



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2017년01월17일
(11) 등록번호 10-1697240
(24) 등록일자 2017년01월11일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 21/88 (2006.01) G01N 21/94 (2006.01)
G01N 21/95 (2006.01) G01N 21/956 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2010-7022152
(22) 출원일자(국제) 2009년04월03일
심사청구일자 2014년04월03일
(85) 번역문제출일자 2010년10월04일
(65) 공개번호 10-2011-0000560
(43) 공개일자 2011년01월03일
(86) 국제출원번호 PCT/EP2009/002482
(87) 국제공개번호 WO 2009/121628
국제공개일자 2009년10월08일
(30) 우선권주장
61/064,949 2008년04월04일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
JP2003028621 A
JP2006514308 A
JP2008026306 A
JP2008064759 A

(73) 특허권자
난다 테크놀로지스 게엠베하
독일 85716 운터슐라이스하임 리제마이트너스트라
췌 3
(72) 발명자
마르크보르트 라스
독일 85778 하임하우젠 다하우어 스트라췌 59데
치베르 라제시와르
미국 캘리포니아 95138 산호세 4929 크루든 베이
코트
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
김용인

전체 청구항 수 : 총 12 항

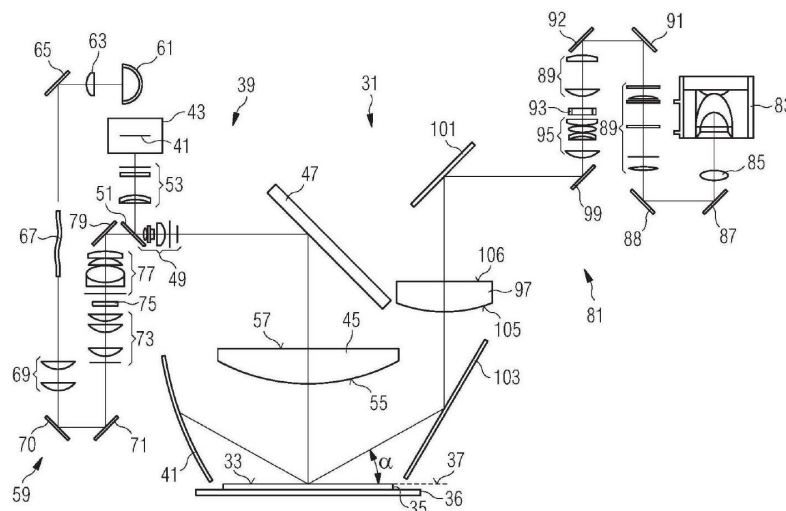
심사관 : 정진수

(54) 발명의 명칭 광학 검사 시스템 및 방법

(57) 요약

본 발명의 웨이퍼 검사 시스템은 전체 300mm 웨이퍼의 명시야 이미지와 암시야 이미지를 얻기 위해 명시야 이미지 빔경로와 암시야 이미지 빔경로를 갖는다. 광학 시스템은 수직입사 이미지를 위해 제공되고 낮은 광학적 수차를 갖는다. 명시야 및 암시야 빔경로는 시스템이 작은 풋프린트로 적은 공간을 차지하도록 통합될 수 있게 꺾여진다.

대표도



(72) 발명자

엑셀 클라우스

독일 94116 후트후름 인두스트리에스트라쎄 6

하렌트 노르베르트

독일 94116 후트후름 인두스트리에스트라쎄 6

명세서

청구범위

청구항 1

삭제

청구항 2

삭제

청구항 3

광학과,

상기 광학기의 대물면 영역에 물체를 장착하기 위한 대물 지지체와,

암시야 조명 광원과,

상기 광학기의 이미지면 영역에 배치된 복사감지기관을 갖는 이미지 검출기를 구비하고,

상기 광학기는 이미지 빔경로와 암시야 조명 빔경로를 제공하며, 대물렌즈와 투사렌즈를 구비하여,

a) 이미지 빔경로에서는 대물면, 대물렌즈, 및 복사감지기관이 이 순서대로 배열되고,

c) 암시야 조명빔 경로에서는 암시야 광원, 투사렌즈 및 대물면이 순서대로 배열되는 검사 시스템으로서,

상기 조명 빔경로의 주요 광선의 방향은 상기 복사감지기관에 영상화된 대물 피사계를 가로질러 5° 미만으로 변하고,

상기 이미지 빔경로의 주요 광선의 방향은 상기 대물 피사계를 가로질러 5° 미만으로 변하며,

상기 대물면의 측면에 대한 이미지 빔경로의 개구수는 0.1 미만이고,

상기 대물면의 측면에 대한 조명 빔경로의 개구수는 0.1 미만이며,

i) 대물 피사계의 직경이 200mm 보다 더 크고, 상기 대물면으로부터 이미지 면까지의 이미지 빔의 총 범위는 1100mm 미만이며,

ii) 상기 대물 피사계 직경으로 나눈 상기 대물면으로부터 이미지 면까지 이미지 빔경로의 총 범위는 6.0 미만이고,

iii) 상기 대물 피사계의 직경은 대물 직경보다 0.6배 더 큰 관계들 중 적어도 하나가 충족되는 검사 시스템으로서,

대물면에 반사된 조명빔의 일부가 빔덤프에 의해 수용될 수 있도록 대물면 하류의 암시야 조명 빔경로에 배열된 빔덤프를 더 포함하며,

빔덤프는 제 1 및 제 2 광흡수부를 포함하고, 빔덤프의 제 1 광흡수부는 1mm의 두께에서 1×10^{-7} 에서 0.8 범위 내의 입사광의 투과를 제공하는 흡수재료로 제조되는 검사 시스템.

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

삭제

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

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

제 3 항에 있어서,

투사렌즈는 2개의 면을 갖는 단일 논시멘트(single) 렌즈요소이며,

상기 2개의 면 중 더 큰 표면곡률을 갖는 면은 상기 더 큰 표면곡률을 갖는 면의 곡률반경으로 나눈 투사렌즈의 자유 직경이 0.5 보다 큰 관계를 충족하는 검사 시스템.

청구항 27

제 3 항에 있어서,

대물렌즈에 가장 가까운 투사렌즈의 렌즈면은 2m 미만의 곡률반경을 갖는 볼록면인 검사 시스템.

청구항 28

제 3 항에 있어서,

암시야 광원에 가장 가까운 투사렌즈의 렌즈면은 10m보다 더 큰 곡률반경을 갖는 면인 검사 시스템.

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

삭제

청구항 49

삭제

청구항 50

제 3 항에 있어서,

대물은 원형이며 직경이 200mm보다 더 큰 검사 시스템.

청구항 51

제 3 항에 있어서,

대물이 반도체 웨이퍼를 포함하는 검사 시스템.

청구항 52

삭제

청구항 53

제 50 항에 있어서,

대물은 원형이며 직경이 300mm 이상인 검사 시스템.

청구항 54

제 51 항에 있어서,

반도체 웨이퍼는 300mm 웨이퍼를 포함하는 검사 시스템.

청구항 55

삭제

청구항 56

제 3 항에 있어서,

빔덤프의 제 2 광흡수부는 제 1 광흡수부로부터 반사된 조명빔의 일부를 수용하도록 배열된 검사 시스템.

청구항 57

제 3 항에 있어서,

제 1 광흡수부는 떨어져 이격된 위치에서 표면을 가로지르는 표면 법선쌍들이 수렴하도록 형성된 면에서 대물로부터 반사된 조명빔의 일부를 수용하도록 배열된 검사 시스템.

청구항 58

제 3 항에 있어서,

빔덤프의 제 1 광흡수부의 흡수재료의 표면은 반사방지 코팅을 갖는 검사 시스템.

청구항 59

제 58 항에 있어서,

빔덤프의 제 1 광흡수부의 흡수재료의 표면의 반사율은 0.01 미만인 검사 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 광학검사 시스템 및 방법에 관한 것이다.

[0002] 검사 대상은 일반적으로 임의의 형태의 대상물 및, 특히, 반도체 웨이퍼일 수 있다. 반도체 웨이퍼 적용에 있어, 본 발명은 소위 매크로 결함(macro-defect) 검사에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 반도체 회로는 리소그래피 방법을 이용한 평평한 반도체 웨이퍼 기판상에 마이크로패턴화된 구조를 형성함으로써 제조된다. 웨이퍼 기판은 약 300mm의 직경을 가질 수 있고, 수백 개의 회로들이 일반적으로 수 밀리미터에서 수십 밀리미터 크기의 직경을 가지며 개개의 다이들에 배열되어 있으며, 반도체 회로의 구조는 치수가 0.1 μ m 미만일 수 있다. 제조 패턴에서 결함과 반도체 제조의 초기단계에서 제조공정의 결함을 검출하는 것이 바람직하다. 반도체 기판의 감시를 위한 여러 가지 기술들이 알려져 있다.

[0004] 도 1은 치수가 0.1 μ m 이하인 가장 작은 패턴화 구조에서 결함을 검출하기 위한 마이크로결함 감시 시스템의 개

략적인 도면이다. 도 1은 개략적으로 기관에 형성된 직사각형 다이(3) 배열을 갖는 웨이퍼(1)를 나타낸다. 웨이퍼(1)는 현미경(9)의 대물렌즈(7)에 대해 웨이퍼를 평행 및 회전이동시키도록 구성된 웨이퍼 스테이지(5)상에 장착된다. 현미경은 이미지 센서(11), 광원(13) 및 빔스플리터(15)를 포함한다. 상기 광원에 의해 발생된 측정 광빔(17)의 일부가 빔스플리터(15)로부터 반사되고, 대물렌즈(7)를 가로질러, 상기 대물렌즈에 의해 웨이퍼(1)의 표면의 작은 부분을 비추도록 집속된다. 웨이퍼의 이러한 도식된 부분은 상기 웨이퍼의 표면의 작은 부분의 확대된 현미경 이미지가 검출될 수 있도록 상기 이미지 센서(11)에 또한 영상화된다. 검출된 이미지와 이 작은 부분의 소정 이미지를 비교함으로써 궁극적으로 웨이퍼상에 제조된 구조의 결함 또는 불완전함이 검출되게 한다. 광학기에 대한 웨이퍼의 평행이동으로, 웨이퍼 표면의 다른 부분들의 이미지들을 검출할 수 있다. 도 1을 참조로 상술한 방법과 같이 마이크로결함 검사 방법들은 제조된 반도체의 매우 작은 구조에서 결함 및 불완전함을 검출하는 이점이 있으나, 이 방법들은 효율이 낮다는 단점이 있는데, 이는 웨이퍼 표면의 모든 부분들이 이미지를 획득하는 상당한 시간이 걸리기 때문이다. 다른 공지된 마이크로결함 검사 방법은 레이저 스캐닝 방법 및 전자 현미경방법을 포함한다.

[0005] 도 2는 웨이퍼(1)의 표면 또는 전체 웨이퍼면에 복수의 다이들(3)을 포함한 큰 부분이 이미지 센서(11)에 영상화되는 매크로 검사 시스템을 도시한 것이다. 이용가능한 이미지 센서의 크기는 일반적으로 웨이퍼상의 이미지 영역의 크기보다 더 작기 때문에, 개략적으로 19로 표시된 이미지 광학기는 일반적으로 축소 광학기이다. 입사된 암시야 광빔의 대부분이 빔덤프(23)에 설치된 웨이퍼 표면으로부터 거울 반사되도록 암시야 광원(21)이 웨이퍼 표면에 예각으로 지향된 암시야 조명빔(22)을 발생하게 제공한다. 작은 입자 또는 스크래치와 같은 웨이퍼 표면상의 결함들은 입사된 암시야 조명광을 산란시켜 이미지 광학기(19)에 의해 수집되고 이미지 센서(11)에 의해 검출될 수 있다. 대안으로 또는 이에 추가로, 웨이퍼 표면으로부터 반사된 명시야 조명광빔의 대부분이 또한 이미지 광학기(19)에 의해 수집되고 이미지 센서(11)에 의해 검출되도록 명시야 광원(25)이 명시야 조명 광빔(26)을 발생하게 제공될 수 있다. 도 2를 참조로 상술한 바와 같은 매크로 결함 검사방법들은 웨이퍼 표면의 상대적으로 큰 부분의 이미지가 단시간에 얻어질 수 있기 때문에 처리율이 높은 이점이 있으나, 이 방법들은 이용가능한 이미지 센서들의 제한된 해상도로 인해 웨이퍼 상의 작은 결함들이 검출될 수 없는 단점이 있다. 여전히, 매크로 결함 검사방법들은 반도체 웨이퍼 제조동안 발생하는 매우 많은 가능한 결함들과 불완전함을 검출할 수 있다.

[0006] 따라서, 높은 처리율과 높은 이미지 품질을 허용하는 광학적 매크로 결함 검사 시스템 및 방법을 갖는 것이 바람직하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 상기 문제를 고려하여 달성되었다.

[0008] 본 발명의 목적은 높은 처리율과 높은 이미지 품질을 허용하는 광학 검사 시스템 및 방법을 제공하는 것이다.

[0009] 본 발명의 실시예는 높은 처리율과 높은 이미지 품질을 허용하는 광학 검사 시스템 및 방법을 제공한다.

[0010] 본 발명의 특정 실시예는 패턴화 웨이퍼와 비패턴화 웨이퍼의 광학적 검사를 위한 매크로 결함 감시 시스템 및 방법을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0011] 본 발명의 실시예들은 광학기와 상기 광학기의 이미지면 영역에 배치된 복사감지기관을 갖는 이미지 검출기를 구비한 검사 시스템으로서, 상기 광학과 이미지 검출기는 상대적으로 큰 대물 피사계(object field)가 상기 복사감지기관상에 영상화되도록 구성되고, 상기 복사감지기관상에 영상화된 대물 피사계의 직경은 웨이퍼 직경보다 0.6배 더 크며, 상기 웨이퍼의 직경은 300mm 이상, 예컨대, 400mm일 수 있다. 본 발명의 다른 실시예에서, 대물 피사계의 직경은 웨이퍼 직경보다 0.7배 또는 0.8배 더 클 수 있거나 전체 웨이퍼 직경과 일치할 수 있다.

[0012] 다른 실시예에 따르면, 대물면으로부터 이미지면까지 이미지 빔경로의 총 범위가 1500mm, 1300mm, 또는 900mm 미만인 반면, 대물 피사계의 직경은 200mm, 250mm 또는 300mm보다 더 클 수 있다. 다른 실시예에 따르면, 대물 피사계 직경으로 나눈 대물면에서 이미지 면까지 이미지 빔경로의 총 범위는 6.0 미만, 특히 5.0 미만일 수 있으며, 다른 예시적인 실시예에 따르면, 4.0 미만일 수 있다.

[0013] 이러한 구성으로, 광학 축을 따라 비교적 짧은 길이방향 범위를 갖는 광학기를 이용해 웨이퍼면의 대부분 또는

전체 웨이퍼면의 이미지를 얻을 수 있다. 그런 후, 시스템은 반도체 제조 설비의 기존 도구 체인에 쉽게 통합될 수 있도록 비교적 적은 부피로 상기 감시 시스템의 필요한 광학기를 포함할 수 있다.

[0014] 본 발명의 실시예에 따르면, 상기 웨이퍼에서 검출기까지의 영상화는 1.0 미만의 확대를 갖는 축소 또는 감소 이미지이다.

[0015] 특별한 실시예에서, 확대는 0.25 또는 0.20 미만이다.

[0016] 검사 시스템의 몇몇 실시예에 따르면, 상기 검사 시스템은 명시야 광원을 구비하고, 상기 광학기는 이미지 빔경로와 명시야 조명 빔경로 모두를 제공하도록 배열된 대물렌즈와 빔스플리터를 제공한다. 이를 위해, 상기 구성요소들은 대물면, 대물렌즈, 빔스플리터 및 복사감지기판이 이런 순으로 이미지 빔경로에 배열되고, 명시야 조명 빔경로에는 빔스플리터, 대물렌즈 및 대물면이 이 순서로 배열되도록 마련된다.

[0017] 이러한 배열로 (도 2에 도시된 바와 같이) 명시야 조명으로 영상화하는 큰 통합 영역 이미지의 종래 배열에 비해 시스템에 의해 차지된 총 부피를 크게 늘리지 않고도 명시야 조명 광학기 또는 이미지 광학기를 통합할 수 있다. 본 발명의 적용에 사용된 바와 같이, "명시야 조명"이라는 용어는 평편한 기판 표면에 입사하고 거울반사 방향에 대해 20° 미만의 각도로 표면에서 산란되는 조명광선이 이미지 광학기에 의해 수집될 수 있는 구성을 나타낸다. 한편, "암시야 조명"이라는 용어는 입사 조명광선이 이미지 광학기에 의해 수집되게 거울반사방향에 대해 30° 보다 크게 산란되어야 하는 구성을 나타낸다.

[0018] 본 발명의 실시예에 따르면, 검사 시스템은 이미지 검출기의 복사감지기판에 대물 피사계를 영상화하기 위한 이미지 광학기를 구비하고, 상기 이미지 광학기는 양의 굴절력을 갖는 대물렌즈, 음의 굴절력을 갖는 제 1 렌즈그룹, 및 양의 굴절력을 갖는 제 2 렌즈그룹으로 구성되며, 공통 광축을 따라 대물렌즈, 제 1 렌즈그룹, 제 2 렌즈그룹이 이 순서대로 배열되고, 이미지 빔경로의 동공면은 상기 제 1 렌즈 및 제 2 렌즈그룹 사이에 위치되어 있다.

[0019] 본 명세서의 실시예에 따르면, 대물렌즈는 2개의 렌즈면을 갖는 단일 논시멘트(non-cemented) 렌즈요소이고, 더 큰 곡률면을 갖는 표면은 상기 더 큰 곡률면을 갖는 표면의 곡률반경으로 나눈 렌즈의 자유 직경이 0.5, 0.7 또는 0.9보다 더 큰 관계를 충족한다. 이런 대물렌즈는 높은 광굴절력을 갖는다. 높은 이미지 품질을 필요로 하는 종래 이미지 애플리케이션들은 2 이상의 렌즈요소들 및/또는 시멘트 렌즈요소를 구비한 대물렌즈를 이용해 렌즈의 높은 광굴절력에 의해 발생된 색수차 및 구면수차를 줄인다. 본 발명의 이 실시예에 따르면, 큰 직경과 큰 굴절력의 논시멘트 렌즈요소는 상대적으로 큰 색수차와 상대적으로 큰 구면수차를 발생하며, 이들은 제 1 렌즈그룹에 의해 보상된다. 이러한 구성으로, 대물렌즈의 간단한 구성을 가능하게 하는 한편 고이미지 품질이 유지될 수 있다. 특히, 대물 피사계 직경이 큰, 예컨대, 300mm 이상이고 대물렌즈의 직경이 대물 피사계의 직경보다 약간 더 커야 하는 애플리케이션에서, 상기 크기의 시멘트 렌즈요소는 매우 고가일 수 있다. 대물렌즈에 의해 도입된 색수차 및/또는 구면수차의 보상으로 인해, 무게가 가볍고 저렴한 단일 렌즈요소가 대물렌즈로서 사용될 수 있다.

[0020] 본 명세서의 예시적인 실시예에 따르면, 단일 논시멘트 렌즈요소는 구면 렌즈표면을 가지며, 특별한 실시예에 따르면, 한 면은 구면이고 한 면은 (곡률반경이 무한대인) 평편면이다. 본 명세서의 예시적인 실시예에 따르면, 단일 논시멘트 렌즈요소의 곡률면은 물체를 향해 지향된 반면 평편면은 이미지 검출기를 향해 지향되어 있다.

[0021] 본 발명의 실시예에 따르면, 검사 시스템은 기설정된 외주 형태를 갖는 물체를 장착하기 위한 대물 지지체와, 이미지 검출기와, 상기 이미지 검출기의 복사감지기판상에 외주를 포함한 물체를 영상화하기 위한 광학기를 구비한다. 상기 검사 시스템은 물체의 외주가 명시야 조명광을 받도록 상기 물체에 입사하는 명시야 조명 빔경로를 제공하기 위한 명시야 광원을 더 구비한다. 광학기는 대물렌즈, 제 1, 2, 3 렌즈그룹, 및 필드개구를 구비한다. 상기 이미지 빔경로에 대물면, 대물렌즈, 제 2 렌즈그룹 및 이미지 검출기의 복사감지기판이 이 순서로 배열되어 있다. 복사감지기판상에 영상화되는 대물 피사계는 직경이 300mm보다 크다. 또한, 명시야 조명 빔경로에 명시야 광원, 제 3 렌즈그룹, 제 1 필드개구, 제 2 렌즈그룹, 대물렌즈 및 대물면이 이 순서대로 배열되어 있다. 명시야 조명 빔경로의 요소들은 물체면의 내부가 명시야 조명광의 고강도를 수용하는 반면, 물체의 외주는 명시야 조명광의 저강도를 수용하도록 배열되어 있다. 이러한 배열로, 또한 물체의 외주도 이미지내 물체의 위치가 정확하게 결정될 수 있도록 검출된 이미지에서 분명해질 수 있다. 그런 후, 이미지내 위치들과 물체에 속한 좌표 시스템에서 해당 위치들 간에 정확한 일치 또는 변형을 확립할 수 있다. 그러나, 물체 외주는 일반적으로 매우 큰 반사복사강도를 발생하기 때문에, 검출기에 입사되는 과도한 광강도를 방지하고 물체면의 내부의 이미지 품질을 악화시킬 수 있는 큰 미광의 강도를 방지하기 위해 명시야 조명광이 물체의 외주에 입사되는 것

을 막는 것이 바람직하다.

- [0022] 본 발명의 실시예에 따르면, 외주는 검출된 이미지내 물체의 외주를 결정하기에 충분한 실질적으로 줄어든 광강도를 받아들이고 광강도는 외주로부터 주의깊게 선택된 거리내에 전체 강도에까지 오른다.
- [0023] 본 발명의 예시적인 실시예에 따르면, 조명광 강도는 조명영역의 외주에서 최대 조명강도의 0.001 내지 0.010배 사이 값에서 3mm에서 6mm 길이내 최대 조명 강도의 0.900배 이상의 값까지 증가한다.
- [0024] 본 발명의 실시예에 따르면, 검사 시스템은 이미지 빔경로와 암시야 조명 빔경로를 제공하며, 상기 이미지 빔경로와 상기 암시야 조명 빔경로 모두는 대물면을 가로지르는 각각의 빔경로의 광선의 각도 변화가 낮도록 설계되어 있다. 이는 대물면사이 주어진 위치에서 입사한 암시야 조명이 상대적으로 협소한 콘에서 발생하는 것으로 나타나고, 이런 콘은 대물면의 모든 위치들에 대해 실질적으로 동일한 방향을 갖는 것을 의미한다. 마찬가지로, 소정 위치에서 대물면에서 방출된 모든 광선들 가운데, 단지 상대적으로 좁은 콘만이 검출기상의 대물면의 영상화를 위해 사용되고, 대물면상의 모든 가능한 위치들에 대한 이러한 콘의 방향은 실질적으로 동일하다.
- [0025] 본 명세서에 예시적인 실시예에 따르면, 대물 피사계를 가로지르는 조명 빔경로의 주요 광선의 방향의 변화는 5° 미만이다. 본 명세서에 사용된 바와 같이, 광선들은 광학축상의 각 광학기의 동공면을 가로지르는 빔경로의 광선들이다.
- [0026] 다른 예시적인 실시예에 따르면, 이미지 빔경로의 주요 광선의 방향 변화는 5° 미만이다.
- [0027] 다른 예시적인 실시예에 따르면, 대물면상의 이미지 빔경로의 개구수는 0.1미만, 0.08미만, 0.06미만, 0.04미만 또는 0.02 미만이다. 본 명세서에 사용된 바와 같이, "개구수"라는 용어는 해당 면에서 입사하거나 방출되고 각각의 광학기를 가로지르는 광선의 가장 큰 콘의 정점 각도의 사인을 나타낸다.
- [0028] 다른 예시적인 실시예에 따르면, 대물면의 일측상의 조명 빔경로의 개구수는 0.1미만, 0.08미만, 0.06미만, 0.04미만, 또는 0.02미만이다.
- [0029] 수직입사 암시야 빔경로 및 수직입사 이미지 빔경로를 갖는 검사 시스템은 주기적인 구조를 갖는 큰 대물면을 검사하는데 이점적으로 적합하다. 이런 주기적 구조는 입사광이 이미지 광학기에 의해 수용되는 방향으로 굴절되도록 입사한 암시야 조명광에 대한 브래그 격자를 형성할 수 있다. 물체의 영역은 조명 빔경로에 대한 브래그 조건을 충족하고, 피검사 물체의 특징들을 보다 밝게 비추는 매우 넓은 영역들로서 나타난다. 이는 브래그 조건이 충족되는 이들 위치에 있는 피검사 물체의 특징들이 검출될 수 없는 것을 의미한다. 수직입사 조명 빔경로 및 이미지 빔경로로 인해, 입사광과 이미지를 위해 사용된 광 사이의 실질적으로 동일한 각도 제어가 피검사 물체의 전체 면을 가로질러 수행된다. 따라서, 브래그 조건은 실질적으로 전체 감시면에 대해 이행되거나 이행되지 않는다. 그런 후 브래그 조건이 전체 피검사면에 대해 방지될 수 있도록 이미지 빔경로의 광학축에 대해 물체를 회전시킴으로써 암시야 조명광으로 볼 때 주기적 구조의 격자주기를 바꿀 수 있다. 피검사면의 암시야 이미지가 이에 따라 브래그 회절에 의해 악화없이 검출될 수 있다.
- [0030] 본 발명의 예시적인 실시예에 따르면, 암시야 조명 빔경로는 대물면으로부터 반사된 암시야 조명광을 흡수하기 위해 빔덤프를 포함한다.
- [0031] 본 명세서의 특별한 실시예에 따르면, 빔덤프는 표면에 피검사 물체로부터 반사된 조명빔의 일부를 수용하도록 배열되는 제 1 및 제 2 광흡수부를 구비한다. 그런 후, 빔덤프의 제 2 흡수부는 그 표면에 제 1 광흡수부의 표면으로부터 반사된 조명광의 일부를 수용하도록 배열된다. 제 1 광흡수부는 다크 글래스(dark glass)와 같은 투명한 광흡수재료로 제조된다. 본 발명의 예시적인 실시예에 따르면, 흡수재료는 광의 강도(I_0)가 플레이트에 입사할 때 두께 1mm를 갖는 플레이트를 통해 투과된 광의 강도(I_t)가 200mm에서 800mm의 파장 범위내에서 $1 \times 10^{-7} \leq I_t/I_0 \leq 0.8$ 의 관계를 충족하도록 구성된다.
- [0032] 다른 예시적인 실시예에 따르면, 또한 제 2 광흡수부는 광흡수재료로 제조된다. 다른 예시적인 실시예에 따르면, 제 1 광흡수부 및/또는 제 2 광흡수부의 광수신면은 반사방지 코팅을 지닌다.
- [0033] 이런 빔덤프로, 물체로부터 반사된 암시야 조명광을 효과적으로 흡수하고 검사 시스템의 격실내 미광을 방지할 수 있다. 제 1 광흡수부에 입사되는 광의 주요부는 흡수재료의 벌크내에 흡수되고, 이런 광의 단지 작은 부분만이 제 1 광흡수부의 표면으로부터 반사되고 제 2 광흡수부에 의해 흡수된다.
- [0034] 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 광학기는 이미지 빔경로, 명시야 조명 빔경로, 및 암시야 조명 빔경로를 제공

하며, 완전한 시스템이 차지하는 적은 총 체적을 달성하게 하나 이상의 폴딩미러면들이 각각의 빔경로에 배치되어 있다.

[0035] 예시적인 실시예에 따르면, 이미지 빔경로는 대물면, 대물렌즈, 제 1 폴딩미러, 빔스플리터 및 검출기의 복사감지면을 포함한다; 명시야 조명 빔경로는 명시야 광원, 빔스플리터, 제 1 폴딩미러, 대물렌즈 및 대물면을 포함한다; 암시야 조명 빔경로는 암시야 광원, 투사렌즈, 제 2 폴딩 렌즈, 대물면 및 빔덤프를 포함한다. 본 명세서의 예시적인 실시예에 따르면, 대물면에 평행한 면상에 투사될 때, 제 1 미러 및 빔스플리터 사이의 일부분에서 이미지 빔경로의 광학축과 제 2 미러 및 빔덤프 사이의 일부분에서 암시야 조명 빔경로의 광학축 사이의 각은 70° 미만이다.

[0036] 본 명세서에서 예시적인 실시예에 따르면, 빔스플리터는 빔덤프보다 투사렌즈에 더 가까이 위치해 있다. 본 명세서에서 다른 예시적인 실시예에 따르면, 암시야 광원은 빔스플리터보다는 빔덤프에 더 가까이 위치해 있다.

[0037] 다른 예시적인 실시예에 따르면, 시스템은 시스템에 물체를 적재하기 위한 물체공급기기를 구비한다. 이런 공급기기는 적재방향으로 물체를 평행이동하도록 구성되고, 물체에 평행한 면에 투사될 때, 제 3 미러와 빔스플리터 사이의 암시야 조명 빔경로의 일부와 적재 방향 간의 각도는 제 1 폴딩미러와 빔스플리터 사이의 이미지 빔경로의 일부와 적재 방향 간의 각도보다 더 작다.

[0038] 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 검사 시스템은 검사 시스템 자체의 구성요소들에 의해 또는 검사 시스템의 외부에 있는 진동원에 의해 유발될 수 있는 진동이 있는 상태에서도 또한 높은 이미지 품질을 유지한다.

[0039] 본 명세서에서의 실시예에 따르면, 검사 시스템은 시스템의 모든 구성요소들을 지지하는 공통 베이스 구조를 구비하고, 광학기는 대물면, 대물렌즈, 제 1 폴딩미러, 빔스플리터 및 검출기의 복사감지면을 포함한 이미지 빔경로를 제공하고, 명시야 조명 빔경로는 명시야 광원, 빔스플리터, 제 1 폴딩미러, 대물렌즈 및 대물면을 구비하고, 대물렌즈의 프레임과 제 1 폴딩미러의 프레임 중 적어도 하나는 베이스에 장착되고 지탱되는 제 1 광학기 캐리어에 의해 장착 및 지탱된다.

[0040] 본 명세서에서의 실시예에 따르면, 이미지 검출기는 대물렌즈의 프레임 및/또는 제 1 미러의 프레임에 장착되고 지탱된다. 이는 빔스플리터를 통해 제 1 폴딩미러와 대물렌즈로부터 검출기까지 이미지 빔경로의 구성요소들에 대한 구조를 지탱하는 강체 체인을 형성하는 이점을 가질 수 있다.

[0041] 다른 예시적인 실시예에 따르면, 광학기는 베이스에 장착되고 지탱되는 제 2 광학기 캐리어에 의해 장착 및 지탱되는 암시야 광원을 포함하는 암시야 조명 빔경로를 제공한다. 제 1 및 제 2 캐리어는 베이스에 공통적으로 장착되나 다르게는 서로 연결되지 않는 별도의 기계적 구조들이다. 이런 배열은 암시야 광원의 냉각 시스템으로부터 발생한 진동이 대물렌즈 및/또는 제 1 폴딩미러의 진동을 직접적으로 유발하지 않는다는 점에 이점적일 수 있다.

[0042] 다른 예시적인 실시예에 따르면, 피검사 물체를 장착하도록 배열된 대물 지지체가 제 1 또는 제 2 캐리어에 다른 기계적 연결 없이 공통 베이스에 의해 장착 및 지탱된다.

발명의 효과

[0043] 본 발명의 내용에 포함됨.

도면의 간단한 설명

[0044] 본 발명의 상술한 특징들과 다른 이점적인 특징들은 첨부도면을 참조로 본 발명의 예시적인 실시예들에 대한 하기의 상세한 설명으로 더 명백해진다. 본 발명의 모든 가능한 실시예들은 본 명세서에 확인된 각각 및 모든 이점들 또는 어느 하나를 반드시 나타낸 것이 아님에 유의하라.

도 1은 종래 마이크로 결함 검사 시스템의 개략도이다.

도 2는 종래 매크로 결함 검사 시스템의 개략도이다.

도 3은 본 발명의 실시예에 따른 매크로 결함 감시 시스템의 개략도이다.

도 4는 도 3에 개략적으로 도시된 실시예의 이미지 빔경로의 도면이다.

도 5는 도 3에 개략적으로 도시된 실시예의 명시야 조명 빔경로의 도면이다.

도 6은 도 5에 도시된 빔경로에 따라 얻은 명시야 광각도의 개략도이다.

도 7은 도 3에 개략적으로 도시된 시스템의 암시야 조명 빔경로의 도면이다.

도 8은 이미지 빔경로의 특성들과 도 3에 개략적으로 도시된 시스템의 암시야 조명 빔경로의 개략적인 도면이다.

도 9는 종래 검사 시스템에 따라 획득할 수 있는 암시야 이미지이다.

도 10은 본 발명의 실시예에 따른 검사 시스템에 따라 얻은 암시야 이미지이다.

도 11은 도 3에 개략적으로 도시된 시스템의 개략 측면도이다.

도 12는 도 3에 개략적으로 도시된 시스템의 개략 입면도이다.

도 13은 도 3에 개략적으로 도시된 시스템의 개략 사시도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0045] 후술된 예시적인 실시예에서, 기능 및 구조에서 유사한 구성요소들은 가능한 한 동일한 도면부호로 표시되어 있다. 따라서, 특정 실시예의 개개의 구성요소들의 특징들을 이해하기 위해, 다른 실시예들의 설명과 본 발명의 요약이 언급되어야 한다.
- [0046] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 매크로 결합 감시 시스템의 개략도이다.
- [0047] 시스템(31)은 반도체 웨이퍼(35)의 표면(33) 이미지를 획득하도록 설계되어 있다. 이 실시예에서, 웨이퍼(35)는 약 300mm의 직경을 가지며 현재 반도체 제조에 이용되는 웨이퍼이다. 그러나, 본 발명은 이러한 웨이퍼 직경에 국한되지 않고 400mm 이상과 같이 장래에 이용될 수 있는 다른 웨이퍼 직경에도 적용될 수 있다. 더욱이, 본 발명은 일반적으로 다른 대상물의 검사에도 적용될 수 있으며, 상기 대상물은 반도체 웨이퍼와는 다를 수 있고 데이터 캐리어, 생물학적 샘플, 화학적 처리시스템 등과 같은 대상물을 포함할 수 있다.
- [0048] 웨이퍼(35)는 표면(33)이 시스템(31)의 이미지 빔경로(39)의 대물면(37)에 놓여지도록 대물 지지체(36)에 장착된다. 이미지 빔경로(39)는 이미지 검출기(43)의 복사감지기관(41)상에 웨이퍼(35)의 전체 면(33)을 영상화하도록 구성되어 배열되어 있다. 이를 위해, 이미지 빔경로(39)는 대물렌즈(45), 폴딩미러(47), 제 1 렌즈 그룹(전체적으로 49로 표시됨), 빔스플리터(51), 제 2 렌즈그룹(전체적으로 53으로 표시됨) 및 이미지 검출기(43)의 복사감지면(41)을 구비한다. 이미지 빔경로(39)는 대물면(37)의 측면에 수직입사되고 또한 복사감지면(41)과 일치하는 이미지면의 측면에 수직입사된다. 대물면(37)의 측면에 수직입사 특성으로 인해, 대물렌즈(45)의 직경은 웨이퍼 표면(33)의 직경보다 더 크다. 그러나, 대물면(37)의 측면에 수직입사 특성이 필요하지 않은 실시예에서, 감소된 직경의 대물렌즈를 이용할 수 있다. 또한, 도 3에 도시된 개략적인 실시예에서, 대물렌즈(45)는 대물면(37)을 향해 지향된 볼록면(55)을 갖는 단일 논시멘트(noon-cemented) 렌즈요소와 이미지면(41)을 향해 지향된 실질적인 평면면(57)으로 나타나 있다. 본 발명의 다른 실시예는 2개의 만곡면을 갖고 시멘트 렌즈요소들을 구비할 수 있는 하나의 싱글 렌즈요소를 구비하는 다른 타입의 대물렌즈를 구비할 수 있고, 다른 대물렌즈들은 또한 2 이상의 렌즈 요소들을 구비할 수 있음에 유의해야 한다.
- [0049] 대물렌즈(45)는 양의 광굴절력을 갖는 한편, 렌즈그룹(49)은 음의 광굴절력을 갖고, 렌즈그룹(53)은 양의 굴절력을 가지며, 빔스플리터(51)는 제 1 및 제 2 렌즈그룹(49,53) 사이 공간에 배치된다.
- [0050] 빔스플리터(51)는 이미지 빔경로(39)를 명시야 조명 빔경로(59)로부터 구부하는 기능을 갖는다. 명시야 조명 빔경로(59)는 명시야 광원(61), 하나 이상의 개별 렌즈요소들을 구비할 수 있는 조준렌즈(63), 및 미러(65)를 구비한다. 광원(61)은 이 예시적인 실시예에서 35W의 전력을 가지며 광범위한 스펙트럼 범위로 광을 방출하는 크세논-아크램프이다. 램프(61)는 IR 필터의 기능을 갖는 윈도우가 있어 800nm 보다 큰 파장을 갖는 광은 웨이퍼(35)를 향해 실질적으로 투과되지 못한다. 미러(65)에 의해 반사된 광은 가요성이 있는 명시야 조명 광원(61)의 장착을 허용하는 광섬유(67)에 결합되어 상기 광원(61)의 냉각시스템에 의해 야기된 진동들은 명시야 조명 시스템과 이미지 시스템의 나머지 부분으로부터 흡수된다.
- [0051] 광섬유(67)에서 나온 명시야 조명광은 렌즈그룹(69)에 의해 조준되고 2개 미러(70,71)로부터 반사된 후 광소자 그룹(73)에 들어간다. 그룹(73)은 개구(75)가 균일하게 비추지도록 명시야 조명 광빔을 형성하는 기능을 가지고 있다. 이를 위해, 렌즈 그룹(73)은 렌즈와 플라이 아이 렌즈(fly eye lens) 및/또는 글래스 로드(glass rod)를 구비할 수 있는 하나 이상의 광학 통합기(optical integrator)를 구비한다. 개구(75)는 필드개구(field

aperture)이고 명시야 조명광이 비춰지는 대물면(37)의 일부를 정의한다. 이를 달성하기 위해, 필드개구(75)가 이미지 빔경로의 대물면(37)과 일치하는 웨이퍼면(33)에 영상화되도록 명시야 조명 광학기가 구성되어 있다. 필드개구(75)를 가로지른 명시야 조명광은 렌즈 그룹(77)에 의해 조작되고 미러(79)로부터 반사되어 빔스플리터(51)와 렌즈그룹(49)을 지나고 미러(47)로부터 반사되며 대물렌즈(45)를 가로질러 대물면(37)에 입사된다.

[0052] 도 3에 도시된 실시예에서, 명시야 조명 빔경로(59)가 빔스플리터(51)를 횡단하는 반면, 이미지 빔경로(39)는 빔스플리터(51)로부터 반사된다. 더욱이, 빔스플리터(51)는 2개의 광학면을 갖는 플레이트로 제조되며, 한 면은 이미지 빔경로를 반사하기 위해 세미-반사코팅을 갖는다. 반사면이 대물면(37)을 향해 지향되도록 빔스플리터(51)의 플레이트가 지향되어 있다. 이는 플레이트의 투명 매질 또는 표면상의 굴절이 이미지 품질을 악화시키지 않도록 이미지 빔경로가 빔스플리터(51)의 플레이트를 가로지르거나 입사하지 않고도 빔스플리터로부터 반사되는 이점이 있다.

[0053] 그러나, 본 발명의 일실시예에서, 이미지 빔경로가 빔스플리터를 가로지르는 한편 명시야 조명 빔경로는 빔스플리터로부터 반사되도록 명시야 조명 빔경로와 이미지 빔경로를 배열할 수 있다.

[0054] 검사 시스템(31)의 광학기는 암시야 조명 빔경로(81)를 더 제공한다. 암시야 조명 빔경로는 본 발명의 실시예에서 1500W 전력을 갖는 크세논-아크 램프인 고출력의 광대역 광원(83)을 구비한다. 광원(83)에서 방출된 광은 하나 이상의 렌즈(85)에 의해 조준되고, 빔경로를 꺾으며 적외선과 같은 스펙트럼의 장파장 성분들이 대물면(33)에 제공된 암시야 조명광에 더 이상 포함되지 않도록 미러(87)를 가로지르게 함으로써 암시야 조명광의 스펙트럼을 형성하는 양 기능을 갖는 미러(87 및 88)로부터 반사된다.

[0055] 암시야 조명 빔경로(81)는 개구(93)를 균일하게 비추기 위해 광조작 광학기(89)와 미러(91 및 92)를 더 구비한다. 이를 위해, 광학기(89)는 렌즈와 플라이 아이 렌즈와 글래스 로드와 같은 광학 적분기를 구비한다. 개구(93)는 암시야 조명광으로 비춰지는 대물면(37)의 일부분을 정의한다. 이를 위해, 개구(93)는 렌즈그룹(95)과 투사렌즈(97)를 이용해 웨이퍼면(33)에 가까운 영역에 영상화되고, 빔경로는 다시 미러(99,101,103)에 의해 꺾여진다.

[0056] 이미지빔 경로의 웨이퍼면(33) 또는 대물면(37)은 상기 대물면(37)에 입사시 암시야 조명 빔경로의 광학 축에 대해 예각 미만으로 지향되는 것이 도 3으로부터 명백하다. 또한, 암시야 조명빔의 전체 강도로 비춰지는 웨이퍼면(33)의 일부는 웨이퍼의 외주를 포함하지 않아야 하는데, 이는 이미지 검출기(43)로 들어가 이미지 검출기로 검출된 암시야 이미지를 악화시킬 수 있는 상당한 양의 미광(stray light)을 발생할 수 있기 때문이다. 따라서, 암시야 조명광의 상당한 강도가 웨이퍼의 외주에 입사되는 것이 방지되어야 하는 반면, 웨이퍼의 내부면은 균일하게 비춰지는 것이 바람직하다. 이는 비원형 만곡 형태를 갖도록 개구(93)의 형태를 최적화함으로써 달성될 수 있다. 이런 최적화의 상세한 내용은 US 2005/0146719A1에 예시되어 있고, 그 전체 개시는 본 명세서에 참조로 함체되어 있다.

[0057] 암시야 조명 빔경로(81)의 광학기는 웨이퍼(35)의 원형면(33)이 약 30°의 각도(α) 미만으로 표면에 입사한 암시야 조명광으로 실질적으로 균일하게 비춰지도록 설계되어 있기 때문에, 투사렌즈(97)를 가로지르는 암시야 조명 광빔은 타원형 횡단면을 갖는 것이 명백하다. 투사렌즈(97)도 또한 비원형 형태를 가지며 암시야 조명광빔의 형태에 기여하지 않는 부분들은 불필요한 중량과 이용가능한 공간의 소비를 방지하기 위해 본래의 원형 렌즈로부터 절단되었다.

[0058] 본 예에서, 암시야 조명 빔경로(81)의 투사렌즈(97)는 이미지 빔경로(39)의 대물렌즈(45)와 동일한 광학 데이터를 갖는다. 특히, 대물면(37)을 향해 지향된 렌즈(97)의 표면(105)은 렌즈(45)의 표면(55)과 동일한 곡률반경을 가지며, 암시야 광원(83)을 향해 지향된 렌즈(97)의 표면(106)은 평편면을 갖는다. 암시야 조명 빔경로와 이미지 빔경로에서 동일한 형태의 렌즈들의 이런 사용은 검사 시스템의 제조 비용을 절감하는데 적합하다.

[0059] 도 4는 이미지 빔경로(39)의 상세도로서, 빔스플리터(51)가 도 4에 미도시되어 있으나 빔스플리터의 위치는 참조부호(51)로 표시되어 있다. 빔스플리터(51)는 이미지면(41)에 대물면(37) 이미지의 동공면이 형성되는 이미지 빔경로(39)의 영역에 배치되어 있는 것이 명백하다.

[0060] 이미지 빔경로(39)의 구성성분들의 광학적 데이터들이 하기의 표 1에 나타나 있으며, "글래스(glass)" 열은 SCHOTT 및 OHARA의 명명법에 따라 광학재료를 나타낸다:

표 1

[0061]

표면	타입	곡률반경 [mm]	두께[mm]	글래스	자유직경 [mm]	주석
OBJ	STANDARD	무한	174		301	
1	STANDARD	무한	10		308.0416	추가면
2	COORDBRK	-	0		-	소자 경사
3	STANDARD	305.3	62	N-BK7	310.159	
4	STANDARD	무한	-62		302.9163	
5	COORDBRK	-	62		-	소자 경사
6	STANDARD	무한	208.56		302.9163	최대 = 465
7	STANDARD	무한	256.39		182.858	1.미러
8	STANDARD	29.322	14.06995	N-SSK5	32.44716	
9	STANDARD	21.596	7.110291		22	
10	STANDARD	-39.383	5.592504	LAFN7	20.21797	
11	STANDARD	76.351	2.138976		19.38703	
12	STANDARD	-73.124	5.813038	N-LAK14	19.38848	
13	STANDARD	-45.479	0.6421531		20.01052	
14	STANDARD	63.096	5.149779	N-LAK10	19.71157	
15	STANDARD	-73.918	14.5		18.95065	311.4
STO	STANDARD	무한	25		14.60514	2. 빔스플리터
17	STANDARD	무한	3		26.64142	컬러 휠
18	STANDARD	무한	2.2	BK7	28.14084	필터
19	STANDARD	무한	3		28.84776	컬러 휠
20	STANDARD	무한	6		30.34717	서터
21	STANDARD	무한	3		33.346	
22	STANDARD	-91.398	5.764071	LLF1	34.04609	
23	STANDARD	112.61	10.73259	N-PSK53	38.14386	
24	STANDARD	-37.449	8.541288		39.58976	
25	STANDARD	-31.396	4.996902	SF1	39.02309	
26	STANDARD	-59.352	0.09566185		43.5983	
27	STANDARD	60.213	12.15615	N-SSK5	47.8217	
28	STANDARD	-85.976	13.22124	N-KZFS4	47.45478	
29	STANDARD	132.4	3.395106		45.3592	
30	STANDARD	232.91	9.686887	LAFN7	45.44828	
31	STANDARD	-359.96	1		44.92545	
32	STANDARD	무한	36.02343		44.55453	픽스(Fix) 31
IMA	STANDARD	무한			36.78733	

[0062]

상술한 이미지 시스템은 특히 암시야 이미지에 적합하다. 암시야 이미지 셋업에서, 이미지 시스템의 이미지 해상도 보다 심지어 더 작은 웨이퍼상에 결합은 이미지 센서에 의해 검출될 수 있는 미광을 발생시킨다. 이를 위해, 픽셀 검출기의 잡음 레벨보다 큰 검출가능한 광강도를 생성하기 위해 이미지 센서의 낮은 개수의 픽셀들에 발생된 미광을 집중시키는 것이 바람직하다. 이는 웨이퍼의 한 점에서 나온 광이 가능한 한 작은 이미지 센서에 비춰진 영역을 생성하는 것을 의미한다. 이런 조사(照射)된 영역을 해당기술분야에서는 블러 스팟(blurr spot)이라 한다. 이미지의 수차와 색작용(chromatic operations)이 블러 스팟을 확대하는데 기여하기 때문에 극미한 작은 블러 스팟을 발생할 수 없다.

[0063]

하기의 표 2는 위의 표 1에 있는 실시예의 이미지 광학기에서의 다양한 위치들에서 블러 스팟의 크기를 나타낸 것이다. 표 2의 블러 스팟 크기는 미국 워싱턴의 벨레뷰에 있는 ZEMAX Development Corporation이 2008년 6월 24일에 제조한 광학 설계 소프트웨어 ZEMAX를 이용해 계산했다.

표 2

[0064]

대물면에서의 반경	큰 렌즈 후의 블러 스팟크기(1)	제1렌즈그룹 후 의 블러 스팟크 기(2)	(2)/(1)비	B제1렌즈그룹 후의 블러 스팟크기(3)	(2)/(3)비
0	2545.24	7182.34	2.8	13.86	518.16

-60	2846,61	7193,71	2.53	17,61	408,59
-90	3107,50	7295,59	2.35	20,31	359,21
-120	3593,16	7222,97	2.01	23,79	303,63
-150	4621,14	7250,00	1.56	31,52	230,03

[0065] 표 2의 행들은 웨이퍼상에 극미한 작은 점들로부터 나온 광에 관한 것으로, 제 1 열은 각 스팟에 대해 웨이퍼의 중심으로부터 반경 위치를 밀리미터로 나타낸 것이다. 제 2 열은 큰 렌즈(45) 바로 후 생성된 블러 스팟을 마이크로미터로 나타낸 것이다. 제 3 열은 제 1 렌즈그룹(49) 후 빔 경로에 생성된 블러 스팟을 마이크로미터로 나타낸 것이다. 제 5 열은 검출기 표면에 제 2 렌즈그룹(53) 후 생성된 블러 스팟 직경을 나타낸 것이다. 제 4 열은 제 2 열 및 제 3 열에 주어진 숫자의 비를 각각 나타낸 것이고, 제 6 열은 제 3 열 및 제 5 열에 주어진 숫자의 비를 각각 나타낸 것이다.

[0066] 블러 스팟 크기는 큰 렌즈(45)와 제 1 렌즈그룹(49)을 통과하는 빔 경로를 따라 증가하고 제 2 렌즈그룹(53)이 이미지 센서상에 블러 스팟 크기를 줄이는데 매우 효과적인 것이 표 2로부터 명백해진다. 예시된 실시예에서 이미지 센서의 픽셀의 직경은 13 μ m이다. 블러 스팟 크기는 4배 미만이며, 특히 이미지 센서의 모든 위치에서는 이에 맞게 픽셀 직경의 3배 미만이다.

[0067] 도 5는 명시야 조명 빔경로의 상세도로서, 광섬유(67)의 상류에 명시야 조명 시스템의 구성요소들은 도 5에 나타나 있지 않다.

[0068] 명시야 조명 시스템에 포함된 구성요소들의 광학적 데이터가 하기의 표 3에 도시되어 있다:

표 3

[0069]

표면	타입	곡률반경 [mm]	두께 [mm]	글래스	자유직경 [mm]	주석
OBJ	STANDARD	무한	174		296	
1	STANDARD	무한	10		302.4957	추가 표면
2	COORDBRK	-	0		-	소자 경사
3	STANDARD	305.3	62	N-BK7	304.3861	
4	STANDARD	무한	-62		296.6796	
5	COORDBRK	-	62		-	소자 경사
6	STANDARD	무한	208.56		296.6796	최대 = 465
7	COORDBRK	-	0		-	
8	STANDARD	무한	0	MIRROR	352.6987	1.미러
9	COORDBRK	-	-256.39		-	
10	STANDARD	-29.322	-14.06995	N-SSK5	31.88391	
11	STANDARD	-21.596	-7.110291		22	
12	STANDARD	39.383	-5.592504	LAFN7	19.78167	
13	STANDARD	-76.351	-2.138976		18.96394	
14	STANDARD	73.124	-5.813038	N-LAK14	18.95843	
15	STANDARD	45.479	-0.6421531		19.52432	
16	STANDARD	-63.096	-5.149779	N-LAK10	19.23332	
17	STANDARD	73.918	-14.5		18.46875	311,4
18	COORDBRK	-	0		-	
STO	STANDARD	무한	-3	BK7	19.68119	1. 빔스플리터
20	STANDARD	무한	0		16.37627	
21	COORDBRK	-	0		-	
22	STANDARD	무한	-50		30	
23	COORDBRK	-	0		-	
24	STANDARD	무한	0	MIRROR	75	
25	COORDBRK	-	0		-	
26	STANDARD	무한	30		28.3432	
27	STANDARD	95.964	10.6	BK7	60	01LPX263

28	STANDARD	무한	1		60	
29	STANDARD	51.872	12.5	BK7	60	01LPX183
30	STANDARD	무한	1		60	
31	STANDARD	69.027	31	N-BAF10	60	01LA0815
32	STANDARD	-55.96	7	SF11	60	
33	STANDARD	-315.303	2		60	
34	STANDARD	무한	6		28.86784	필요하다면 필드 마스크
35	STANDARD	무한	6		24.48367	립 마스크
36	STANDARD	무한	16.5		21.66792	필요하다면 필드 마스크
37	STANDARD	무한	3	BK7	46	MIk 폴필터(Polfilter)
38	STANDARD	무한	11		46	
39	STANDARD	무한	16.2		8.021884	조리개 황화물(Iris blende)
40	STANDARD	무한	10.6	BK7	60	
41	STANDARD	-62.247	12		60	01LPX209
42	STANDARD	-90	7	BK7	50	
43	STANDARD	-42.52	33.3		50	33.27
44	STANDARD	무한	12.5	BK7	60	
45	STANDARD	-51.872	10		60	
46	STANDARD	무한	2.2	BK7	58	UV 필터/ Maske
47	STANDARD	무한	43.2		58	
48	STANDARD	무한	5		60	필요하다면 정렬
49	STANDARD	무한	25		60	
50	STANDARD	무한	5		60	필요하다면 정렬
51	STANDARD	무한	0		60	
52	STANDARD	무한	40		34.40161	
53	COORDBRK	-	0		-	
54	STANDARD	무한	0	미러	90	KL 미러 74,6x6
55	COORDBRK	-	0		-	
56	STANDARD	무한	-42.25		38.52066	
57	STANDARD	무한	-42.25		50	
58	COORDBRK	-	0		-	
59	STANDARD	무한	0	미러	75	
60	COORDBRK	-	0		-	
61	STANDARD	무한	5		47.42887	
62	STANDARD	무한	63.2		47.95598	
63	STANDARD	51.872	12.5	BK7	60	f 156mm
64	STANDARD	무한	26		60	
65	EVENASPH	51.872	12.5	BK7	60	f 100mm
66	STANDARD	무한	22		60	
67	STANDARD	무한	1		20	로드 시작
68	NONSEQCO	무한	0		30	
69	STANDARD	무한	5		10	
IMA	STANDARD	무한		10		로드 끝

[0070] 명시야 조명 시스템은 명시야 조명광으로 웨이퍼(33)를 실질적으로 균일하게 비추도록 구성되며, 웨이퍼의 외주부는 감소된 광강도로 비춰진다 이는 아래의 도 6을 참조로 또한 예시되어 있다.

[0071] 도 6의 하부는 웨이퍼의 횡단면을 개략적으로 나타낸 것으로, 웨이퍼(35)는 평평한 상부면(33)과 웨이퍼(35)의

중앙에서 측정된 약 149mm 반경(r_2)에서 시작하는 모서리가 따진 부분(131)을 갖는 300mm 웨이퍼이다. 웨이퍼(35)의 최대 직경(r_1)과 모서리가 따진 부분(131)의 외부 단부는 약 150.5mm이다. 이들 웨이퍼의 기하학적 데이터는 예시적인 데이터이며, 웨이퍼의 기하학적 형태는 일반적으로 도 6에 정의된 바와 같고 SEMI-M1-11/6이라 하는 참조문헌의 표 3을 따른다.

[0072] 도 6의 상부는 반경(r)에 따라 대물면(37)에 입사한 명시야 조명 광강도를 나타내는 그래프의 개략도이다. 반경(r_3) 147mm까지 웨이퍼면(33)의 내부는 이 영역에 반도체 회로를 제조하는데 사용된다. 이 영역은 높은 실제로 동일한 광강도로 조사되어 진다. 이 내부에서 최대 광강도는 도 6에서 I_{\max} 로 나타내며, 이 부분 내 최소 광강도는 I_{\min} 으로 나타낸다. 반경(r_3)에서 강도(I_2)는 높은 이미지 품질을 보장하기 위해 최대 강도 I_{\max} 의 최소 0.900 배이어야 한다. 또한, 반경(r_1)에서 강도(I_1)는 웨이퍼의 외주에서 발생된 과도한 량의 미광을 방지하는 한편 이미지 검출기(43)에 의해 기록된 이미지에서 웨이퍼(33)의 외주 검출을 허용하도록 최대 강도 I_{\max} 의 0.001배에서 최대 강도 I_{\max} 의 0.010배 내에 있어야 하는 한다.

[0073] 도 7a 및 도 7b는 암시야 조명 빔경로(81)의 보다 상세한 도면으로, 암시야 조명 빔경로를 제공하는데 사용된 구성요소의 광학적 데이터들이 아래 표 4에 나타나 있다:

표 4

[0074]

표면	타입	곡률반경1 [mm]	곡률반경2 [mm]	두께	글래스s
1	웨이퍼	평편	평편		
2	빔덤프	평편	평편	3	NG9-필터
3	미러	평편	평편	6	BK7
4	렌즈	305,3	평편	62	BK7
5	미러	평편	평편	6	BK7
6	렌즈	41,498	평편	10,4	BK7
7	렌즈	평편	-38,907	3	BK7
8	렌즈	98,171	98,171	10,7	BK7
9	렌즈	35,484	-151,942	12,4	BK7
10	마스크				금속박
11	실린더 렌즈	51,6796	평편	8	BK7
12	렌즈	평편	95,964	10,6	BK7
13	편광기	평편	평편	0,7	석영 1737F
14	렌즈	155,62	평편	4	BK7
15	렌즈 어레이	평편			
32,356"	4,5	BK7			
16	렌즈 어레이				
32,356"	평편(Plano)	4,5	BK7		
17	렌즈	194,513	평편	4	BK7
18	리노스필터	평편	평편	10	석영
19	평편(Plano)	95,964	평편	10,6	BK7
20	리노스필터	평편	평편	10	석영
21	콘덴서	42,738	42,738	19,733	석영
22	램프 PE1500W				

[0075] 암시야 조명 빔경로는 꺾여진 빔경로이며, 모든 폴딩미러들이 도 7에 도시되어 있지 않다. 웨이퍼면(33)과 대물면(37)상에 암시야 조명광의 입사 각도는 $\alpha=30^\circ$ 이다. 폴딩미러(101 및 103) 사이의 빔경로의 일부는 대물면(37)에 직각으로 지향되고, 폴딩미러(101)의 바로 상류에서 빔경로의 일부는 대물면(37)에 대해 각도 $\beta=10^\circ$ 미만으로 지향되어 있다.

[0076] 웨이퍼면(33)으로부터 반사된 암시야 조명광은 반사된 조명광을 흡수하는 기능을 하는 빔덤프(141)에 입사된다. 빔덤프(41)는 웨이퍼면(33)으로부터 거울반사된 모든 암시야 조명광이 빔덤프(141)의 제 1 광흡수부(143)의 표면(144)에 입사하도록 배열된 면(144)을 갖는 제 1 부분(143)을 구비한다. 상기 부분(143)은 SCHOTT로부터 구매 가능한 N9와 같은 다크 글래스(dark glass)로 제조된다. 이 재료의 투과계수(T)는 200nm에서 800nm의 파장 범위 내 광에 대해 두께 1mm에서 0.02에서 0.14 범위내에 있고, T는 입사 광강도 대 투과 광강도의 비이다. 표면

(144)은 반사방지 코팅을 지닌다. 글래스는 두께가 약 5mm이며, 이는 표면(144)에 입사하고 상기 부분(143)의 벌크 재료에 들어가는 광의 일부분을 실질적으로 완전히 흡수하기에 충분하다. 그러나, 소량의 광이 표면(144)으로부터 거울반사되고, 그런 후 이러한 양의 광은 빔덤프(141)의 제 2 부분(145)의 표면(146)에 입사된다. 빔덤프의 제 2 부분(145)은 또한 다크 글래스와 같은 흡수 재료로 제조되고 그 표면(146)은 반사방지 코팅을 지닌다. 이러한 빔덤프의 2단계 배열로, 웨이퍼면(33)으로부터 반사된 암시야 조명광의 충분한 흡수를 제공할 수 있다.

[0077] 도 7a에 도시된 바와 같이, 빔덤프(141)의 제 1 부분(143)의 표면(144)은 표면(144)으로부터 반사된 실질적으로 모든 광을 수용해야 하는 제 2 부분(145)의 표면(146)이 표면(144)에 비해 축소된 크기를 가질 수 있도록 만곡면이다. 이는 빔덤프(141)의 상대적으로 작은 총 크기를 고려한 것이다. 예시된 실시예에서, 만곡면(144)은 평편면을 갖는 (도 13에 도시된) 직사각형 유리판(148)의 복수의 타일들에 의해 근사하게 만들어진다.

[0078] 도 7a는 또한 웨이퍼면(33)에 가까운 영역으로 개구(93)의 이미지의 세부 내용을 나타낸 것이다. 일반적으로, 개구(32)의 이미지가 웨이퍼면(33)과 정확히 일치하도록 개구(93)와 이미지 광학기(95,97)를 설계할 수 없다. 도 7a에서 참조부호(94)는 개구(93)의 이미지가 생성된 (만곡)면을 나타낸다. 이 면(94)은 웨이퍼면(33)과 일치하지 않는다. 그러나, 이미지 광학기는 웨이퍼면(33)과 개구(93)의 이미지(94) 간의 거리가 암시야 조명 빔경로를 따라 암시야 광원에 더 가까운 웨이퍼의 일면에서 더 작도록 설계된다. 특히, 도 7a는 개구(93)의 이미지(94)와 암시야 광원에 가장 가까운 웨이퍼면(33)상의 점(96₁)의 간의 거리(d₁)와, 개구(93)의 이미지(94)와 암시야 광원으로부터 더 멀리 있는 웨이퍼면의 점(96₂)의 간의 거리(d₂)를 나타낸다.

[0079] 도 7a의 도면은 예시를 위해 과장되어 있으나, 도시된 개구의 예시적인 실시예에서 d₁/d₂<0.8인 관계를 충족하고, 특정 실시예에 따라 d₁/d₂는 0.5 또는 0.2 보다 작을 수 있다.

[0080] 개구(93)의 이미지(94)와 웨이퍼면(33)이 정확하게 내부에서 일치하지 않기 때문에, 웨이퍼면에 투사된 개구(93)의 이미지는 선명한 이미지가 아니다. 그러나, 웨이퍼면에 대한 개구의 이미지 품질은 암시야 광원으로부터 더 멀리 있는 이들 부분들에 비해 암시야 광원에 더 가까이 있는 웨이퍼의 이들 부분들에서 더 양호하다. 이러한 배열로, 검출될 수 있고 소정의 암시야 이미지를 악화시킬 수 있는 미광을 발생할 수 있는 암시야 조명광을 갖는 암시야 광원에 더 가까운 웨이퍼의 가장자리의 조명을 방지하는 한편 고강도로 웨이퍼면의 조명을 달성할 수 있다.

[0081] 도 8은 개구수와 이미지 빔경로(39)와 암시야 조명 빔경로(81)의 수직입사 특성에 대한 기하학적 관계의 도면이다. 도 8은 3개의 예시적인 위치들(152₁, 152₂, 152₃)로부터 발생한 3개의 광 콘(151₁, 151₂, 151₃)을 나타낸다. 광이 이들 위치(152)로부터 웨이퍼면(33) 위의 절반 공간에서 실질적으로 모든 방향으로 방출되는 반면, 콘(151)내에 있는 이들 광선들만이 이미지 광학기에 받아들여지고 이미지 검출기(43)의 복사감지기판(41)에 웨이퍼면의 영상화를 위해 사용된다. 광 콘(151)의 반개구 각도(δ)의 사인(sine)은 또한 이미지 광학기의 대물면상에 개구수라고 한다. 예시된 실시예에서, 이미지 광학기의 개구수(NA)는 약 0.015의 값을 갖는다.

[0082] 도 8은 또한 광 콘(151)의 주요 광선(153)들과 웨이퍼면(33)의 법선(154) 간의 각도(γ)를 도시하고 있다. 암시야 조명 광학기의 대물면상의 개구수는 본 실시예에서 약 0.02의 값을 갖는다. 또한, 암시야 조명 광학기의 주요 광선(153₄, 153₅)은 본 발명의 실시예에서 각각 약 4° 미만인 각도 γ_4 , γ_5 만큼 공통방향(154₄, 154₅)으로부터 벗어나 있다. 도 8에서 참조부호(155)는 공통방향에 수직한 선을 나타낸다.

[0083] 이미지 빔경로(39)와 암시야 조명 빔경로(81) 둘 다의 수직입사 특성은 웨이퍼면(33)상의 모든 위치들이 실질적으로 동일한 각도 방향으로부터 광을 수신하고 실질적으로 동일한 방향으로 방출된 광만 3개 위치의 이미지를 위해 사용되는 결과를 갖는다. 특정 위치에 입사한 암시야 조명광선과 상기 위치로부터 방출되고 이미지를 위해 사용된 광선 간의 각도(ϵ)는 $(90^\circ - \alpha) - 4\delta \leq \epsilon \leq (90^\circ - \alpha) + 4\delta$ 내에 있고, 이 범위는 이미지 및 암시야 조명 광학기의 개구수에 의해 결정된다. 이미지 광학기와 암시야 조명 광학기의 수직입사 특성으로 인해, 이러한 각도(ϵ)의 범위는 실질적으로 웨이퍼상의 모든 위치들에 대해 동일하다.

[0084] 웨이퍼의 모든 부분들에 대해 동일한 각도(ϵ)의 협소한 범위는 하기의 도 9 및 도 10을 참조로 예시된 패턴화 웨이퍼의 검사에 이점이 있다.

[0085] 패턴화 웨이퍼는 암시야 조명 광원의 과장 범위 이하에 있는 특징적인 치수를 갖는 주기적 구조를 갖는다. 이런 주기적 구조는 입사광의 상당한 부분이 이미지 광학기에 의해 받아들여지는 각도로 굴절되도록 입사광에 백 그

레이팅(back grating) 효과를 가질 수 있다.

- [0086] 도 9는 본 발명의 실시예에 비해 저품질의 수직입사 특성을 갖는 비교예에 따른 검사 시스템에 의해 얻은 패턴화 웨이퍼의 예시적인 암시야 이미지이다. 도 9는 패턴화 웨이퍼의 다른 허용가능한 이미지가 심각하게 악화되는 밝은 영역(161)을 나타내고 있다. 밝은 영역(161)은 웨이퍼상에 패턴화된 주기적 구조에서 입사한 암시야 조명광의 브래그 회절에 의해 발생된다. 도 9에 도시된 이미지를 발생하는데 사용된 검사 시스템은 단지 이미지 빔경로 및 암시야 조명 빔경로 모두에 대해 낮은 수직입사 특성을 갖기 때문에, 입사광과 이미지에 사용된 광간의 각도 관계는 웨이퍼면의 모든 부분들에 대해 동일하지 않다. 따라서, 밝은 브래그 반사는 웨이퍼면의 몇몇 부분에서만 발생되고 입사광선과 이미지에 사용된 광선 간에 브래그 조건은 충족된다.
- [0087] 비교예에 따른 이 시스템에서, 암시야 조명광에 의해 보여지는 웨이퍼상에 주기적 구조의 주기성을 바꾸는 웨이퍼를 중앙에 대해 회전시킬 수 있다. 따라서, 웨이퍼를 회전시킴으로써 도 9에 도시된 위치(161)에서 이미지에 브래그 반사의 발생을 방지할 수 있다. 그러나, 유사한 반사들이 광학기의 비수직입사 특성으로 인해 브래그 조건을 충족하는 다른 영역에서 이미지를 악화시킬 수 있다. 따라서, 낮은 품질의 수직입사 특성을 갖는 암시야 검사 시스템을 이용한 패턴화 웨이퍼의 만족스러운 암시야 이미지를 얻기가 어렵다.
- [0088] 본 발명의 실시예에 따른 검사 시스템은 상술한 각도(ε)에 대한 각도 범위가 실제로 웨이퍼상의 모든 위치에서 동일하도록 암시야 조명 광학과 이미지 광학기 모두에서 비교적 고품질의 수직입사 특성을 갖는다. 이는 웨이퍼상의 주기적 구조에 의해 야기된 브래그 반사가 발생되면 실제로 웨이퍼의 모든 위치들에서 동일하게 발생하는 결과를 갖게 되어, 웨이퍼의 완전한 이미지가 이런 반사에 의해 악화된다. 그러나, 충분한 각도로 중앙 축에 대해 웨이퍼를 회전시킬 수 있어, 가시적인 브래그 반사가 웨이퍼의 전체 이미지에서 억제된다. 본 발명의 이 실시예에 따른 시스템을 이용하면, 실질적으로 브래그 반사로 인한 악화가 없는 패턴화 웨이퍼의 암시야 이미지를 얻을 수 있다.
- [0089] 도 10은 본 발명의 이 실시예에 따른 검사 시스템에 의해 얻을 수 있는 패턴화 웨이퍼의 예시적인 암시야 이미지를 도시한 것이다. 이 이미지는 브래그 회절에 의해 발생된 인위적 반사가 없고 웨이퍼의 패턴화와 웨이퍼상에 스크래치와 같은 결함들에 의해 가시적 구조들이 야기된다.
- [0090] 도 4, 도 5 및 도 7은 이미지 빔경로(39), 명시야 조명 빔경로(59) 및 암시야 조명 빔경로(81)에 대한 각각의 도면이다. 이들 3개의 별개의 빔경로는 광학 구성요소들에 대한 프레임을 포함한 장착 구조를 이용해 검사 시스템(31)을 형성하도록 통합되고, 상기 빔경로는 검사 시스템의 구성요소들이 505mm×700mm×900mm(높이)의 치수를 갖는 직사각형 하우징에 수용될 수 있도록 꺾여진다.
- [0091] 도 11, 도 12 및 도 13은 광학 구성요소와 빔경로에 대한 장착 구조의 3차원 배열을 나타낸 개략도이다. 도 11, 도 12 및 도 13은 검사 시스템(31)의 간단한 도면으로, 3차원 배열의 이해를 구하는데 반드시 필요하지 않은 몇몇 구성요소들과 장착 구조들은 도 11에서 도 13의 하나 또는 다른 도면에서 생략되어 있다.
- [0092] 광학 검사 시스템(31)의 광학 구성요소들은 적절한 판 또는 소켓일 수 있는 공통 베이스(171)에 모두 장착되고 최종적으로 운반된다. 광학 시스템의 가장 무거운 구성요소들은 대물렌즈(45)와 폴딩미러(47)이고, 이는 주조 알루미늄 바디로 형성된 공통 통합장착구조(173)상에 장착된 프레임들에 모두 장착되어 있다. 필라(175, 176)이 대물렌즈(46), 미러(47) 및 장착 구조(173)에 장착된 다른 광학 및 구조적 구성요소들의 무게를 지탱하도록 대물렌즈(45)와 미러(47)의 장착 구조(173)는 베이스(171)에 지지된 좌우측 필라(175, 176)에 의해 지지된다.
- [0093] 빔스플리터(51)와 렌즈그룹(49)은 장착구조(173)가 빔스플리터(51)와 렌즈그룹(49)을 장착하고 그 무게를 지탱하도록 적절한 플랜지(181)를 통해 장착구조(173)에 장착된 장착튜브(179)에 수용된다. 또한, 명시야 조명 시스템의 구성요소들, 가령 미러(79), 렌즈그룹(77, 73, 69) 및 미러(70, 71)는 튜브(179)에 연결되고 최종적으로 장착구조(173)를 지지하고 지탱한다.
- [0094] 암시야 조명 광원(83)은 베이스(171)에 바로 지지된 필라(183)에 장착되고 지탱되어 있어 명시야 광원의 장착구조(183)가 실질적으로 공통 베이스(171)상에 모두 있다는 사실과는 별개로 프레임 구조(173)와 직접적인 기계적 연결을 갖지 않는다.
- [0095] 도 12는 필터들 중 하나가 축(191) 주위로 디스크(188)를 회전시킴으로써 렌즈그룹(53)과 이미지 검출기(43)의 복사감지면(41) 사이 위치에 있는 이미지 빔경로(39)에 삽입될 수 있도록 다양한 필터들이 장착될 수 있는 복수의 개구들(189)을 갖는 디스크(188)를 구비하는 컬러 휠(187)을 도시한 것이다.
- [0096] 위에서 볼 때 또는 달리 말하면 대물면(37)에 평행한 면에 대한 투사시 검사 시스템(31)의 구성요소들을 개략적

으로 나타낸 도 12를 참조로 한다. 대물 피사계의 중심은 195로 표시되어 있다. 웨이퍼가 검사 위치에 장착된 물체에 장착되면, 웨이퍼의 중심은 대물면의 중심(195)과 일치한다. 대물렌즈(45)의 외주는 원형라인(45)으로 도 12에 도시되어 있고, 도 12에 도시되지 않은 웨이퍼는 렌즈(45)의 직경보다 약간 더 작은 직경을 갖는다. 도 12에 도시되지 않은 웨이퍼 공급 개구는 필라(175,176) 사이 경로를 따라 웨이퍼를 이동시키기 위해 화살표로 표시된 방향으로 웨이퍼를 이동시키도록 구성되어 웨이퍼가 시스템(39)으로부터 제거 및 삽입될 수 있다.

[0097] 도 12에 도시된 축(201)은 대물면(37)에 평행한 면에 투사시 폴딩미러(47)와 빔스플리터(51) 사이의 명시야 조명 빔경로(59)와 이미지 빔경로(39)의 광학축의 일부분과 일치한다.

[0098] 도 12에 도시된 축(203)은 대물면(37)에 평행한 면에 투사시 폴딩미러(103)와 빔덤프(141) 사이의 암시야 조명 빔경로의 일부분과 일치한다. 예시된 실시예에서, 축(201 및 203) 간의 각도(θ)는 약 47° 이고, 방향(197)과 축(203) 간의 각도(Γ)는 23° 이며, 이는 방향(197)과 축(201) 간의 각도보다 작다.

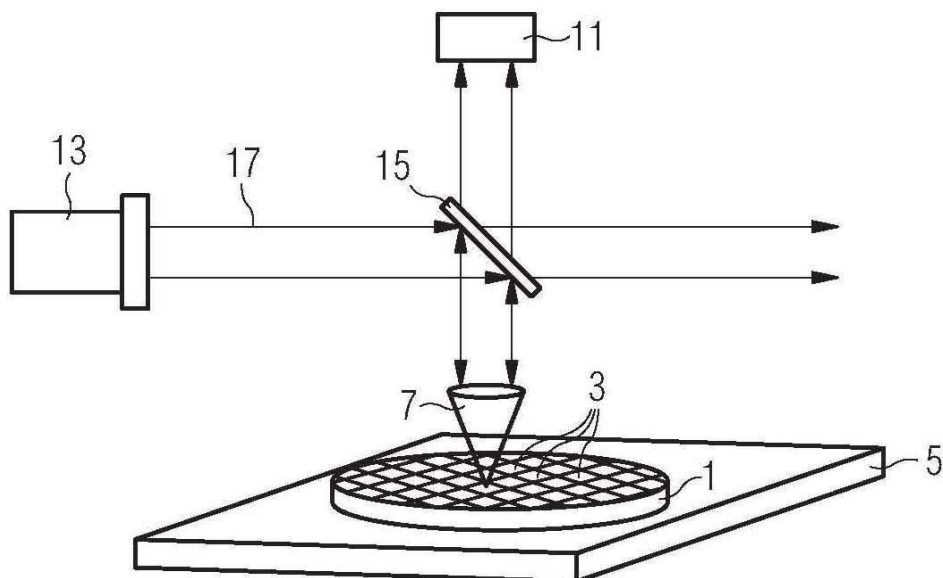
[0099] 측면에서 볼 때 시스템(31)의 구성요소들의 입면도인 도 11을 참조로 한다. 암시야 조명 빔경로(81)에서 미러(99)의 중심(211)은 실질적으로 미러(101)의 중심(213)보다 더 높아 미러(99 및 101) 사이의 암시야 조명 빔경로의 광학축의 일부가 대물면(37)에 대해 본 발명의 실시예에서 10° 인 각도(β) 아래로 지향되는 것이 도 11에서 명백하다.

[0100] 상기 도 11 내지 도 13을 참조로 예시된 배열로, 명시야 광원 또는 암시야 광원의 냉각 시스템으로부터 시스템에 유발되거나 베이스(71)를 통해 외부로부터 시스템에 유발된 진동에 의해 시스템의 이미지 품질이 크게 악화되지 않도록 상대적으로 적은 공간내에 검사 시스템(31)의 구성요소들을 수용하고 광학 구성요소들을 장착할 수 있다.

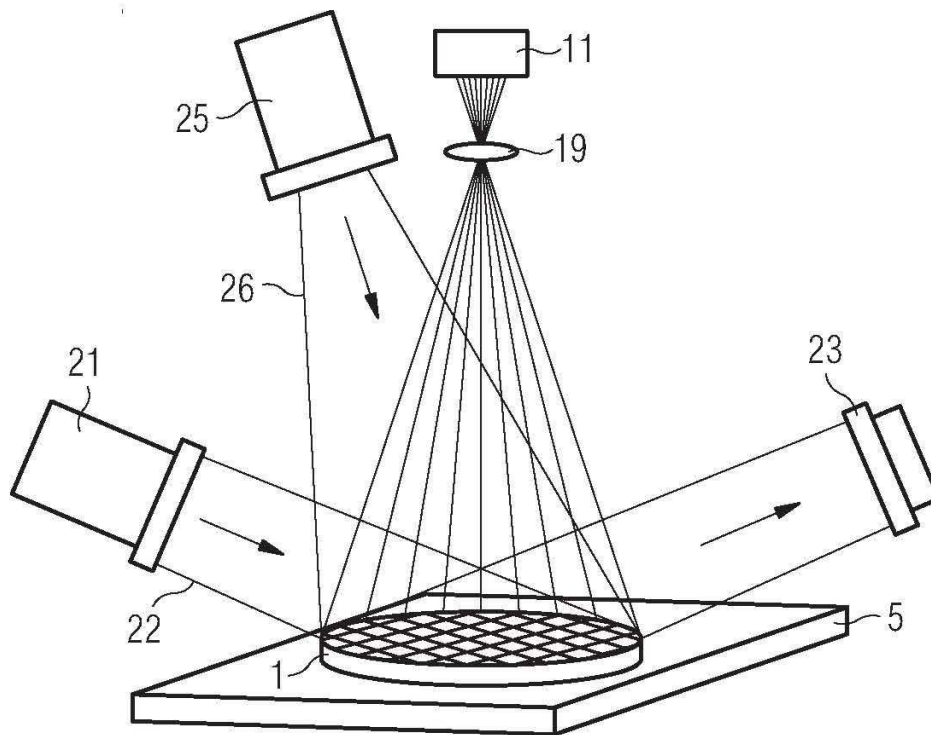
[0101] 본 발명은 소정의 예시적인 실시예에 대해 설명하였으나, 많은 대안, 변형 및 변경들이 당업자에 명백한 것이 분명하다. 따라서, 본 명세서에 나타난 본 발명의 예시적인 실시예들은 예시적이며 어떠한 식으로든 국한되지 않는 것으로 의도되어 있다. 본 발명의 기술사상과 하기의 특허청구범위에 정의된 바와 같은 범위로부터 벗어남이 없이 다양한 변경들이 이루어질 수 있다.

도면

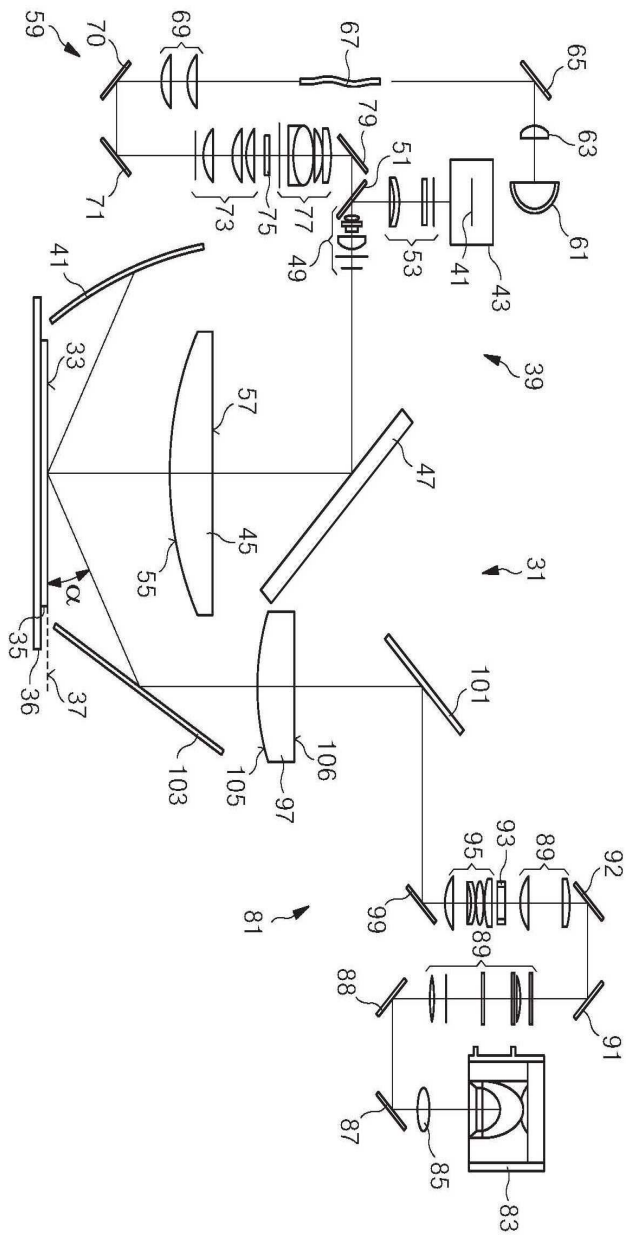
도면1



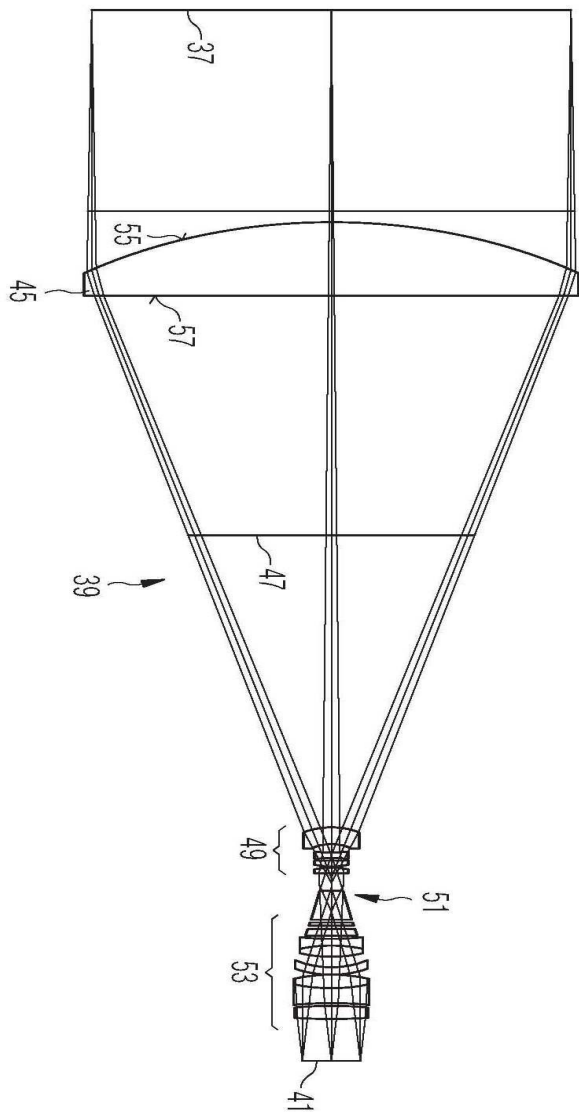
도면2



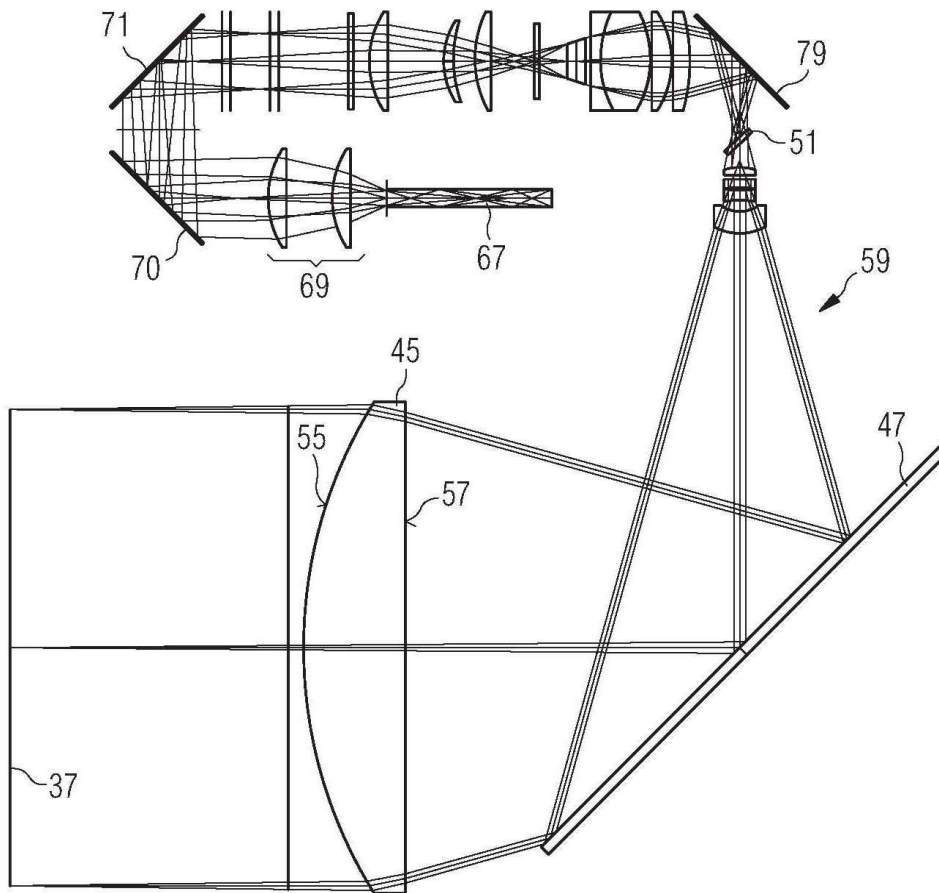
도면3



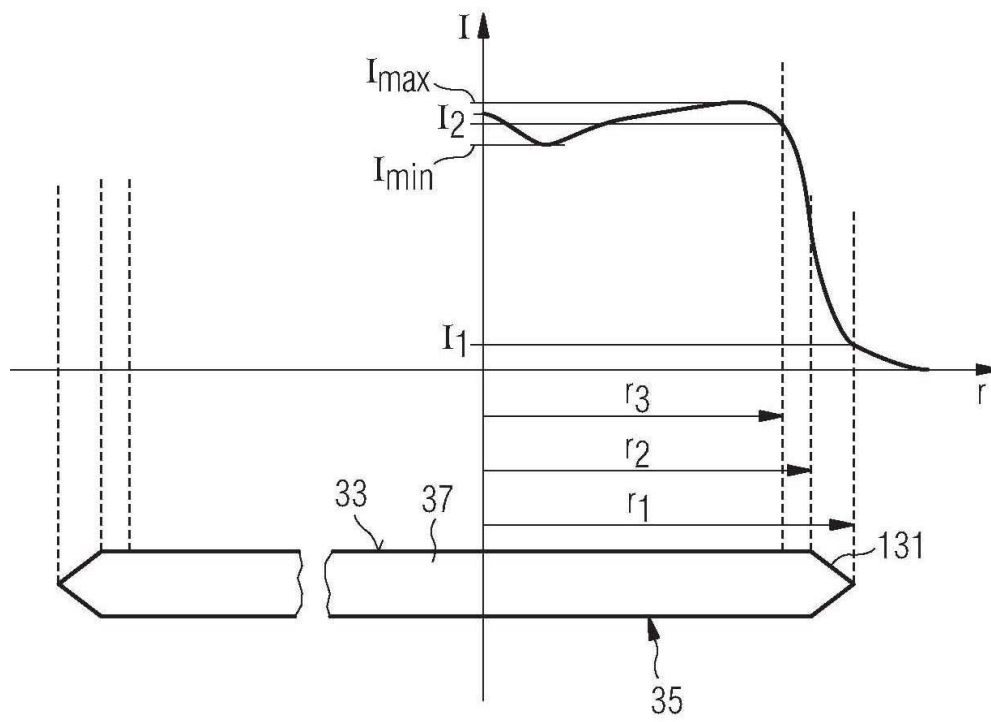
도면4



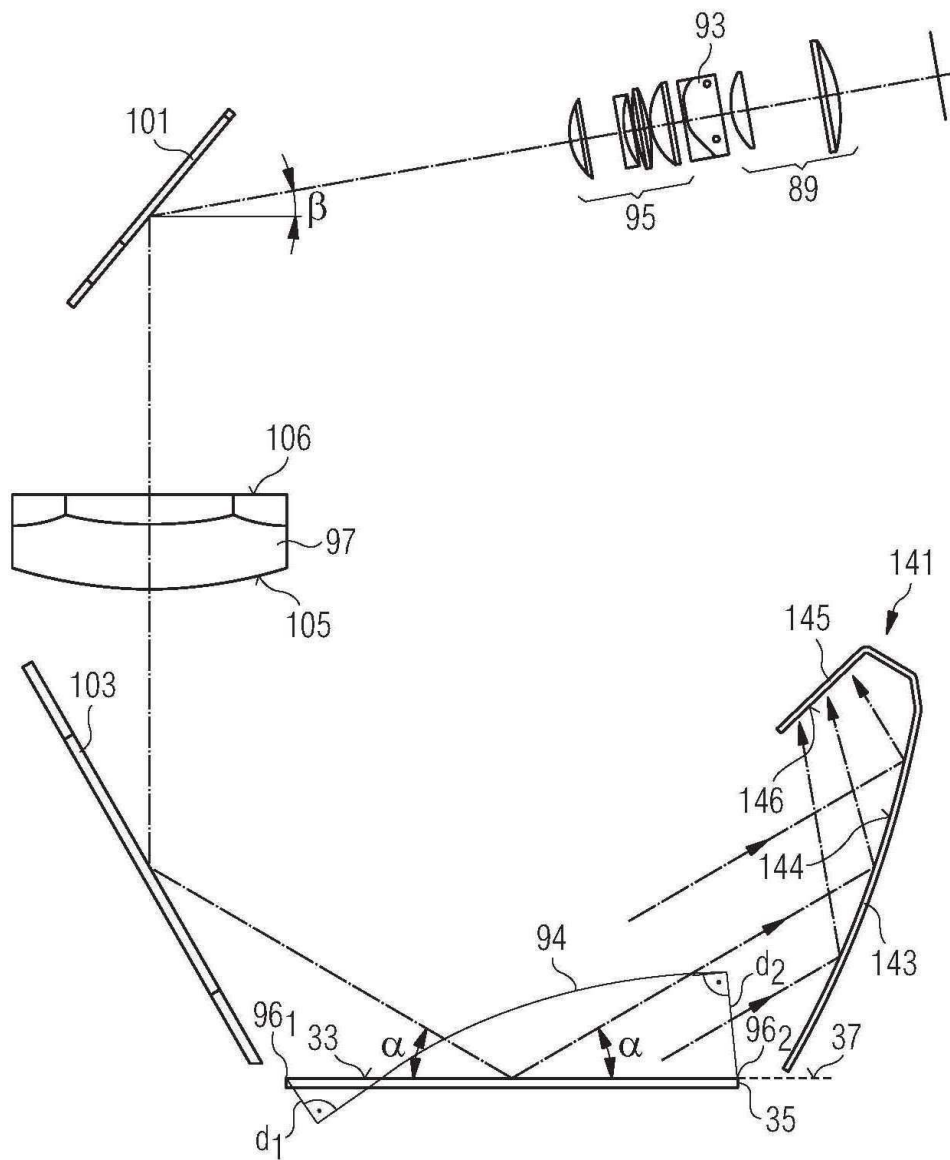
도면5



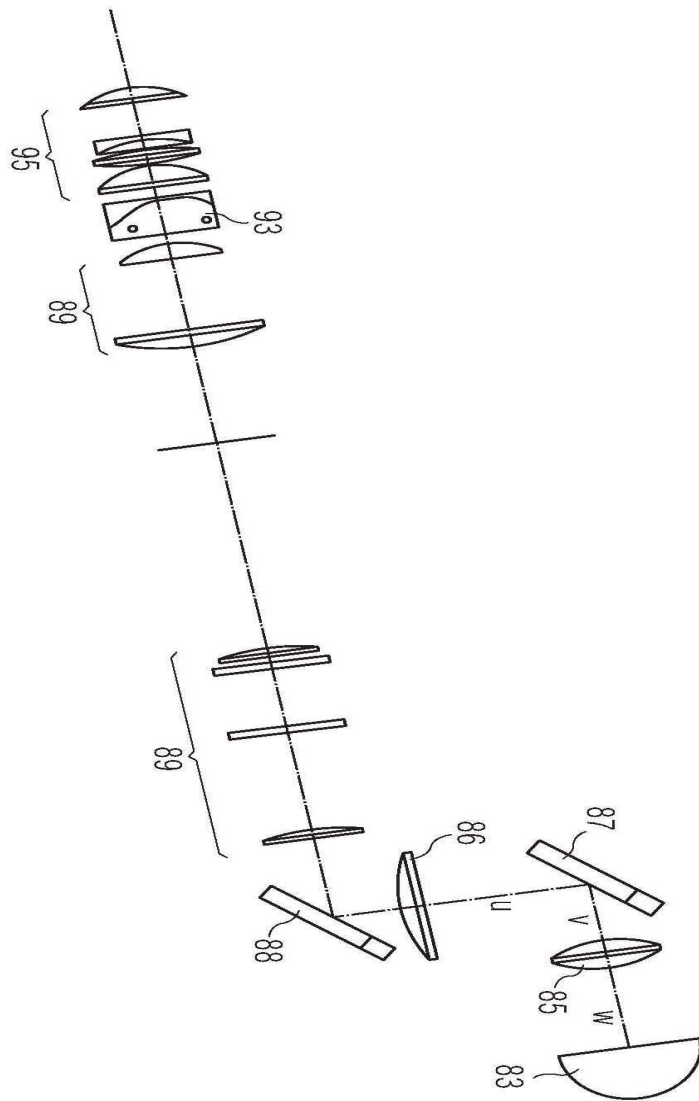
도면6



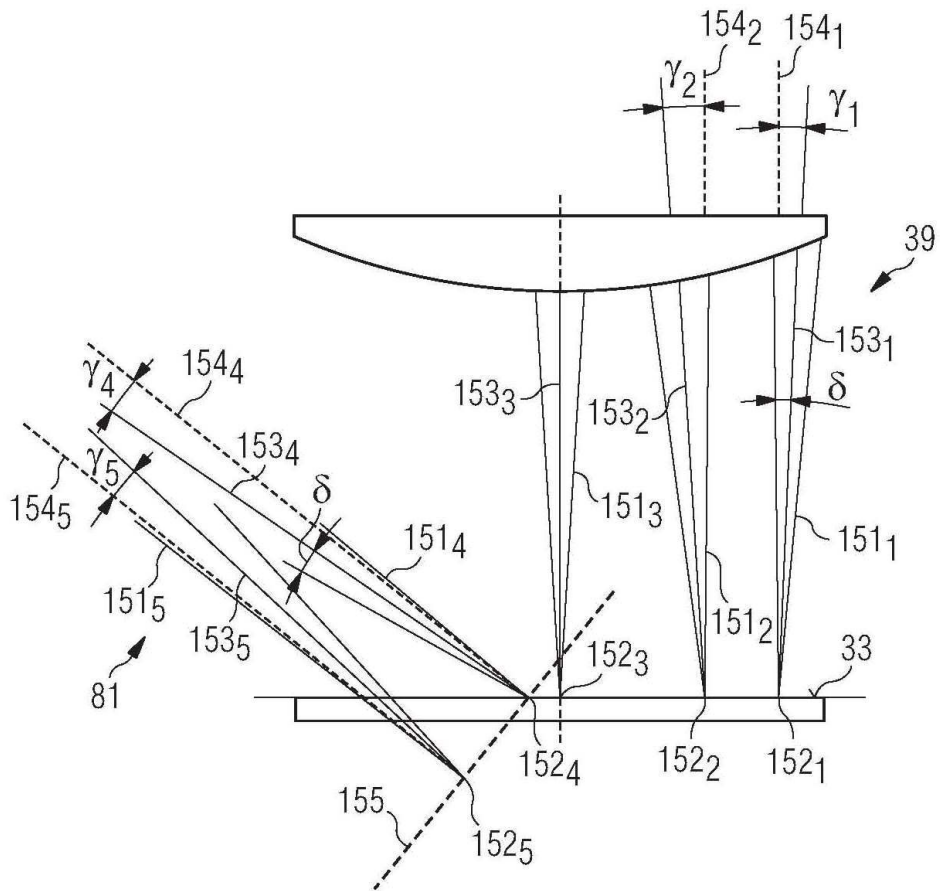
도면7a



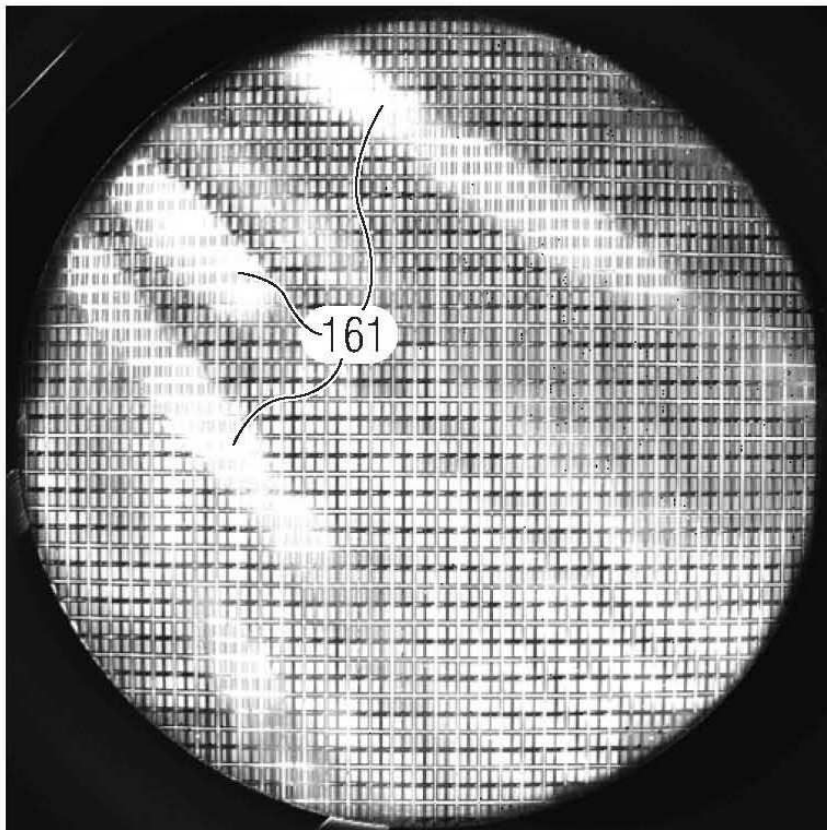
도면7b



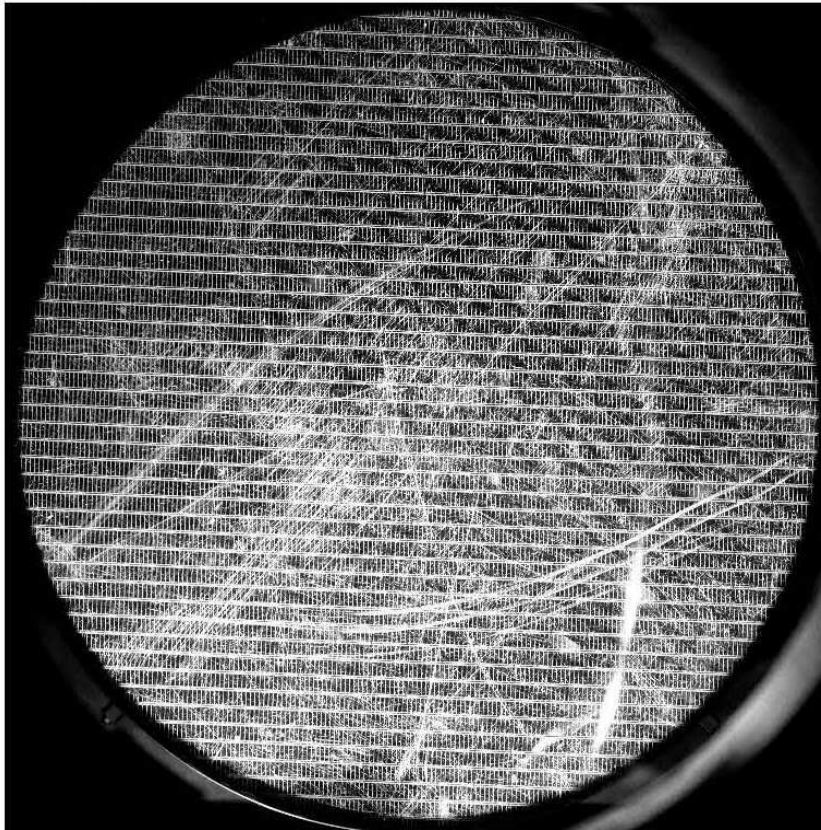
도면8



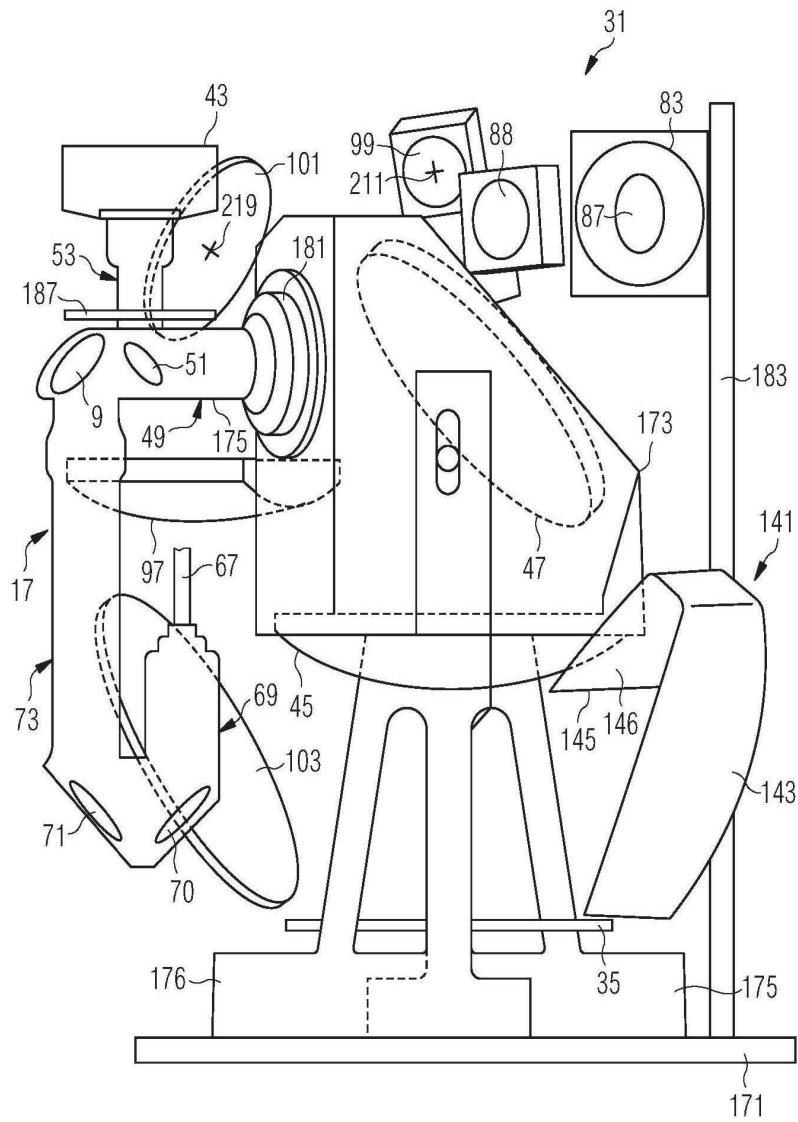
도면9



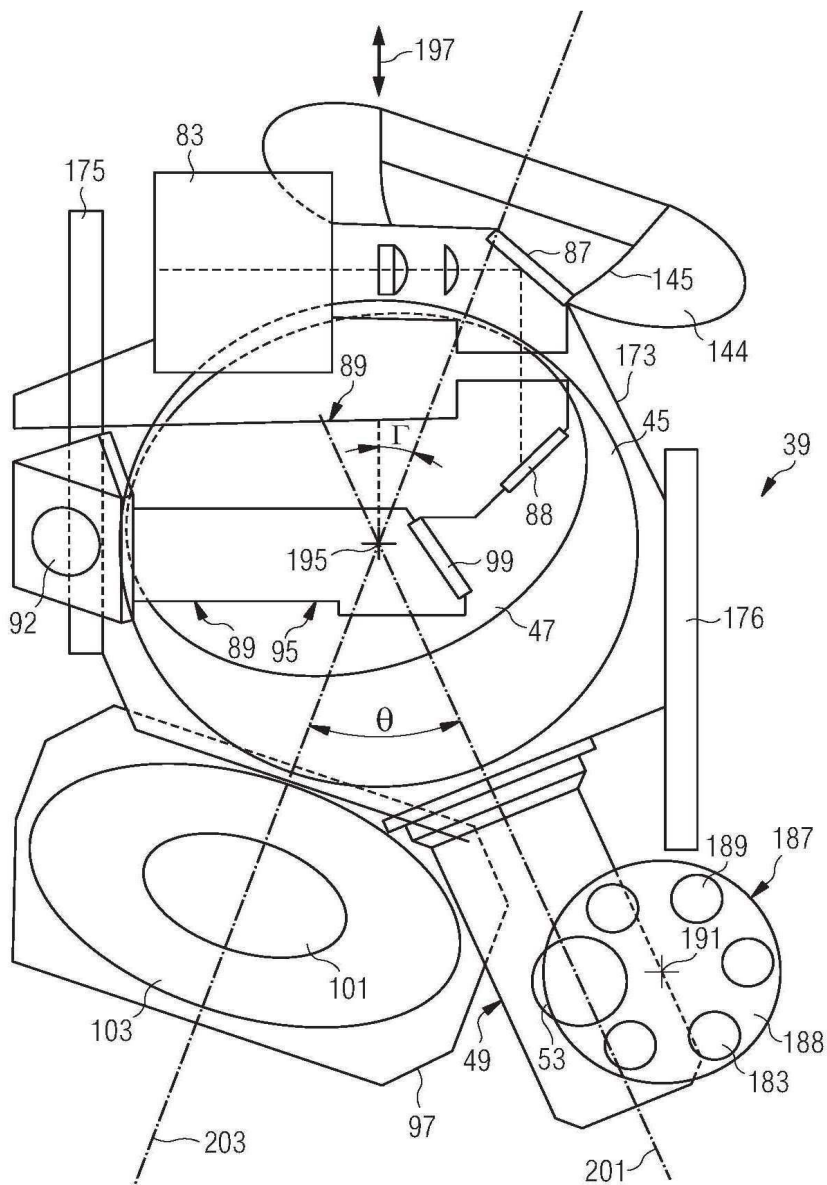
도면10



도면11



도면12



도면13

