두 개의 폴딩 미러 M_1 및 M_3 으로 도시한 예시적인 실시예로 형성된 빔 편향 장치(22)를 갖는다. 폴딩 미러 M_1 은 제 1 대물 렌즈부(16)로부터 입사하는 광 빔을 미러 M_2 를 향하여 제 2 대물 렌즈부(18)로 편향시키고, 제 2 폴딩 미러 M_3 은 제 2 대물 렌즈부(18)로부터 입사하는 광 빔을 제 3 대물 렌즈부(20)로 편향시킨다.
- [0100] 제 3 대물 렌즈부(20)에서의 광 전파 방향은 제 1 대물 렌즈부(16)에서의 광 전파 방향에 대응한다.
- [0101] 광에 대하여 비-투과형인 차폐물(24)은 제 1 대물 렌즈부(16)로부터 제 3 대물 렌즈부(20)로의 직접적인 광 누설, 예컨대, 렌즈 L_1 의 표면으로부터의 반사를 피하기 위해 빔 편향 장치(22)의 영역에 설치된다. 특히, 차폐물(24)은 제 2 대물 렌즈부(18)를 생략한 채, 제 1 대물 렌즈부(16)로부터 제 3 렌즈부(20)로의 광 누설을 방지, 즉, 광이 렌즈 L_2 , L_3 를 통과하여 미러 M_2 에서 반사되지 않는 것을 방지한다.
- [0102] 전술한 바와 같이, 빔 편향 장치(22)는 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이 그 편향 표면이 소정의 각으로 서로 비스듬히 배열된 2개의 폴딩 미러 M_1 및 M_3 로 형성된다. 두 편향 표면, 즉, 미러 M_1 및 M_3 은 소정의 각으로 서로 비스듬히(여기에서는 약 90°) 행해지는 빔 편향에 따라 배열되고, 차폐물(24)은 두 미러 M_1 및 M_3 의 각의 정점으로부터 시작하여 제 2 대물 렌즈부(18)의 방향으로 연장한다.
- [0103] 차폐물(24)은 사용된 광의 파장 영역에서 흡수하는 플레이트(26) 예컨대, 금속 플레이트이다. 또한, 이러한 플레이트에는 흡수층이 설치될 수 있다. 하지만, 금속 플레이트 대신에, 흡수될 수 있도록 코팅될 수 있는 다른 재료로 이루어지는 요소를 사용할 수 있다. 도 2에 따라, 플레이트가(26)가 위치될 수 있고 유용한 광을 마스킹하지 않도록, 두 미러 M_1 및 M_3 은 각도 정점에서 서로 미소하게 이격된다.
- [0104] 차폐물(24)은 결상 빔 경로, 즉, 결상을 위해 사용되는 광의 빔 경로를 제한 또는 한정하지 않도록 설계 및 배치된다. 제 2 대물 렌즈부(18)로부터의 광 전파 방향에서의 판(26)의 위치 결정 및 범위는 대응적으로 설계된다.
- [0105] 추가의 차폐물(28)은 투영 대물 렌즈(10)에서의 이탈광의 수준을 더 감소시키기 위해, 제 3 대물 렌즈부(20)에서 생성되는 중간 이미지 영역에 배열된다.
- [0106] 차폐물(28)은 이탈광의 통과를 감소시키는 이탈광 조리개(32)를 포함한다. 하지만, 이탈광 조리개(32)는 결상 빔 경로를 제한하는 역할을 하는 시스템 어퍼처 조리개(34)와는 구별된다. 대조적으로, 이탈광 조리개(32)는 결상 빔 경로를 제한하지는 않지만, 투영 대물 렌즈(10)에서의 오류광 부분을 줄이는 역할을 한다.
- [0107] 차폐물(24) 및/또는 차폐물(28)은 위치 조정이 가능하도록, 및/또는 활성 단면에 관하여 가변적으로 세팅될 수 있도록 설치되는 것이 바람직하다. 예컨대, 차폐물(24)의 플레이트(26)는 가동적이고, 길이 가변적일 수 있어서, 플레이트(26)의 최적 위치 및 최적 활성 단면은 이탈광을 줄이도록 세팅될 수 있다. 이탈광 차폐물의 활성 단면의 세팅 및/또는 위치 조정은 사용된 물체 필드 사이즈 및/또는 대물 렌즈의 어퍼처의 조명 모드의 함수로서 수행되는 것이 바람직하다.
- [0108] 예컨대, 이탈광 조리개(32)의 경우, 그 위치가 조정될 수 있도록 이탈광 조리개(32)를 구성하여 이탈광 조리개(32)가 최적 위치가 될 수 있게 하고 및/또는 이탈광 조리개(32)의 개구부 단면을 변경할 수 있도록 제공될 수 있다.
- [0109] 투영 대물 렌즈(10)에서의 이탈광의 레벨을 낮추기 위해 투영 대물 렌즈(10) 내에 추가의 차폐물이 제공될 수 있다는 것은 자명하다.
- [0110] 약 30% 이상의 이탈광 감소가 적절히 장착된 차폐물의 도움으로 가능한 범위임이 판명되었다.
- [0111] 도 3은 물체면(32)에 배열된 패턴(도시 생략)을 이미지면(44)에 결상하기 위한 추가의 마이크로리소그래피 투영 대물 렌즈(40)를 나타낸다.
- [0112] 투영 대물 렌즈(40)는 설계의 더욱 정확한 기술을 위해 참조가 이루어지는 문헌 WO 2004/019128 A2에 개시된다.

- [0113] 투영 대물 렌즈(10)와 같이, 투영 대물 렌즈(40)는 반사굴절 투영 대물 렌즈이며, 투영 대물 렌즈(40)는 플레이트 L_1 과 렌즈 L_2 내지 L_{11} 을 갖춘 제 1 대물 렌즈부(46)와, 렌즈 L_{12} , L_{13} 및 미러 M_2 를 갖춘 제 2 대물 렌즈부(48)와, 렌즈 L_{14} 내지 L_{28} 을 갖춘 제 3 대물 렌즈부(50)를 갖는다.
- [0114] 도 1의 제 1 실시예에서와 같이, 빔 편향 장치(52)는 제 1 대물 렌즈부(46)와 제 2 대물 렌즈부(48)의 사이 또는 제 2 대물 렌즈부(48)와 제 3 대물 렌즈부(50)의 사이에 배열되는 폴딩 미러 M_1 과, 폴딩 미러 M_3 를 구비한다.
- [0115] 투영 대물 렌즈(40)의 경우에도 또한 편향 장치(52)의 영역에는 투영 대물 렌즈(10)의 차폐물(24)과 필적할만한 차폐물(54)이 설치되며, 그 차폐물(54)은 이탈광이 제 1 투영 대물 렌즈부(46)로부터 제 3 대물 렌즈부(50)로 누설하는 것을 방지하는 효과를 갖는다.
- [0116] 빔 편향 장치(52) 영역에서의 투영 대물 렌즈(40)의 확대부가 도 3a에 도시된다. 차폐물(54)에 부가하여, 투영 대물 렌즈(40)의 경우에는 투영 대물 렌즈(40)의 중간 이미지 영역에 각각 배치되는 추가의 차폐물(54a)과 추가의 차폐물(54b)이 설치된다. 차폐물(54a 및 54b)은 이탈광 조리개로서 설계된다.
- [0117] 차폐물(54)의 구성과 관련하여 나머지 부분에는 도 1의 차폐물의 설명시의 참조번호를 부여하였고, 즉, 차폐물(54)의 구성은 차폐물(24)의 구성에 대응한다.
- [0118] 도 4의 참조번호 60은 예컨대, 투영 대물 렌즈(10)가 사용되는 투영 노광 기기를 가리킨다. 투영 노광 기기는 레이저의 밴드폭을 좁히기 위한 장치(64)와 함께 레이저 광원(62)을 구비한다. 조명 시스템(66)은 하류(downstream) 투영 대물 렌즈(10)의 텔레센트릭 요건(telecentric requirement)에 순응하는, 크고, 샤프(sharp)하게 범위가 정해지고, 매우 균일하게 조명된 이미지 필드를 생성한다. 조명 시스템(66)은 조명 모드를 선택하기 위한 장치를 갖고, 예컨대, 가변적인 정도의 간섭성을 갖는 종래의 조명, 환형 필드 조명, 및 이중극(dipole) 또는 사중극(quadrupole) 조명 사이에서 전환될 수 있다. 조명 시스템 이후에 배치되는 장치(68)는, 마스크(70)가 투영 대물 렌즈(10)의 물체면(12)에 놓이고, 주사 구동을 위해 그 면에서 이동할 수 있도록 마스크(70)를 지지 및 매니플레이팅하는 장치이다. 장치(68)는 주사 드라이브를 상응적으로 포함한다.
- [0119] 물체면(12) 이후에, 투영 대물 렌즈(10)의 이미지면(14)에 배열되고 포토레지스트층으로 덮여진 기관 또는 웨이퍼(72)에 마스크(72)의 이미지를 감소된 스케일로 투영하는 투영 대물 렌즈(10)가 배치된다. 기관 또는 웨이퍼(72)는 마스크(70)와 동시에 웨이퍼를 이동시키기 위한 스캐너 드라이브를 포함하는 장치(74)에 의해 지지된다. 모든 시스템은 제어 유닛(74)에 의해 제어된다. 그러한 시스템들의 설계는 그것들의 구동 모드와 같이, 원래 공지된 것이어서, 여기에서는 더욱 상세하게 기술하지 않는다.
- [0120] 반도체 구성요소 및 다른 미세 구조의 서브어셈블리를 제조하기 위한 방법의 경우에, 마스크(70)에는 소정 패턴(도시 생략)이 형성된다. 조명 장치(66)에 의해, 마스크(70)는 레이저(62)로부터 소정 파장의 자외선이 조명된다. 이 경우, 문헌으로부터 충분히 잘 알려진 각종 조명 모드로 설정하는 것이 가능하다. 마스크(70)의 패턴은 투영 대물 렌즈(10)에 의해서 기관 또는 웨이퍼(72) 및 투영 대물 렌즈(10)의 이미지면(14)에 결상된다. 이 경우, 각종 어퍼처 개구부가 세팅될 수 있다.
- [0121] 도 5는 도 1의 투영 대물 렌즈(10)를 다시 도시하며, 오류광 억제를 위한 추가의 측정기구가 투영 대물 렌즈(10)에 제공된다.
- [0122] 오류광을 억제하기 위해, 이하에 기술하는 차폐물은 차폐물이 할당되는 광학적 구성요소의 각각의 비사용 표면을 마스크하는 목적을 수행한다. 이러한 차폐물의 기능은, 제 2 대물 렌즈부(18)를 생략한 채, 제 1 대물 렌즈부(16)로부터 제 3 대물 렌즈부(20)로의 광의 전파를 방지하는 전술한 차폐물(24)의 기능과는 상이하다.
- [0123] 도 5에 따르면, 렌즈 L_5 는 물체면(12)을 이미지면(14)에 결상하기 위한 결상 빔 경로에 의해서 사용되지 않은 표면 영역 U_{L5} 을 갖는다. 오류광을 억제하기 위해 렌즈 L_5 의 비사용 표면 영역 U_{L5} 을 마스크하는 차폐물(80)은 그러한 비사용 표면 영역 U_{L5} 에 할당된다. 차폐물(80)은 특히, 결상을 위해 사용된 광의 파장에 대하여 흡수성인 코팅(82) 형태로 설계된다. 차폐물(80)의 흡수성은 이 경우 적어도 약 95%, 바람직하게는 적어도 약 98%이다. 하지만, 코팅(82) 형태의 차폐물(80)은 다른 또는 부가적인 반사 특성을 가질 수 있다.
- [0124] 차폐물(80)은 그 위에 퇴적한 오염물 예컨대, 탄화 수소를 분해하기 위해 광촉매 특성을 더 갖는 것이 바람직하다. 그리하여, 광학적 구성요소 사이에 위치되는, 투영 대물 렌즈(10)의 가스 스페이스는 그러한 오염물로부터 자유롭다.

- [0125] 렌즈 L_5 는 필드면의 근방, 구체적으로는 중간 이미지(30)의 근방에 위치된다. 하지만, 오류광 조리개(32)와 대조적으로, 차폐물(80)이 직접적으로 렌즈 L_5 에 할당되고, 심지어 코팅(82)의 형태로 적용되는 경우에도 렌즈 L_5 에 직접적으로 할당된다.
- [0126] 오류광을 억제하기 위해 할당되는데 적합한 추가의 광학적 구성요소는 결상 빔 경로에 의해 사용되지 않는 표면 영역 U_{L6} 를 갖는 렌즈 L_6 이다. 렌즈 L_6 에는 그 렌즈 L_6 의 광학적 활성 표면에 코팅(86)의 형태로 적용되는 차폐물(84)이 상응적으로 할당된다.
- [0127] 이미지면(14)에 바로 인접한 마지막 렌즈 요소 L_{18} 은 도 5에 도시된 바와 같이, 결상 빔 경로에 의해 사용되지 않는 표면 영역 U_{L18} 을 갖는다. 코팅(90)의 형태인 추가의 차폐물(88)이 렌즈 요소 L_{18} 에 대하여 양측에 할당된다. 마지막 렌즈 요소 L_{18} 의 경우에, 유용한 광이 코팅(90) 형태인 차폐물(88)의 개구부를 통하여 이미지면(14)에 침투할 수 있도록 코팅(90)은 그 렌즈 요소 위에 환형으로 형성된다.
- [0128] *도 6은 도 5를 참조하여 기술한 바와 같이 오류광 억제를 위한 측정기구가 제공되는 추가의 반사 굴절 투영 대물 렌즈(100)를 도시한다. 투영 대물 렌즈(100)는 설계의 더욱 정확한 기술을 위해 참조가 이루어지는 문헌 US 2005/0190435 A1에 개시된다.
- [0129] 투영 대물 렌즈(100)는 물체면(101)을 이미지면(102)에 결상한다. 투영 대물 렌즈(100)는 물체면(101)과 이미지면(102) 사이에서, 상류에 굴절 대물 렌즈부(106)가 배치되고 하류에 굴절 대물 렌즈부(107)가 배치된 반사굴절 대물 렌즈부(105) 내에 위치하는 두 개의 중간 이미지(103 및 104)를 생성한다.
- [0130] 렌즈와 두 미러를 포함하는 투영 대물 렌즈(100)의 복수의 광학적 구성요소는 그것의 적어도 하나의 광학적 구동 표면이 투영 대물 렌즈의 구동 동안에 물체면(101)을 이미지면(102)에 결상시키기 위한 결상 빔 경로에 의해 사용되지 않는 표면 영역을 갖는다. 이들 광학적 구성요소는 차폐물에 직접적으로 할당되는데 적합하다.
- [0131] 코팅(112) 형태의 차폐물(110)이 할당된 렌즈(108)는 이들 광학적 구성요소에 속한다. 코팅(112)은 렌즈(108)의 광학적 구동 표면에 그 이미지측에 인가되며, 바람직하게는 도 5를 참조하여 이미 기술한 코팅(82, 86 및 90)의 특성을 갖는다.
- [0132] 투영 대물 렌즈(100)의 미러(114) 역시 차폐 코팅(116)이 제공되고 광에 의해 사용되지 않는 표면을 갖는다.
- [0133] 미러(114)에 직접 인접하는 렌즈(118)는 결상 빔 경로에 의해 사용되지 않는 표면을 갖는 광학적 구동 표면을 갖고, 상응적으로 차폐 코팅(120)이 제공된다.
- [0134] 마지막으로, 마지막 렌즈 요소(122) 역시 차폐 코팅(124)이 제공된다.
- [0135] 기술한 바와 같이 차폐물이 할당된 전술한 광학적 구성요소는 모두 필드 근방에 있고, 렌즈(108, 118) 및 미러(116)는 중간 이미지(103 및 104)의 근방에 배열되고, 마지막 렌즈 요소(122)는 이미지면(102)의 근방에 배열된다. 그러한 필드-근방 광학적 구성요소는 특히, 오류광을 억제하기 위한 목적으로 각각의 광학적 구성요소의 광학적 구동 표면의 각각의 비사용 표면 영역을 마스킹하는 차폐물이 직접적으로 할당되는데 적합하다.
- [0136] 도 7은 오류광을 억제하기 위해 도 5 및 도 6에 필적할만한 측정기구가 제공된 경우의 추가의 투영 대물 렌즈(200)를 도시한다. 투영 대물 렌즈(200) 역시 US 2005/0190435 A1에 개시된다.
- [0137] 투영 대물 렌즈(200)는 물체면(201)을 이미지면(202)에 결상시키는 복수의 광학적 구성요소를 갖는다. 투영 대물 렌즈(200)는 굴절의 제 1 대물 렌즈부(210)와, 두 미러(221 및 222)로 형성된 반사의 제 2 대물 렌즈부(220)와, 굴절의 제 3 대물 렌즈부(230)를 갖는다.
- [0138] 중간 이미지(203) 및 중간 이미지(204)는 반사 대물 렌즈부(220) 내에서 생성된다.
- [0139] 제 1 대물 렌즈부(210)의 마지막 렌즈(232)에는 차폐 코팅(234)이 제공된다. 제 3 대물 렌즈부(230)의 제 1 렌즈(236)에는 차폐 코팅(238)이 제공된다. 마지막 렌즈 요소(240)에는 차폐 코팅(242)이 제공된다.
- [0140] 물론, 여기에서도 필드-근방 광학적 구성요소는 오류광을 억제하기 위한 측정기구를 위해 선택되었다.
- [0141] 마지막으로, 도 8은 오류광을 억제하기 위한 측정기구가 제공된 경우의 추가의 투영 대물 렌즈(300)를 도시한다. 투영 대물 렌즈(300) 역시 US 2005/0190435 A1에 개시된다.

- [0142] 투영 대물 렌즈(300)는 물체면(301)을 이미지면(302)에 결상시키는 반사굴절 투영 대물 렌즈이다. 투영 대물 렌즈(300)는 굴절의 제 1 대물 렌즈부(310)와, 반사의 제 2 대물 렌즈부(320)와, 굴절의 제 3 대물 렌즈부(330)를 갖는다.
- [0143] 반사 대물 렌즈부(320)는 4개의 미러(306, 307, 321 및 322)를 갖는다.
- [0144] 투영 대물 렌즈(300)는 반사 대물 렌즈(320)에 중간 이미지를 생성한다.
- [0145] 필드 근방 위치에 있는 렌즈(322)는 결상 빔 경로에 의해 사용되지 않은 표면 영역을 갖고, 차폐 코팅(334)이 제공된다. 추가의 렌즈(336)에는 차폐 코팅(338)이 제공되고, 또 다른 추가의 렌즈(340)에는 차폐 코팅(342)이 제공된다.
- [0146] 마지막 렌즈 요소(344)에도 마찬가지로 차폐 코팅(346)이 제공된다.
- [0147] 특히, 투영 대물 렌즈가 침지 대물 렌즈로서 설계된 경우, 마지막 렌즈 요소, 예컨대, 렌즈 요소(344)에는 바람직하게는, 침지액에 의해 열화로부터 그 마지막 렌즈 요소(344)를 보호하는 코팅이 제공된다. 그러한 경우에, 이러한 보호 코팅은 차폐 작용을 갖도록 설계될 수 있고, 즉, 보호층은 마지막 렌즈 요소(344)를 보호할뿐만 아니라, 오류광을 억제한다.
- [0148] 도 9 내지 도 11은 본 발명에 따른 오류광 억제를 위한 측정기구가 제공된 경우의 투영 대물 렌즈를 도시한다.
- [0149] 오류광 억제를 위한 측정기구는 투영 대물 렌즈가 이하의 원리에 기초하여 후술되는 투영 대물 렌즈의 경우에 취해진다. 적어도 하나의 미러를 갖는 투영 대물 렌즈의 경우, 패턴을 이미지면에 결상시키기 위해 사용되는 결상 빔 경로는 적어도 하나의 미러의 영역에서 서로 비스듬하게 뺏고 중첩 영역에서 적어도 부분적으로 서로 중첩하는 빔 경로 세그먼트를 가질 수 있다. 빔 경로 세그먼트는 중첩 영역 외측의 프리 스페이스(free space) 또는 갭(gap)에 의해서 서로 이격된다. 이 경우, 차폐물은 오류광을 억제하기 위해 갭 내에 위치한다. 그러한 투영 대물 렌즈가 빔 경로 세그먼트 또는 광 번들(light bundle) 사이에 복수의 갭 또는 프리 스페이스를 갖는 경우, 이들 프리 스페이스 또는 갭이 오류광의 전파에 더 이상 이용가능하지 않도록 이들 각각의 스페이스에는 1 이상의 오류광 조리개를 도입하는 것이 바람직하다. 오류광은 이러한 방식으로 효과적으로 억제될 수 있다.
- [0150] 도 10은 전술한 문헌 W0 2004/107011 A1의 도 9에 마찬가지로 도시되고 기술된 투영 대물 렌즈(500)를 도시한다.
- [0151] 투영 대물 렌즈(500)는 물체면(502)과 이미지면(504) 사이에, 투영 대물 렌즈(500)이 구축되는 투영 대물 렌즈(500)의 두 대물 렌즈부(514 및 516)에 속하는 4개의 미러(506, 508, 510 및 512)를 갖는다.
- [0152] 차폐물(518, 520 및 522)은 그러한 투영 대물 렌즈(500)의 경우에 오류광의 전파를 억제하기 위해 제공된다. 차폐물(518)은 하나의 서브어셈블리로서 설계될 수 있는 섹션(526, 528 및 530)을 갖는 오류광 조리개(524)이며, 결상용으로 제공된 결상광을 위해 적절한 통로가 오류광 조리개(424)에 제공된다. 차폐물(520 및 522)은 결상광의 광 번들 사이의 프리 스페이스에 배열되는 오류광 조리개의 형태로 마찬가지로 설계된다.
- [0153] 마지막으로, 도 11은 전술한 문헌 W02004/107011 A1의 도 14에 도시되고, 기술된 투영 대물 렌즈(600)를 도시한다.
- [0154] 투영 대물 렌즈(600)는 물체면(602)과 이미지면(604) 사이에 전체 6개의 미러를 갖고, 구체적으로 광 전파의 방향에서 제 1 미러(606), 제 2 미러(608), 제 3 미러(610), 제 4 미러(612), 제 5 미러(614) 및 제 6 미러(616)를 갖는다.
- [0155] 투영 대물 렌즈(600) 내에서의 오류광의 전파를 방지하기 위해, 복수의 오류광 조리개(618, 620, 622 및 624)를 미러(606 내지 616) 영역에 갖고, 이들은 결상을 위해 사용된 광 번들 사이의 프리 스페이스를 오류광 전파에 대하여 차폐한다.
- [0156] 도 12는 물체면(702)에 배열된 패턴을 이미지면(704)에 결상하기 위한 마이크로리소그래피 투영 대물 렌즈(700)의 다른 실시예를 도시한다.
- [0157] 투영 대물 렌즈(700)는 복수의 광학적 구성요소(705 내지 733)를 포함하고, 광학적 구성요소(713, 717 및 718)는 미러이고, 광학적 구성요소(705 내지 733)의 나머지는 렌즈이다.
- [0158] 투영 대물 렌즈(700)는 제 1 어퍼처 조리개(738)가 배치되는 제 1 동공면(736)을 더 포함한다. 단면을 조정할

수 있는 어퍼쳐 조리개(738)는 투영 대물 렌즈(700)의 시스템 또는 설계 어퍼처를 규정한다. 제 2 동공면은 광학적 구성요소(707 및 708) 사이에 존재한다.

[0159] 도 12의 설명에서, 물체면(702)의 필드 포인트(742 및 744)가 도시되며, 그것은 물체면(702)의 조명 영역을 나타낸다. 광선은 필드 포인트(742 및 744)로부터 시작하여, 광학적 구성요소(705 내지 733)를 전파하여, 영역(746) 내의 이미지면(704)에 도달한다. 영역(746) 내의 이미지면(746)에 도달한 광선은 물체면(702)에 배열된 패턴을 이미지면(704)에 결상하기 위하여 사용된다.

[0160] 도 12에 도시된 바와 같이, 다른 광선 예컨대, 필드 포인트(742)로부터 출발한 광선(749)의 어퍼처보다 큰 어퍼처를 갖고 출발한, 물체면(702) 내의 필드 포인트(742)로부터 출발하는 광선(748)이 존재한다. 광선(748)은 오버-어퍼처 광선이라 칭한다.

[0161] 도 12a는 제 1의 4개의 광학적 구성요소(705 내지 708)를 확대하여 도시하며, 필드 포인트(742 및 744)로부터 출발한 광선을 더욱 상세히 도시한다.

[0162] 실제로 광선의 작은 번들인 오버-어퍼처 광선(748)은 결상을 위해 사용된 광선으로부터 부분적으로 분리되지만, 결상을 위해 사용된 광선으로부터 부분적으로는 분리되지 않는 투영 대물 렌즈(700)를 통과하여 전파하며, 후자는 영역(746) 내의 이미지면(704)에 도달한다. 대신에, 오버-어퍼처 광선은 영역(750) 내의 이미지면(704)에 도달한다. 오버-어퍼처 광선(748)은 특히, 이미지면(704) 내에 비-균일 필드를 생성함으로써 결상을 방해한다.

[0163] 오버-개구 광선(748)이 이미지면(704)에 도달하는 것을 방지하기 위해, 적어도 제 2 어퍼쳐 조리개가 시스템 어퍼쳐 조리개(738)에 부가하여 투영 대물 렌즈(700)에 후술하는 바와 같이 제공된다.

[0164] 제 2 어퍼쳐 조리개는 오버-어퍼처 광선(748)이 결상을 위해 유용한 "원래의"광선으로부터 분리되는 곳인 투영 대물 렌즈(700) 내의 위치에 배열되는 것이 바람직하다. 그러한 위치는 예컨대 광학적 구성요소(706) 및 광학적 구성요소(707) 사이의 스페이스(도 12a의 화살표 752 참조) 및/또는 광학적 구성요소(707 및 708) 사이의 위치(도 12a의 화살표 754 참조). 후자의 경우, 광학적 구성요소(707 및 708) 사이의 스페이스가 작기 때문에, 제 2 어퍼쳐 조리개는 노광 구동에 사용된 광이 비-투과형인 광학적 구성요소(707 및 708) 상의 코팅(756)에 의해 형성될 수 있다. 코팅은 예컨대, 광학적 구성요소(707)의 표면의 각각의 부분을 블랙화하여 형성될 수 있다.

[0165] 화살표(752)로 나타낸 위치에서, 적어도 하나의 제 2 어퍼쳐 조리개는 오버-어퍼처 광선(748)을 차폐하거나 마스킹하기 위한 적합한 차폐 특성을 갖는 플레이트에 의해서 형성될 수 있다.

[0166] 오버-어퍼처 광선(748)을 마스킹하기 위한 적어도 제 2 어퍼쳐 조리개를 배열하기 위한 매우 적합한 다른 위치는, 오버-어퍼처 광선(748)이 결상을 위해 사용되고 광 축선에 대하여 가장 큰 높이를 갖는 광선(760)으로부터 충분히 분리된 투영 대물 렌즈(700)의 영역(758) 내이다. 도 12로부터 알 수 있는 바와 같이, 광선(748)은 구성요소(724)로부터 나올 때 "원래의" 광선보다는 더욱 강하게 굴절 또는 흡수된다.

[0167] 예컨대, 제 2 또는 추가의 어퍼쳐 조리개(762)가 광학적 구성요소(725)와 광학적 구성요소(726) 사이 및/또는 광학적 구성요소(726 및 727) 사이 등에 배열될 수 있다.

[0168] 제 2 또는 추가의 어퍼쳐 조리개(762)의 위치는 어퍼쳐 조리개(762)의 시스템 어퍼쳐(738)로부터의 거리 L 이 $0.5D < L < 2D$ 가 되도록 선택되는 것이 바람직하며, 여기서 D 는 그 영역의 광학적 구성요소의 최대 직경이다.

[0169] 예컨대, 화살표(752)로 나타낸 위치에 배열되는 경우의 적어도 하나의 제 2 어퍼쳐 조리개 또는 어퍼쳐 조리개(762)는 바람직하게는 고정된 어퍼쳐 조리개이며, 시스템 어퍼처를 규정하기 위한 어퍼쳐 조리개(738)는 그것의 유효 단면에 대하여 조절가능하다.

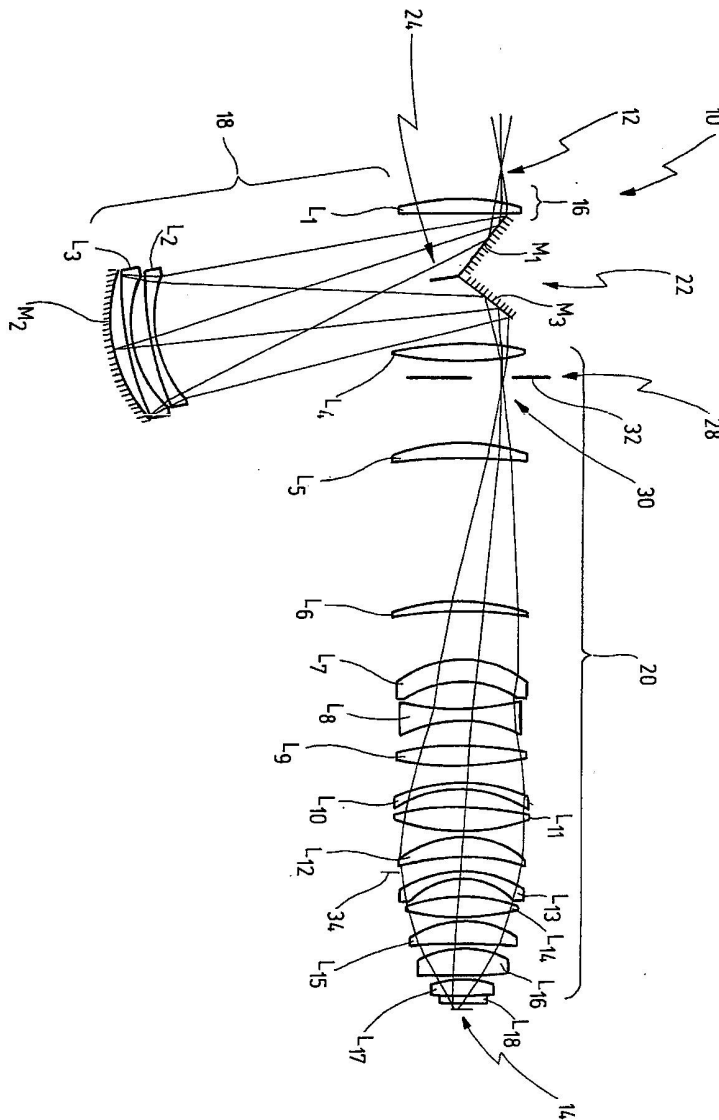
[0170] 투영 대물 렌즈(700)는 적어도 하나의 중간 이미지면을 제 1 동공면(738)과 제 2 동공면(740) 사이에 갖는다. 또한, 투영 대물 렌즈(700)의 적어도 하나의 광학적 구성요소(705 내지 733)는 비구면의 광학적 구동 표면을 가질 수 있다. 특히, 비구면의 구동 표면을 갖는 구성요소를 구비한 투영 대물 렌즈에서, 오버-어퍼처 광선(748)과 같은 오버-어퍼처 광선은 비구면 구성요소를 갖지 않은 투영 대물 렌즈에서와 같이 높은 정도로 수차가 발생한다. 그리하여, 비구면 구성요소를 갖는 투영 대물 렌즈에 적어도 하나의 제 2 어퍼쳐 조리개를 제공하는 것은 특이 이롭다.

[0171] 도 12를 참조하여 도시한 바와 같은 적어도 하나의 제 2 어퍼쳐 조리개는 적합한 경우 도 1 내지 도 11의 임의의 투영 대물 렌즈에 제공될 수 있다는 것을 이해해야 한다. 반대로, 도 1 내지 도 11을 참조하여 기술한 오류

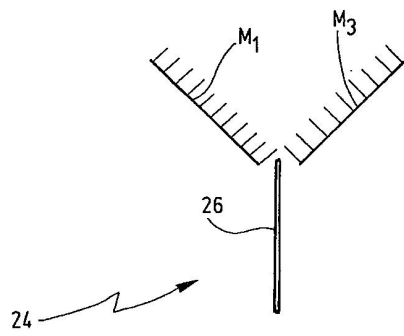
광 차폐용 차폐물이 투영 대물 렌즈(700)에 또한 제공될 수 있다.

도면

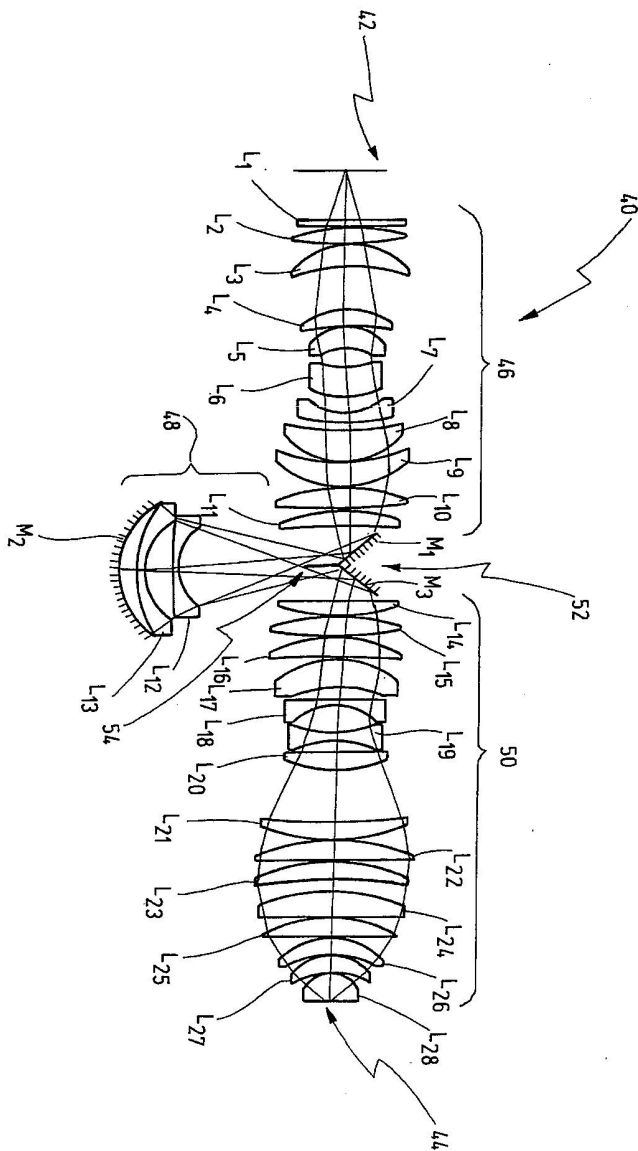
도면1



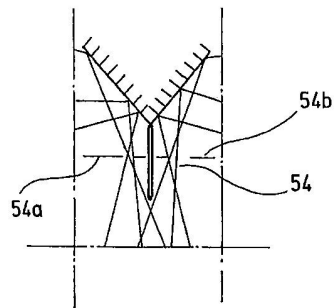
도면2



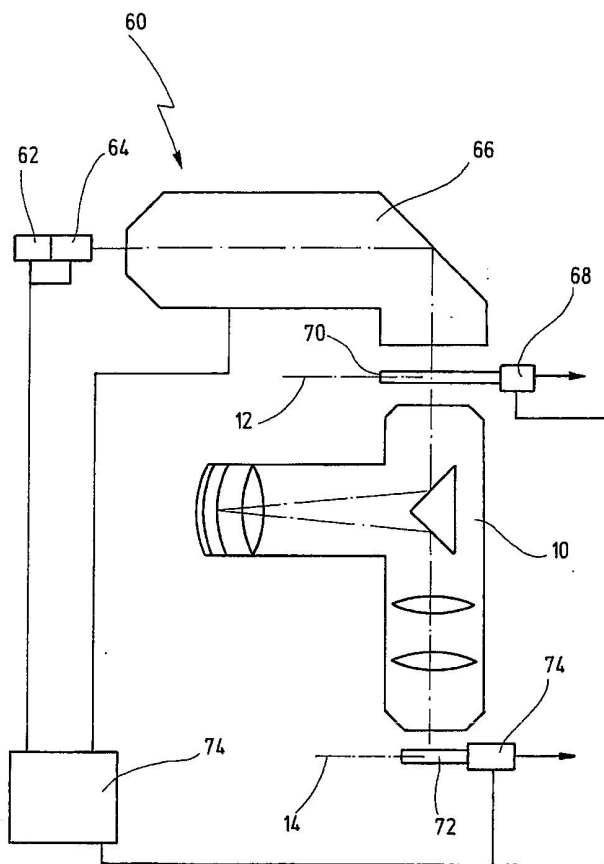
도면3



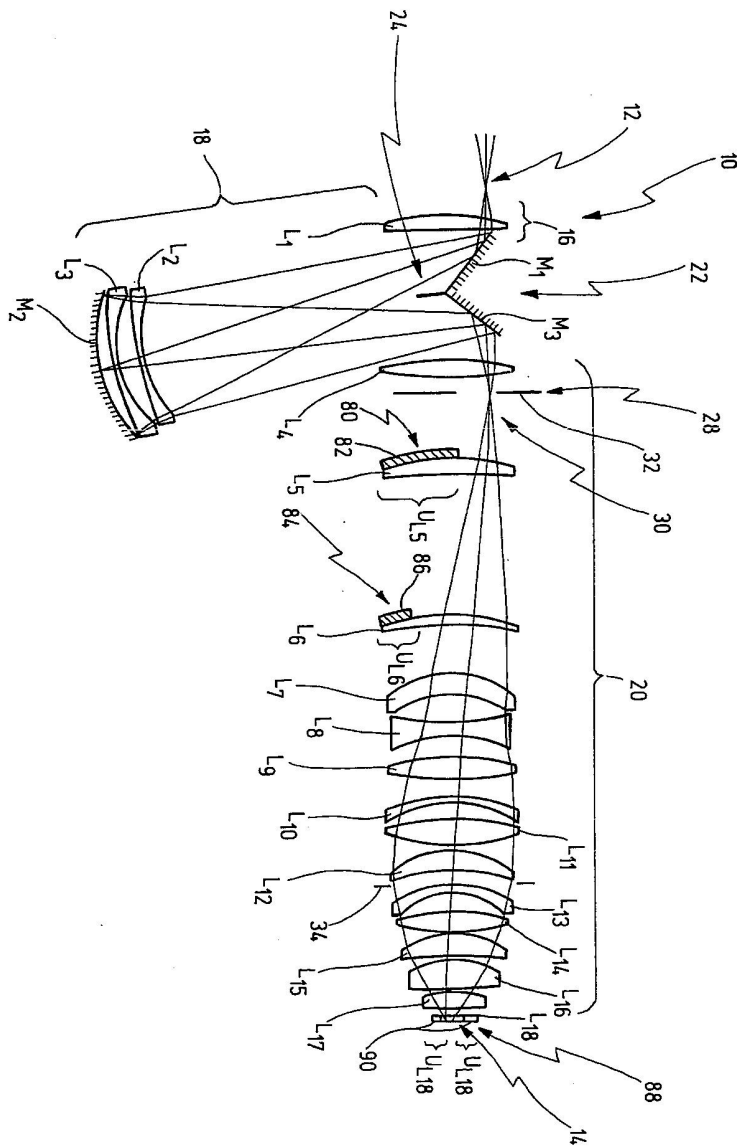
도면3a



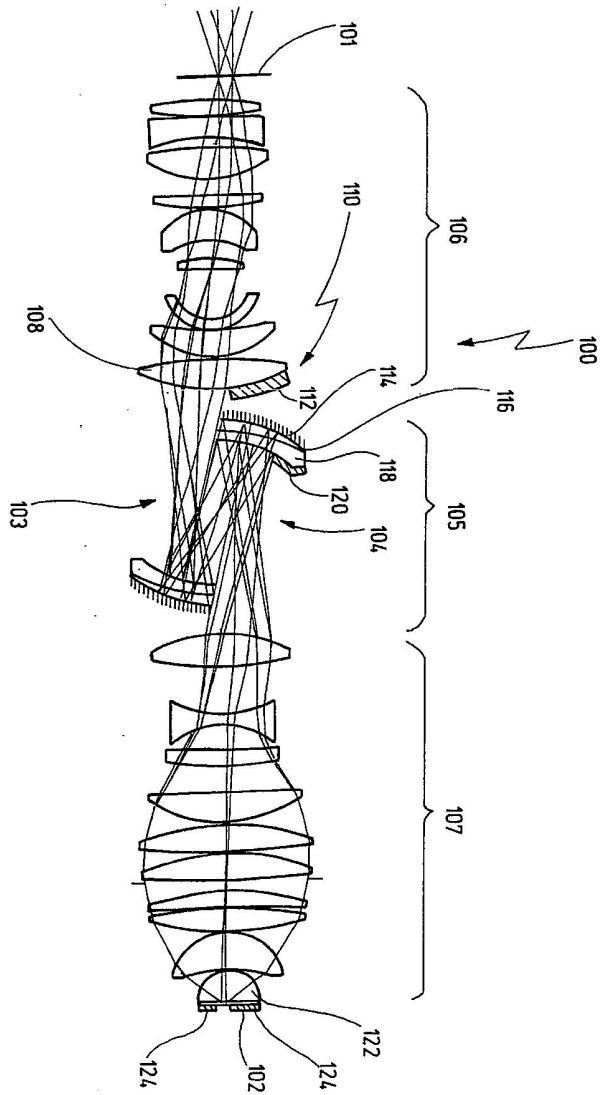
도면4



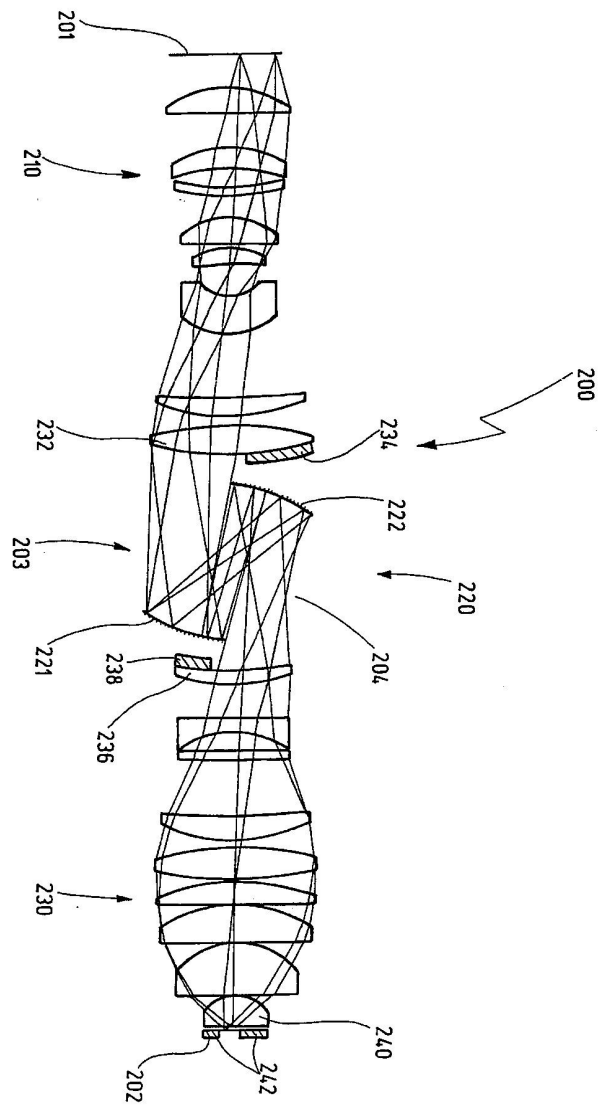
도면5



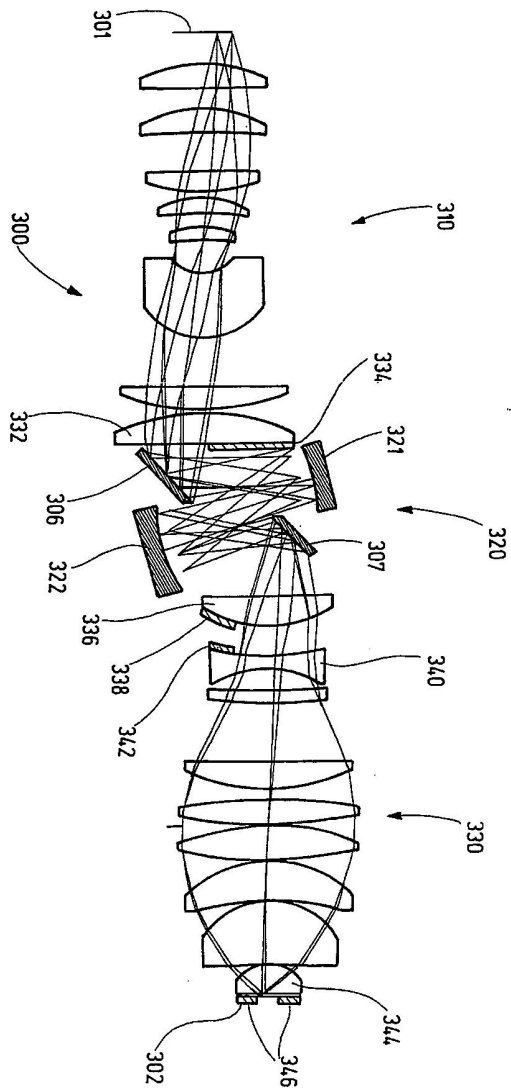
도면6



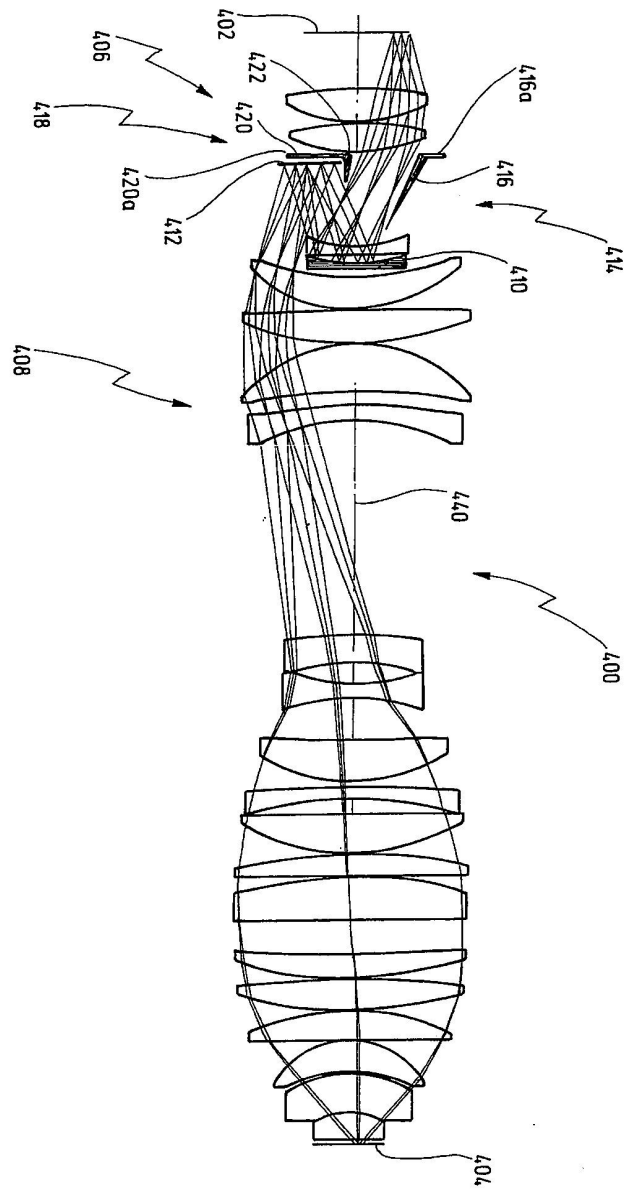
도면7



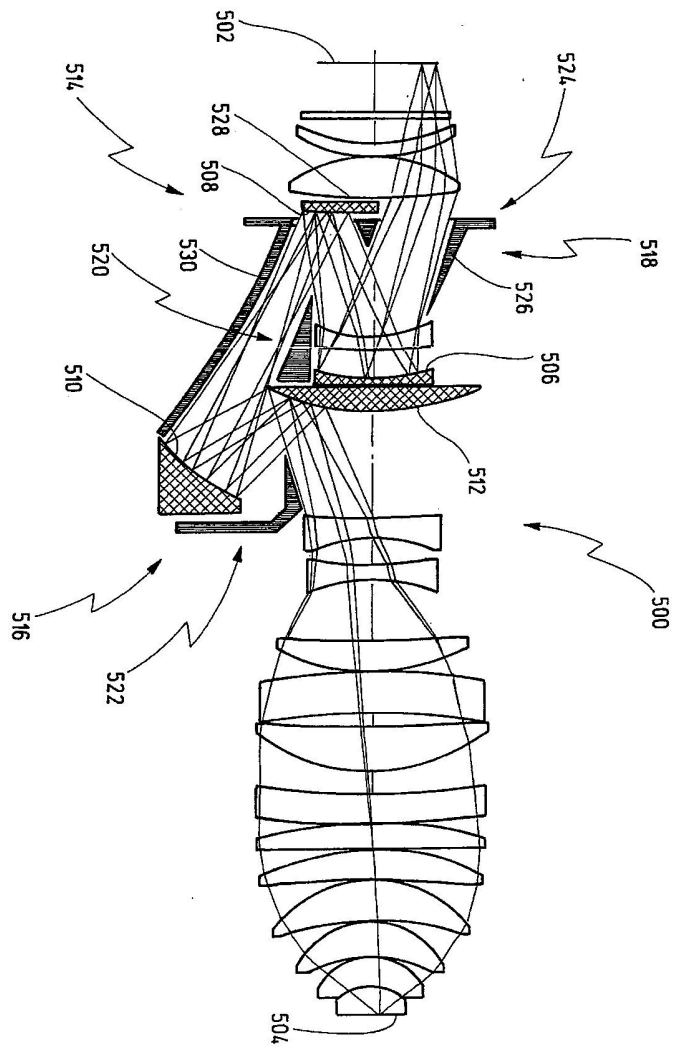
도면8



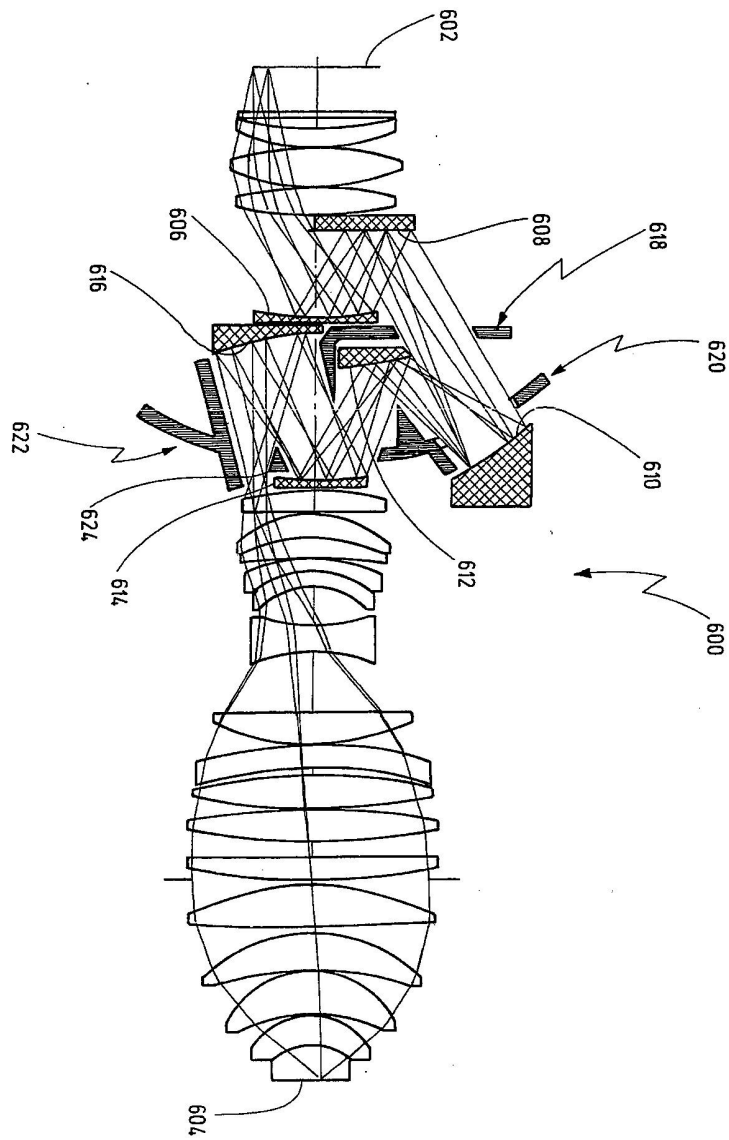
도면9



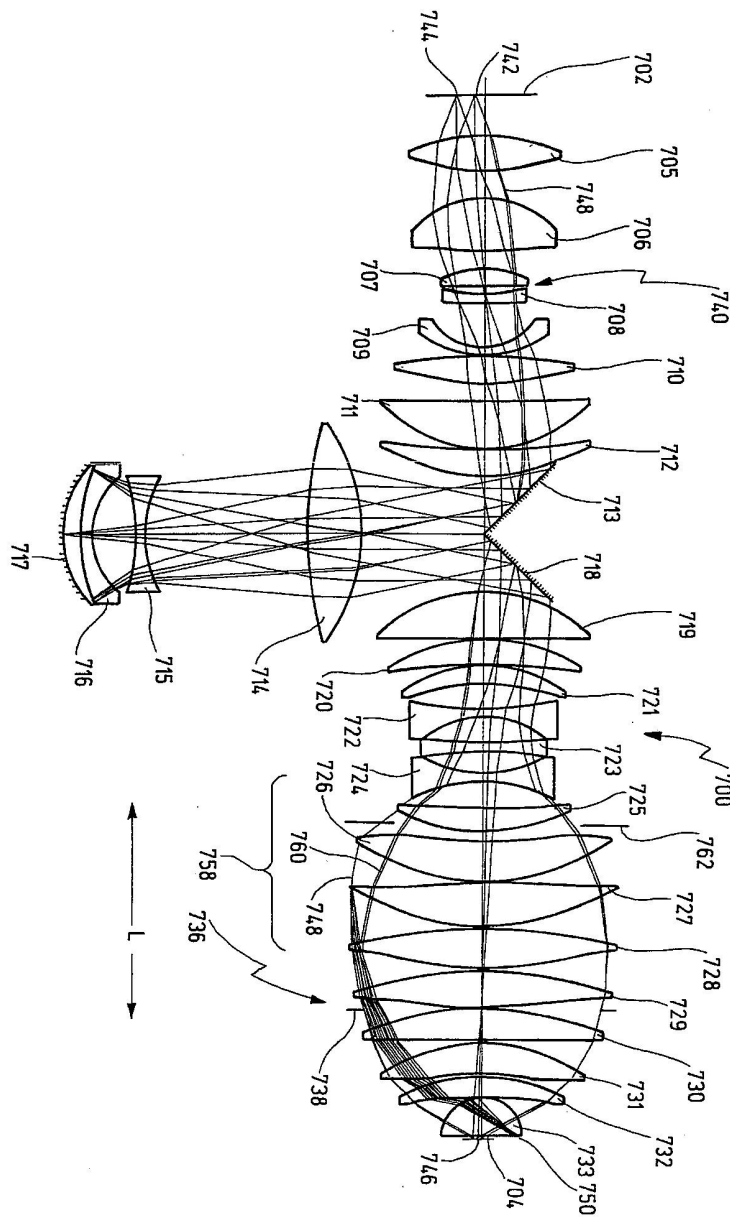
도면10



도면11



도면12



도면12a

