

(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) Int. Cl.⁸ (45) 공고일자 2006년01월10일
G06K 9/00 (2006.01) (11) 등록번호 10-0540314

(24) 등록일자 2005년12월26일

| | | | |
|-------------|-------------------|-------------|-----------------|
| (21) 출원번호 | 10-1999-7008951 | (65) 공개번호 | 10-2001-0005875 |
| (22) 출원일자 | 1999년09월30일 | (43) 공개일자 | 2001년01월15일 |
| 번역문 제출일자 | 1999년09월30일 | | |
| (86) 국제출원번호 | PCT/US1998/006222 | (87) 국제공개번호 | WO 1998/44330 |
| 국제출원일자 | 1998년03월30일 | 국제공개일자 | 1998년10월08일 |

(81) 지정국

국내특허 : 알바니아, 아르메니아, 오스트리아, 오스트레일리아, 아제르바이잔, 보스니아 헤르체고비나, 바르바도스, 불가리아, 브라질, 벨라루스, 캐나다, 스위스, 중국, 쿠바, 체코, 독일, 덴마크, 에스토니아, 스페인, 핀란드, 영국, 그루지야, 헝가리, 이스라엘, 아이슬란드, 일본, 케냐, 키르기스스탄, 북한, 대한민국, 카자흐스탄, 세인트루시아, 스리랑카, 리베이라, 레소토, 리투아니아, 룩셈부르크, 라트비아, 몰도바, 마다가스카르, 마케도니아공화국, 몽고, 말라위, 멕시코, 노르웨이, 뉴질랜드, 슬로베니아, 슬로바키아, 타지키스탄, 투르크멘, 터키, 트리니다드토바고, 우크라이나, 우간다, 우즈베키스탄, 베트남, 폴란드, 포르투갈, 루마니아, 러시아, 수단, 스웨덴, 싱가포르,

AP ARIPO특허 : 케냐, 레소토, 말라위, 수단, 스와질랜드, 우간다, 가나, 감비아, 짐바브웨,

EA 유라시아특허 : 아르메니아, 아제르바이잔, 벨라루스, 키르기스스탄, 카자흐스탄, 몰도바, 러시아, 타지키스탄, 투르크멘,

EP 유럽특허 : 오스트리아, 벨기에, 스위스, 독일, 덴마크, 스페인, 프랑스, 영국, 그리스, 아일랜드, 이탈리아, 룩셈부르크, 모나코, 네덜란드, 포르투갈, 스웨덴, 핀란드,

OA OAPI특허 : 부르키나파소, 베닌, 중앙아프리카, 콩고, 코트디부아르, 카메룬, 가봉, 기니, 말리, 모리타니, 니제르, 세네갈, 차드, 토고,

(30) 우선권주장 60/042,202 1997년03월31일 미국(US)

(73) 특허권자 마이크로썸, 엘엘씨
미국 미네소타주 55413-2817 미니어폴리스 하딩 스트리트 엔.이. 748

(72) 발명자 키니패트릭디
미국캘리포니아주95051산타클라라포메로이애비뉴865아파트먼트
302B

라오나가라자피
미국미네소타주55414미니어폴리스리버테라스코트#10212

(74) 대리인 김진환
나영환

심사관 : 전창익

(54) 광학 검사 모듈, 및 통합 처리 도구 내에서 기관 상의 입자 및 결함을 검출하기 위한 방법

요약

본 발명에 따른 광학 검사 모듈(10, 299, 408)은 기관(28, 222, 310, 414)상의 결함을 검출하고, 상기 기관(28, 222, 310, 414)에 대해 스침 입사각(44)으로 광원(14, 300)으로부터 기관 홀더(18, 220, 312)까지 연장되어 있는 광빔 경로(38)를 포함한다. 광빔 경로(38)는 실질적으로 기관 전체를 조광한다. 렌즈(60)는 기관 상의 소정의 결함에 의해 광빔 경로(38)로부터 산란된 비거울면 반사광을 수집하도록 배향되어 있다. 광전검출기 어레이(62)는 기관 상의 각 영역에 대응하는 복수의 픽셀을 갖는다. 복수의 픽셀은 일체가 되어 실질적으로 기관 전체를 커버하는 시야(66)를 형성한다.

대표도

도 1

명세서

기술분야

본 발명은 전자 기관 또는 자기 기관 상의 입자 및 표면 결함을 검출하기 위한 광학 검사 장치에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는 통합 처리 환경 내의 기관 전체를 촬상하기 위한 장치에 관한 것이다.

배경기술

반도체 웨이퍼와 같은 전자 기관의 표면 상에 오염 입자가 존재하면, 초소형 전자 장치 제조중에 결함이 형성되게 할 수 있다. 높은 제조량을 유지하고, 이에 따른 제조 비용을 낮게 유지하기 위해서는, 오염된 웨이퍼를 제조 단계중에 확인하여 세정을 행할 필요가 있다.

일반적으로, 웨이퍼 검사 시스템은 고정밀도의 독립형 검사 시스템으로 구성되어 왔고, 이 시스템은 대표적으로는 검사될 기관을 핸들링하기 위한 전용의 재료 핸들링 시스템을 구비하고 있다. 이들 시스템은 매우 작은 결함 및 입자에 대한 감도를 제공하도록 설계되어 있다. 이것은 일반적으로 작은 레이저 스폿의 크기(레이저 주사형 시스템의 경우) 또는 카메라 기반형 검사 시스템용의 고배율 대물 렌즈 중 어느 하나를 사용하여, 표면으로부터의 배경 산란을 최소화함으로써 달성된다. 또한, 많은 이들 검사 시스템은 광리소그래피 식각 처리 단계 및 증착 처리 단계에 의해 형성된 반도체 웨이퍼와 같은 패턴을 갖는 기관을 검사하는 경우, 배경 산란을 최소화시키기 위한 특별한 기술을 사용한다. 따라서, 이들 시스템은 설계가 복잡하며 또한 고가이다. 이들 검사 시스템이 고가라고 하는 것은, 필연적으로 생산 라인에 설계된 이러한 시스템의 수가 적다고 하는 것을 의미한다. 그 결과, 입자 및 결함에 대한 검사의 수가 비교적 적고, 그들 사이의 간격이 멀다. 전자 기관의 처리 단계에 관련된 처리에 있어서 매우 많은 수의 처리 단계가 필요하기 때문에, 처리 단계간의 웨이퍼 검사 빈도가 적고, 이에 따라 오염된 기관이 장기간에 걸쳐 검출되지 않는 상태로 남아 있게 된다. 이것은 생산량을 낮추고, 재가공 비용을 증가시킨다.

본 발명은 이들 및 다른 문제점을 해결하고자 하는 것으로, 종래 기술에 대해 다른 이점을 제공한다.

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 대면적의 광학 검사 모듈의 개략도.

도 2는 명(明)시야 조광하에서의 검사 모듈의 기관 화상의 평면도.

도 3은 픽셀의 수의 일례를 기관 화상 내의 그레이 레벨값의 함수로서 도시하는 히스토그램.

도 4는 빔각으로 조광된 기관 화상을 도시하는 도면.

도 5는 저장된 배경 화상을 제외시킨 후의 도 4의 기관 화상을 도시하는 도면.

도 6은 본 발명의 검사 모듈을 통합시킨 다중 처리 클러스터 도구 시스템의 개략도.

도 7은 클러스터 도구 시스템의 대표적인 처리 시퀀스를 도시하는 흐름도.

도 8은 클러스터 도구 이송암의 검사 모듈 내로의 삽입을 도시하는 도면.

도 9는 기관 처리 모듈 내의 원위치 검사를 도시하는 도면.

도 10은 본 발명의 일실시예에 따른 기관 연마 및 검사 장치의 개략도.

도 11은 도 10에 도시된 장치에 수행되는 처리 단계를 도시하는 흐름도.

발명의 상세한 설명

본 발명의 광학식 기관 검사 모듈은 통합 처리 도구 시스템에서 기관의 능동면 상의 결함을 검출한다. 검사 모듈은 엔클로저(enclosure), 기관 홀더, 광원, 광빔 경로, 렌즈 및 광전검출기 어레이를 포함한다. 광원은 광빔 포트를 갖는다. 광빔 경로는 광빔 포트로부터 기관 홀더까지 연장되어 있고, 기관의 능동면에 대해 스침 입사각(grazing angle of incidence)을 갖는다. 광빔 경로는 실질적으로 능동면 전체를 조광한다. 렌즈는 능동면 상의 임의의 결함에 의해 광빔 경로로부터 산란된 비(非)거울면 반사광을 수집하도록 배향되어 있다. 광전검출기 어레이는 렌즈의 초점면 내에 위치한 복수의 픽셀을 갖는다. 각 픽셀은 능동면의 면적에 대응하고, 복수의 픽셀은 일체가 되어 실질적으로 능동면 전체를 커버하는 시야를 형성한다.

본 발명의 제1 특징에서는, 검사 모듈은 통합 클러스터 도구 처리 시스템에 조립된다. 이 시스템은 기관 로드 입력을 갖는 로드 모듈, 복수의 기관 처리 모듈, 및 광학 검사 모듈을 포함한다. 공통의 기관 이송암은 기관 로드 입력, 기관 처리 모듈 및 검사 모듈의 각각과 기관 이동 경로를 따라 관련되어 있다.

본 발명의 제2 특징에서는, 검사 모듈은 기관 연마 및 검사 장치에 조립된다. 이 장치는 연마될 기관을 이송하기 위한 기관 이동 경로, 이 기관 이동 경로를 따라 위치한 연마 스테이션, 기관 이동 경로를 따라 연마 스테이션의 뒤에 위치한 세정 스테이션, 기관 이동 경로를 따라 세정 스테이션의 뒤에 위치한 건조 스테이션, 및 기관 이동 경로를 따라 건조 스테이션의 뒤에 위치한 기관 검사 스테이션을 포함한다.

본 발명의 또 다른 특징은 기관의 연마 및 검사 방법에 관한 것이다. 본 발명의 또 다른 특징은 반도체 웨이퍼의 능동면의 처리 및 원위치 검사를 행하기 위한 반도체 웨이퍼 처리 및 검사 챔버에 관한 것이다.

도 1은, 예컨대 반도체 웨이퍼, 평판 디스플레이, 강성의 자기 기록 디스크 및 전자 장치 패키지 기관과 같은 큰 기관 상의 입자 및 다른 결함을 검출하기 위한 대면적의 광학 검사 모듈(10)의 개략도이다. 검사 모듈(10)은 엔클로저(12), 광원(14, 15), 빔 조정 유닛(16), 기관 홀더(18), 전하 결합 소자(CCD) 어레이 카메라(20), 광 포착 장치(22), 격벽(24) 및 컴퓨터 제어기(26)를 포함한다. 검사 모듈(10)은 엔클로저(12)에 설치된 입구, 게이트 또는 도어(27)를 더 포함하며, 이것을 통하여 기관(28)과 같은 기관을 엔클로저(12)에 로드 및 언로드한다. 엔클로저(12)는 광빔을 통과시키지 않고, 검사중의 내외부 미광(迷光)에 의한 유해한 영향을 최소화하기 위해서 광을 흡수하는 내면(29)을 갖는 것이 바람직하다. 역시 내부에서 발생된 미광으로부터 카메라(20)를 차폐하기 위해 격벽(24)에도 광빔 흡수면이 설치되어 있다. 일실시예에 있어서, 엔클로저(12)는 진공 챔버를 형성하고, 엔클로저(12)의 내부에 있는 구성 요소는 진공 호환성의 구성 요소이다.

광원(14)은 하우징(30) 및 광빔 포트(32)를 갖는다. 광원(14)은 입사 출력이 높고 또한 광대역의 고정된 광원을 포함하는 것이 바람직하다. 예컨대, 광원(14)은 상업적으로 이용가능한 75 W~300 W의 크세논 아크등 또는 50 W~250 W의 석영 텅스텐 할로겐(QTH)등을 포함하고, 이들 광원을 평행화된 1 인치 또는 그 이상의 직경의 크기가 균등한 원형의 광빔을 광빔 포트(32)를 통하여 방출한다. 램프 하우징(30)은 2 개의 광빔 포트(32)를 갖는 대류 냉각식 하우징 또는 하나의 광빔 포트(32)를 갖는 공냉식 하우징을 포함할 수 있다. 예컨대, 대류 냉각식 하우징은 100 W의 광원까지 수용할 수 있으며, 하우징은 250 W의 광원까지 수용할 수 있다. 저전력의 50 W 광원이 고전력의 광원보다 평균 수명이 훨씬 더 길기 때문에 바람직하다. 광원(14)은 120 VAC의 외부 전원(도시되어 있지 않음)을 사용하고, 50 W에서 거의 1 암페어의 전류를 유도한다.

일실시예에 있어서, 광원(14)은 광빔 출력을 감시하고 또한 제어하는 광 감도 제어기(23)를 포함한다. 광 감도 제어기(23)는 컴퓨터 제어기(26)가 광원등(燈)의 파손을 검출하고, 결합의 크기를 추정하는 것을 보조하기 위해 컴퓨터 제어기(26)에 접속되어 있다.

빔 조정 유닛(16)은 광원(14)이 방출한 광빔을 형성하기 위한 광빔 출력(32), 광빔을 보다 균일하게 하기 위한 조정기, 및 광빔 포트(32)로부터 기관(28)의 능동면까지의 광빔 경로(38)를 정의하기 위한 "미러(40, 41)와 같은" 미러를 통하여 성형(shaping)하기 위한 광학계를 포함한다. 일실시예에 있어서, 미러(40)는 광원(14)의 스펙트럼 출력을 430 nm~620 nm의 파장 범위로 제한되는 이색성 미러이다. 스펙트럼 출력의 제한에는 빔 조정 유닛(16)에서의 색수차가 작기 때문에 픽셀의 해상도가 높은 이점이 있다. 이 파장 범위에 걸친 광원(14)으로부터의 총 전력은 270 mW로 추정된다. 반과장판(46)은 광빔 경로(38) 내에 위치되어 s-편광을 생성한다.

광빔 경로(38)를 통과한 광빔은 실질적으로 기관(28)의 능동면 전체를 조광한다. 광빔 경로(38)는 기관(28)의 능동면에 대해 스침 입사각(44)을 형성하도록 배향된다. 스침 입사각은 기관(28)의 능동면에 수직인 벡터로부터 80°~90°의 입사각으로 정의된다. 전력을 낭비하지 않고 큰 입사각으로 기관(28)을 조광하기 위해서, 빔 조정 유닛(16)은 광빔 포트(32)로부터 수광한 원형의 광빔을 준직사각형 빔으로 변환시킨다. 원형으로부터 직사각형으로의 변환은 일련의 원통형 렌즈에 의해, 또는 적절한 빔 성형 광학계를 각 단부에 구분한 원형-직사각형 광섬유 다발에 의해 달성될 수 있다.

기관(28)은 일정한 직경(48)을 갖는다. 일실시예에 있어서, 검사 모듈(10)은 직경이 200 mm인 기관을 검사하도록 구성되어 있다. 이 실시예에 있어서, 빔 조정 유닛(16)은 원형의 광빔을 길이가 200 mm 이상의 준직사각형 빔으로 변환하며, 기관(28) 전체 표면을 한번에 조광할 수 있도록 한다.

광원(14)에는 광대역 광원 이외에 고전력 레이저선 발생기[예컨대, 670 nm이고, 50 mW의 라지리스(Lasiris)사의 매그넘(Magnum)형 레이저원] 또는 상업적으로 이용가능한 레이저 평행선 발생원과 같은 단색 레이저 광원을 포함할 수 있다. 레이저 광원에 의해, 빔 조정 유닛(16)은 기관(28) 전체를 빔각으로 조광할 수 있도록 결과적으로 얻어지는 광빔을 확장하고 또한 성형한다.

광원(14)으로부터의 광빔이 기관(28)의 능동면으로부터 반사될 때, 능동면 상에 있는 입자 또는 다른 표면 결합이 광빔 경로로부터의 광을 산란시킨다. 능동면으로부터의 산란광은 비거울면 반사광(non-specularly reflected light)이라고 칭한다. 결합에 의한 산란광의 강도는 결합의 크기의 함수이다. 거울면 반사광(50)은 광 포착 장치(22)에 의해 포착된다.

카메라(20)가 기관(28) 위에 지지되어 있고, 기관(28)의 능동면 상의 입자 및 다른 결합으로부터 산란된 비거울면 반사광의 화상 측정을 행하도록 배향되어 있다. 카메라(20)는 입자의 크기 및 표면 상태에 대해 검출을 최적화할 수 있는 가변의 노광을 갖는 것이 바람직하다. 카메라(20)는 밝은 배경 상의 약한 신호를 검출하기 위해 높은 신호대 잡음비 모드에서 동작하는 상업적으로 이용가능한 포토메트릭스(Photometrics)사 300형 시리즈 카메라와 같은 광학 등급의 느린 주사형 냉각식 CCD 카메라를 포함하는 것이 바람직하다. 냉각식 CCD 카메라는 광전검출기 어레이를 냉각시키기 위해 열전 냉각 장치와 같은 능동적 냉각 장치를 갖는다. 냉각식 CCD 카메라는 전극 암전류가 낮다. 느린 주사형 CCD 카메라는 화상 판독 시간이 비디오 카메라보다 훨씬 느리고, 광전검출기 어레이의 크기에 따라 초당 0.1 프레임~초당 10 프레임이다. 또한, 느린 주사형 CCD 카메라는 연속적으로 동작할 필요가 없으며, 이에 따라 검사 모듈은 지령에 따라 스냅샷(snap shot) 화상을 취할 수 있다. 느린 주사형 CCD 카메라는 판독 잡음이 작다. 다른 실시예에서는, 카메라(20)는 비디오 카메라를 포함한다. 종래의 비디오 카메라는 초당 30 프레임으로 화상을 생성하고 연속 모드로 동작한다.

카메라(20)는 렌즈(60) 및 전하 결합 소자 광전검출기 어레이(62)를 포함한다. 렌즈(60)는 기관(28)의 능동면으로부터 산란광의 일부를 수집하고, 이 수집된 산란광을 광전검출기 어레이(62)에 인가한다. 렌즈(60)는 선택된 공간 해상도에 대해 적당한 광수집을 제공하는, F/2.8에서 초점 거리가 50 mm의 구경을 갖는 "확대" 렌즈와 같은 상업적으로 이용가능한 고해상도 카메라 렌즈이어도 된다. 렌즈(60)는, 예컨대 로덴스톡(Rodenstock)의 아포 래더곤(Apo-Radagon)-N 시리즈의 렌즈 또는 로다곤(Rodagon) 시리즈의 렌즈이어도 된다. 가변 배율 범위의 렌즈를 이용하여 다양한 크기의 기관을 촬상할 수 있다.

광전검출기 어레이(62)는 렌즈(60)의 초점면(64) 내에 위치된다. 광전검출기 어레이(62)는 복수의 픽셀로 나뉘며, 각 픽셀은 기관(28)의 능동면 상의 단위 영역에 대응한다. 이들 복수의 픽셀은 일체가 되어 실질적으로 기관(28)의 능동면 전체를 커버하는 시야(66)를 갖는다. 양호한 공간 해상도를 위해서 큰 광전검출기 어레이가 바람직하다.

일실시예에서는, 광전검출기 어레이(62)는 1024×1024 개의 픽셀로 구성된 어레이를 포함하며, 여기서 광전검출기 어레이(62) 상에서의 각 픽셀의 면적은 24 μm×24 μm이다. 기관(28)의 직경(48)이 200 mm이면, 광전검출기 어레이(62)의

1024 개의 픽셀로 구성된 선이 직경(48)에 걸쳐 연장되어 있다. 이것에 의해, 약 0.12배의 배율이 얻어지고, 기관(28)의 능동면 상에서의 촬상 픽셀의 크기는 약 $200\ \mu\text{m} \times 200\ \mu\text{m}$ 이다. 해상도를 더욱 향상시키기 위해서, 예컨대 $2\text{K} \times 2\text{K}$ 개의 어레이 및 $4\text{K} \times 4\text{K}$ 개의 어레이와 같은 보다 큰 광전검출기 어레이 포맷을 사용하여도 된다.

카메라(20)는 디지털화 장치 및 컴퓨터 인터페이스 회로를 포함하고, 광전검출기 어레이(62)의 각 픽셀 내에서 검출된 광의 강도를 변화시켜 그레이 레벨 픽셀을 형성하는 것이 바람직하다. 그레이 레벨 픽셀은 8 비트 또는 16 비트의 TIFF 포맷과 같은 표준 포맷으로 코딩되고, 이것은 출력(70)에 제공된다. 출력(70)은, 예컨대 8 비트, 12 비트 또는 16 비트의 출력을 포함할 수 있다. 12 비트의 출력은 4096 그레이 레벨 픽셀 깊이의 고선명도 화상을 제공한다. 16 비트의 출력은 65,536 그레이 레벨 화상 깊이를 제공한다.

컴퓨터 제어기(26)는 표준 통신 인터페이스(72, 74)를 갖는, 인텔(Intel)[®]사의 펜티엄(Pentium)[®] 마이크로프로세서 기반형 워크스테이션을 포함하는 것이 바람직하다. 인터페이스(72)는 출력(70)에 접속되어 있고, 컴퓨터 제어기(26)가 카메라(20)와 통신할 수 있다. 인터페이스(72)는, 예를 들어 RS 232 인터페이스 또는 IEEE 488 인터페이스이어도 된다. 인터페이스(74)는 컴퓨터 제어기(26)가 다중 처리 클러스터 도구 시스템의 다른 컴퓨터와 통신할 수 있도록, 예컨대 SECS 인터페이스이어도 된다. 다른 컴퓨터로 이송되는 정보는, 예컨대 검사 조건, 검사 데이터, 분석 결과, 합격/불합격 신호 또는 시험 단계 정보를 포함할 수 있다.

컴퓨터 제어기(26)에는 카메라(20)의 동작을 제어하고, 다른 컴퓨터와 통신하며, 카메라(20)가 포착한 화상을 분석하기 위한 소프트웨어 드라이버가 제공된다. 모든 소프트웨어는 컴퓨터 제어기(26)와 연관된 메모리(도시되어 있지 않음)에 저장된다. 검사중에 카메라(20)가 포착한 화상은 컴퓨터 제어기(26)에 의해 처리되며, 입자, 및 굵힘, 얼룩, 잔류물, 지문 및 피트(pit)와 같은 다른 결함을 확인하여 계산한다. 검사는 상이한 조광 조건하에서 카메라를 수차례 노출하는 단계를 포함할 수 있다. 이들 조광에는 (i) 기관(28)의 배향을 결정하기 위해 명(明)시야 조광 상태에서 기관(28)의 화상을 얻는 것, 및 (ii) 기관(28)의 능동면 상의 결함의 고품질에서 저잡음의 화상을 얻기 위해 빗각으로 조광되는 하나 또는 그 이상의 기관(28)의 화상을 얻는 것이 포함된다.

명시야 조광(brightfield illumination)은 보조 광원(15)에 의해 제공된다. 광원(15)은 실질적으로 기관(28)의 능동면에 수직으로 배향된 광빔(82)을 발생시키고, 실질적으로 기관(28)의 능동면 전체를 조광한다. 기관(28)의 표면으로부터의 거울면 반사광은 렌즈(60)에 의해 수집되고, 광전검출기 어레이(62)에 인가된다. 명시야 조광하에서 얻어진 화상은 컴퓨터(26)에 의해 분석되며, 가장자리부 검출 소프트웨어를 사용하여 기관(28)의 주변부를 검출한다.

도 2는 카메라(20)의 시야(66) 내의, 광원(15)에 의한 명시야 조광하에서의 기관(28) 화상의 평면도이다. 시야(66)는 실질적으로 기관(28)의 능동면(90) 전체를 커버한다. 도 2에 도시된 실시예에서는, 기관(28)은 가장자리부 검출 소프트웨어용의 웨이퍼 평탄부(도시되어 있지 않음) 또는 노치(notch)(도시되어 있지 않음)와 같은 배향 특징(94)을 갖는 주변부(92)를 포함한다. 주변부(92)의 위치 및 배향(94)의 위치를 사용하여, 카메라(20)에 대한 기관(28)의 배향을 결정할 수 있다. 또한, 이 정보는 다음 검사 단계에서 검출된 입자 또는 다른 결함의 위치를 결정하기 위한 기준 좌표계를 설정하는 데 사용될 수 있다. 예컨대, 원점(96)을 주변부(92)의 원호 부분의 중심으로 하고, Y 축(98)이 배향(94)을 양분하며, X 축(100)이 Y 축(98)에 수직인 데카르트(X-Y) 기준 좌표계를 정한다. 이어서, 검출된 입자(102)의 위치는 Y 축(98) 및 X 축(100)에 따라 원점(96)에 대해 정의될 수 있다.

일단 기관(28)의 배향이 설정되면, 광원(14)에 의해 빗각으로 조광된 상태에서, 카메라(20)가 기관(28)의 화상을 포착한다. 이들 화상은 컴퓨터 제어기(26)에 의해 분석되고, 능동면(90) 상의 입자 및 다른 결함의 수 및 위치를 결정한다. 기관(28)의 각 단위 면적 내의 입자 및 다른 결함의 존재는 광전검출기 어레이(62)의 대응하는 픽셀 내에서 측정된 강도의 함수로서 확인된다. 일실시예에서는, 각 픽셀 내의 측정된 강도, 즉 그레이 레벨값은 강도 임계값과 비교된다. 이것에 의해, 입자에 의한 광의 산란을 표면의 거칠기에 의해 발생하는 광의 산란을 구별할 수 있다. 강도가 강도 임계값을 초과한 것이 측정된 픽셀의 각각은 입자 또는 다른 결함을 갖는 기관(28)의 영역에 대응한다. 기관(28)의 입자 또는 결함 위치의 리스트는 이들 픽셀의 각각의 광전검출기 어레이(62)의 다른 픽셀에 대한 위치에 기초하여 발생된다. 또한, 다수의 강도 임계값 레벨을 사용할 수 있다.

기관(28)의 능동면(90) 상에 존재하는 입자의 총수의 계수는 강도 임계값을 초과한 강도를 측정한 픽셀의 수의 계수에 기초하여 발생된다. 일실시예에서는, 광전검출기 어레이(62) 내에 서로 공간적으로 인접한 픽셀의 그룹은 능동면(90) 상의 단일 결함을 나타내는 것으로 간주된다. 결함의 형상을 분석하면, 결함 그룹의 종류를 입자, 얼룩, 지문 또는 굵힘과 같은 결함의 유형 또는 소스를 분류할 수 있다.

도 3은 픽셀의 수의 일례를 기관(28)의 화상 내의 그레이 레벨값의 함수로서 도시하는 히스토그램이다. 선(110)은 강도 임계값을 나타낸다. 그레이 레벨값이 강도 임계값(110) 이상인 픽셀은 소정 이상의 크기의 입자로부터 산란광에 의해 활성화된다. 그레이 레벨값이 강도 임계값(110) 이하인 픽셀은 소정 이하의 크기의 입자 또는 표면 거칠기로부터 산란광에 의해 활성화된다.

입자 및 결함에 대해 가장 높은 감도를 얻기 위해서는 화상 향상화 기술을 사용할 수 있다. 예컨대, 동일한 기관의 다수의 화상을 평균화하여 랜덤한 잡음을 감소시킬 수 있다. 또한, 배경의 감산을 적용함으로써, 입자에 의한 광 산란과 표면 거칠기에 의한 광 산란, 즉 흐릿함과의 사이의 콘트라스트를 개량할 수 있다. 일실시예에서는, 기관(28)의 표면 거칠기를 나타내는 표면 거칠기의 강도값은 이 측정된 강도를 강도 임계값과 비교하기 전에 각 픽셀 위치에서 측정된 강도로부터 감산된다.

다른 실시예에서는, 컴퓨터 제어기(26)는 유사한 조명 조건하에서 카메라(20)에 의해 몇몇 청결하고 결함이 없는 기관의 배경 화상을 얻는다. 컴퓨터 제어기(26)는 이들 배경 화상을 평균화하여, 결과적으로 얻어지는 화상을 메모리에 저장한다. 기관(28)과 같은 기관의 검사중에, 저장된 평균화된 배경 화상은 메모리로부터 판독되고, 이들은 기관(28)의 얻어진 화상으로부터 감산된다.

도 4는 기관이 빔각으로 조광된 상태에서 카메라(20)가 얻은 기관(28)의 화상(130)을 도시하는 도면이다. 하나의 입자(132)가 화상(130) 상의 밝은 점으로 표현되고 있다. 밝은 점과 화상의 나머지 부분간의 콘트라스트는 다소 낮다. 도 5는 저장된 배경 화상을 감산한 후의 기관(28)의 화상(134)을 도시하는 도면이다. 입자(132)와 화상의 나머지의 콘트라스트는 개선되었다.

배경 표면 거칠기에 의해 산란광의 강도가 공간적으로 불균일할 수 있기 때문에, 컴퓨터 제어기(26)는 강도 임계값(110)을 적용하기 전에 배경의 감산 단계를 수행하는 것이 바람직하다. 배경 강도는 공간적으로 불균일할 수 있다. 이것은 조광 강도가 불균일하기 때문이거나, 표면 거칠기, 즉 얼은 안개의 분포가 불균일하기 때문이거나, 또는 이 둘의 조합때문이다.

전자 반도체 웨이퍼와 같은 패턴을 갖는 기관에서는, 배경 강도 분포는 기관의 종류 및 조광에 관한 배향에 따라 어느 정도 변화할 수 있다. 소정 범위의 기관 종류 및 배향을 얻을 수가 있고, 컴퓨터 제어기(26)의 배경 라이브러리에 저장될 수 있다. 검사중에, 컴퓨터 제어기(26)는 검사를 받는 기관의 종류 및 배향에 대응하는 배경 화상을 배경 라이브러리로부터 선택하고, 이어서 얻어진 화상으로부터 선택된 배경 화상을 감산할 수 있다. 이와 달리, 컴퓨터 제어기(26)는 실질적으로 입자가 없는 것이 확인된 인접한 픽셀의 측정된 강도값을 평균화함으로써 얻어진, 주어진 픽셀에서의 국부 영역의 배경 추정을 사용하여 배경 감산을 행할 수 있다.

컴퓨터 제어기(26)에는 결함 검출 소프트웨어 이외에 "제어 불능" 처리 상태를 검출하기 위해, 검사된 기관으로부터 얻어진 화상의 기호(signature) 분석을 행하는 소프트웨어가 제공된다. 일실시예에서는, 제어 불능 처리 상태는 검사되는 기관으로부터 얻어진 화상을 제어 불능 처리 상태와 연관되어 있는 것이 이전에 알려져 있는 기호 라이브러리로부터의 화상과 비교함으로써 검출된다.

도 1 내지 도 5에 도시되고 또한 이들 도면을 참조하여 설명한 검사 모듈(10)은 다중 처리 "클러스터 도구" 시스템 내의 몇몇 처리 모듈 중 하나로서 용이하게 통합될 수 있다. 클러스터 도구는 공통의 재료 핸들링 인터페이스 및 공통의 컴퓨터 통신 인터페이스에 의해 연결된, 환경적으로 독립된 한 세트의 처리 챔버, 즉 모듈을 포함하는 제조 시스템이다. 공통의 재료 핸들링 인터페이스는 가공물을 시스템의 다양한 모듈간에 이송한다. 공통의 컴퓨터 통신 인터페이스는 순차적인 처리 단계를 제어한다. 다수의 동작을 단일 제조 시스템 내에서 그룹화하면, 처리의 생산량이 증가하고(웨이퍼의 핸들링이 감소되고, 처리 제어가 개선되기 때문임), 처리 사이클-시간이 감소한다. 증착 및 식각을 행하기 위한 진공 클러스터 도구, 및 리소그래피 클러스터 도구와 같은 몇몇 형태의 클러스터링 시스템이 있다. 본 발명의 검사 모듈은 간단하고 저렴하며 콤팩트한 웨이퍼 검사 시스템을 제공하는데, 이 시스템은 가공과 검사 사이의 경과 시간이 최소화될 수 있도록 이러한 클러스터 도구 시스템 내에 통합될 수 있다. 예컨대, 본 발명의 검사 모듈은 기관 연마 장치 또는 세정 장치에 통합되고, 기관을 세정 및 검사하기 위한 클러스터 도구 시스템을 형성할 수 있다.

도 6은 본 발명의 검사 모듈이 통합된 다중 처리 클러스터 도구 시스템의 개략도이다. 클러스터 도구 시스템(200)은 로드 입력(204) 및 언로드 출력(206)을 갖는 기관 로드/언로드 모듈(202)을 포함한다. 일실시예에서는, 로드 입력(204) 및 언로드 출력(206)은 클러스터 도구 시스템(200)에 대해 로드 또는 언로드될 복수의 기관을 유지하는 기관 캐리어를 포함하는 것이 바람직하다. 클러스터 도구 시스템(200)은 복수의 기관 처리 스테이션(208~211)을 더 포함한다. 처리 모듈

(212~214)은 처리 스테이션(208~210)에 각각 위치된다. 검사 모듈(10)은 처리 스테이션(211)에 위치된다. 각 처리 모듈(212~214)은 각 처리 모듈 챔버로의 액세스를 제공하는 처리 챔버 입구(216)를 갖는다. 마찬가지로, 검사 모듈(10)은 검사 모듈로의 액세스를 제공하는 입구(27)를 포함한다.

공통의 재료 이송암(220)은 기관 로드 입력(204), 기관 언로드 입력(206), 처리 모듈(212~214), 및 검사 모듈(10)을 소정의 기관 이동 경로를 따라 관련시킨다. 도 6에서는, 이송암(220)은 기관(222)을 처리 모듈(214) 내로 이송하는 상태로 도시되어 있다. 기관(222)을 검사하고자 할 때, 이송암(220)은 기관(222)을 입구(27)를 통해서 검사 모듈(10)의 엔클로저 내로 이송한다.

전술한 바와 같이, 검사 모듈 컴퓨터 제어기(26)는 검사 동작을 제어하고, 화상 분석을 행하기 위한 검사 모듈(10)에 접속되어 있다. 검사 모듈 컴퓨터 제어기(26)는 또한 클러스터 도구 시스템(200) 및 그 이송암(220)을 제어하는 클러스터 도구 컴퓨터(232)에 접속되어 있다. 검사 모듈 컴퓨터 제어기(26)는 컴퓨터(232)에 의해 결정된 전체 처리 시퀀스에서의 검사 단계를 스케줄링하기 위해 클러스터 도구 컴퓨터(232)와 통신한다. 본 발명의 몇몇 실시예에서는, 이송암(220)은 그 자체의 컴퓨터 제어기(234)에 의해 제어된다. 검사 모듈 컴퓨터 제어기(26)는 이송암 컴퓨터 제어기(234)와 통신하기 위해 이송암 컴퓨터 제어기(234)에 결합되어 있다.

일 실시예에서는, 클러스터 도구 시스템(200)은, 기관 처리 모듈(212)이 기관 연마, 즉 평탄화 모듈을 포함하고, 기관 처리 모듈(213)이 세정 모듈을 포함하며, 기관 처리 모듈(214)이 린스(rinsing) 모듈을 포함하는 기관 연마 및 검사 클러스터 도구 시스템이다. 또한, 기관의 스크러브(scubbing) 및 린스후, 검사 전에 기관을 건조시키기 위해 추가의 기관 처리 모듈(도 6에 도시되어 있지 않음)을 추가하여도 된다.

도 7은 클러스터 도구 시스템(200) 내에서의 기관(222)에 대한 대표적인 처리 시퀀스를 도시하는 흐름도이다. 단계(242)에서는, 이송암(220)이 기관(222)을 기관 로드 입력(204)로부터 로드한다. 단계(244)에서는, 이송암(220)은 처리전 검사를 위해 기관(222)을 검사 모듈(10)로 이송한다. 일단 처리전 검사가 완료되면, 단계(246) 내지 단계(250)에서 이송암(220)이 기관(222)을 검사 모듈(210)로부터 처리 모듈(212~214)로 이송한다. 단계(252)에서는, 이송암(220)은 처리전 검사를 위해 기관(222)을 처리 모듈(214)로부터 검사 모듈(10)로 이송한다. 최종적으로, 단계(254)에서 이송암(220)은 기관(222)을 기관 언로드 출구(206)로 이송한다.

도 8은 이송암(220)에 의한 기관(222)의 삽입을 상세히 도시하는 검사 모듈(10)의 개략도이다. 도 8에서는 동일 또는 유사한 소자에 대해 도 1 및 도 6에서 사용된 것과 동일한 참조 번호를 사용하였다. 이송암(220)은 기관이 엔클로저(12)의 외부에 위치한 검사 모듈(10)에 대하여 후퇴 위치(260)(가상선으로 도시됨)를 갖는다. 이송암(220)은 기관(222)이 엔클로저(12)의 내부에 위치한 연장 위치(262)를 갖는다. 연장 위치(262)에서는, 이송암(220)은 입구(27)를 통하여 연장된다. 이송암(220)은 검사 처리중에 기관(222)을 광범 경로(38) 및 카메라(20)에 대하여 소정의 기관 유지 위치에 지지하는 하는 것이 바람직하다. 도 1에 도시된 홀더(18)와 같은 별도의 홀더를 필요로 하지 않는다. 이것에 의해, 기관과 추가 홀더간의 접촉에 의해 기관(222) 뒷면이 오염되는 일이 없다. 도 8에 도시된 실시예의 또 다른 중요한 이점은 엔클로저(12) 내에서 기계적으로 이동하는 소자가 이송암(220) 이외에는 없다고 하는 것이다. 이것은 기관 상에 떨어질 수 있는 입자를 발생시키는 기계적 마찰이 시스템 내에 없기 때문에, 기관(222)의 능동면이 오염될 기회를 감소시킨다. 또한, 모든 이동 부분을 제거함으로써, 검사 모듈(10)의 신뢰성이 높아진다. 이것은 반도체 제조 기기에 대한 중요한 특징이다. 이동 부품이 없기 때문에, 검사 모듈(10)은 기관 전체를 검사할 수 있도록 하기 위해 기관 또는 광원의 병진 이동 또는 회전 이동과 같은 이동을 필요로 하는 검사 시스템 보다 더욱 간단하고 또한 저렴하다.

또 다른 실시예에서는, 본 발명의 검사 모듈은 기관 처리 챔버 내의 기관 상의 입자를 원위치(in-situ) 검사를 행하도록 구성되어 있다. 도 9는 원위치 검사를 도시하고 있다. 검사 모듈(299)은 광원(300), 빔 성형 및 유도 광학계(302), 카메라(304), 광 포착 장치(306) 및 컴퓨터 제어기(326)를 포함한다. 이들 소자는 도 1에 도시된 소자와 거의 동일하다. 그러나, 도 9에 도시된 실시예에서는, 이들 소자는 반도체 처리 챔버(308)의 외부 둘레에 배치되어 있다.

기관(310)은 챔버(308) 내에서 홀더(312) 상에 지지되어 있다. 기관 처리 장치(314)는 기관(310) 상에 제조 처리 단계를 수행하기 위해 기관 홀더(312)에 대해 챔버(308) 내에 지지되어 있다. 기관 처리 장치(314)는, 예컨대 진공 상태에서 동작하는 증착 장치 또는 식각 장치를 포함할 수 있다. 본 발명의 일 실시예에서는, 챔버(308)는 기관이 후속 진공 처리 챔버 내로 이송되기 전에 챔버 내의 공기를 배출하여 감압하는 로드락(load-lock) 챔버이다. 챔버(308)는 광학적으로 투명한 창(320)을 포함한다. 광원(300) 및 광학계(302)는, 광원이 창(320)을 통해 실질적으로 기관(310)의 능동면 전체를 능동면에 대해 스침 입사각으로 조광하도록 창(320)에 대하여 지지되어 있다. 카메라(304)는 챔버(308)의 상면 상에 지지되어 있고, 실질적으로 기관(310)의 능동면 전체를 다른 광학적으로 투명한 창(321)을 통해 커버하는 시야(322)를 갖는다. 카메라(304)는 능동면 상의 소정의 입자 또는 다른 결함으로부터 산란된 비거울면 반사광의 부분을 검출하도록 배향되어 있

다. 일단 카메라(304)가 기관(310)의 화상을 얻으면, 카메라(304)는 능동면의 단위 면적당 검출된 비거울면 반사광의 강도를 나타내는 디지털 출력(324)을 발생한다. 컴퓨터 제어기(326)는 출력(324)에 결합되어 있고, 전문화된 입자 검출 기능 및 입자 분석 기능을 행한다.

거울면 반사광(330)을 광 포착 장치(306)로 전달하도록 하기 위해서, 광학적으로 투명한 제2 창(328)이 챔버(308)의 벽에 위치된다. 도 9에 도시된 실시예는 검사 모듈에 수용하기 위해 별도의 검사 스테이션을 이용할 수 없는 경우에 클러스터 도구 시스템에서 사용할 수 있다. 또한, 도 9에 도시된 실시예는 입자의 원위치 검출 능력을 갖도록 기존 처리 도구를 개조하는데 이용가능하다.

본 발명의 검사 모듈은, 특히 화학기계적 연마(CMP) 처리와 같은 기관 연마 처리에 매우 적합하다. CMP 처리에서는, 기관에는 전면(globally) 평탄화가 가해진다. 이 전면 평탄화를 받는 기관은, 예를 들어 반도체 웨이퍼, 다중칩 모듈 전자 장치 패키지 기관, 강성의 디스크 드라이브 매체, 평판 디스플레이 및 초소형 전기기계적 센서 기관을 포함할 수 있다.

기관 연마는 입자를 기반으로 한 슬러리를 연마용 혼합물로서 사용하기 때문에 기관을 "오염시키는" 작업이다. 따라서, 기관은 통상적으로 연마 작업 후에 세정되며, 이 세정 처리의 유효성을 확인하기 위해서 세정후 반드시 기관을 검사해야 한다. 연마 작업에 의해, 본 발명에 따른 처리후(post-process) 빗각 검사 단계에 적합할 수 있는 비교적 매끄러운 평탄화된 표면이 얻어진다. 패턴을 갖는 반도체 웨이퍼에 대해서는, 기관 표면의 패턴으로부터의 광산란이 존재한다고 하여도 최소화된다. 따라서, 패턴을 갖는 기관의 화상을 필터링하는 복잡하고도 시간이 걸리는 검사 단계 및 분석 기술이 필요없게 된다.

도 10은 통합된 클러스터 도구 시스템으로서, 또는 본 발명의 다양한 실시예에 따른 별도의 자체 장착식 유닛으로서 구성될 수 있는 기관 연마 및 검사 장치(400)를 도시하고 있다. 도 11은 도 10에 도시된 장치에서 수행되는 처리 단계를 도시하는 흐름도이다. 장치(400)는 기관 이동 경로(412)를 따라 위치하는 기관 로드 캐리어(402), 기관 연마 스테이션(404), 기관 세정 스테이션(406), 기관 검사 스테이션(408) 및 기관 언로드 캐리어(410)를 포함한다. 기관 로드 캐리어(402)는 연마될 복수의 기관(414)을 유지한다. 기관(414)은 도 6에 도시된 압과 유사한 공통의 재료 이송암에 의해 스테이션으로부터 스테이션으로 이송될 수 있다.

단계(430)에서는, 하나 또는 그 이상의 기관(414)이 캐리어(402)로부터 로드되고, 기관 연마 스테이션(즉, 클러스터 도구 모듈)(404) 내에 위치되며, 단계(431)에서 기관이 평탄화된다. 기관 연마 스테이션(404)은 이 기관 연마 스테이션(404)으로의 기관의 로드 및 언로드, 및 이 기관 연마 스테이션(404) 내에서의 연마 단계의 시퀀스를 제어하는 컴퓨터 기반형 제어기(440)를 구비한다. 또한, 이 제어기(440)는 기관 연마 및 검사 장치(400)의 전(全)처리 시퀀스를 제어하고, 공통의 기관 이송암이 있는 경우에는 이들을 제어하며, 각 처리 및 검사 스테이션의 상태를 감시하고, 사용자 인터페이스를 제공하기 위한 마스터 제어기로서도 기능할 수 있다.

연마후, 기관(414)은 기관 연마 스테이션(404)으로부터 언로드되고, 단계(432)에서 세정 스테이션(406) 내의 기관 유지 탱크(416)에 위치된다. 기관 유지 탱크(416)는 기관(414)을 덮는 물(418)로 채워져 있다. 이것에 의해, 기관 연마 스테이션(404)에서 사용된 연마 혼합물이 기관의 세정전에 각 기관(414) 상에서 건조되지 않도록 한다. 단계(433)에서는, 회전 브러시 스크러버(scrubber)(420)를 적당한 계면 활성제와 함께 사용하여 기관(414)의 양면을 습식으로 세정하는 것이 바람직하다. 이어서, 단계(434)에서는, 기관(414)은 청정한 여과된 탈이온수를 이용하여 분무기(422)에 의해 린스 처리되는 것이 바람직하다. 단계(435)에서는, 기관(414)을 건조 스테이션(424)에서 건조한다. 기관(414)의 건조는 기관을 화살표(426)가 지시하는 방향으로 회전시킴으로써 행해지는 것이 바람직하다. 세정 스테이션(406)은 이 세정 스테이션(406) 내에서의 다양한 세정 단계를 제어하기 위해, 및 제어기(440)와 통신하기 위해, 하나 또는 그 이상의 제어기(441)를 포함할 수 있다. 예컨대, 제어기(441)는 상태 정보, 및 기관을 각 세정 단계에서 반입 및 반출하는 스케줄링 정보를 통신할 수 있다.

일단 기관(414)이 세정되면, 그 기관은 기관 세정 스테이션(406)으로부터 언로드되고, 단계(436)에서 연마 및 세정후에 기관 상에 잔류하는 입자 및 다른 결함에 대해 각 기관을 검사하는 기관 검사 스테이션(408)으로 로드된다. 기관 검사 스테이션(408)은 도 1에 도시된 것과 유사한 검사 모듈을 포함하고, 실질적으로 기관(414)의 능동면 전체를 기관의 능동면에 대해 스침 입사각으로 배향된 광빔으로 조광하는 것이 바람직하다. 연마 및 세정후에 능동면 상에 잔류하는 소정의 결함은 광빔으로부터의 광을 산란시킨다. 산란광은 도 1에 도시된 광전검출기 어레이(62)와 같은 광전검출기 어레이에 인가된다. 광전검출기 어레이의 각 픽셀은 기관의 능동면 상의 단위 면적에 대응한다. 복수의 픽셀은 일체가 되어 실질적으로 능동면 전체를 커버하는 시야를 갖는다. 이어서, 광전검출기 어레이에 인가된 산란광의 강도가 측정된다. 도 1에 도시된 제어기(26)와 유사한 컴퓨터 제어기(442)가 전문화된 검출 단계 및 분석 단계를 수행한다. 검사후, 단계(437)에서 각 기관(414)은 기관 검사 스테이션(408)으로부터 언로드되어, 기관 언로드 캐리어(410)로 로드된다.

제어기(442)는 상태 정보를 통신하기 위해, 및 검사 모듈(408)로의 기관의 반입 및 반출을 스케줄링하기 위해 제어기(440, 441)에 결합되어 있다. 일실시예에서는, 제어기(442)는 각 검사 결과를 마스터 제어기(440) 및 제어기(441)로 통신한다. 마스터 제어기(440)는 검사 결과에 기초하여 적당한 데이터를 그 사용자 인터페이스에 제공하거나, 또는 필요하다면 선택된 기관에 대해 추가의 처리 단계를 스케줄링할 수 있다. 예컨대, 최대 표면 거칠기 시험 또는 결합 시험과 같은 특정 검사 시험에서 특정 기관이 불합격한 경우, 마스터 제어기(440)는 불합격 표시를 제어기(442)로부터 수신하고, 그 기관에 대해 연마 스테이션(404), 세정 스테이션(406) 또는 검사 스테이션(408)을 통과하는 추가의 경로를 스케줄링한다. 각 제어기간의 통신은, 예컨대 표준 SECS 통신 인터페이스를 통해 제공된다.

결론

본 발명의 기관 검사 모듈은 복잡도가 비교적 낮고, 기관 전체를 한번에 촬상함으로써, 검사 사이클 시간을 최소화하고 최적의 감도를 제공한다. 검사 모듈의 기관 검사 사이클 시간은, 종래의 기관 검사 방법이 수 십초인 것에 비해, 10 초 이하이다. 이것에 의해, 암을 다른 태스크(task)에 이용할 수 있는 시간의 양을 대폭 감소시키지 않고, 공통의 이송암 상에 기관을 위치시킨 상태에서 기관을 검사할 수 있다. 또한, 이것에 의해, 처리의 전(全)처리량에 큰 영향을 미치지 않고, 검사 모듈을 다수의 단계 처리에 통합할 수 있다. 모듈 자체에는 이동 부분이 없다. 이것에 의해, 입자의 발생이 감소되고, 검사 사이클 시간을 더 감소시킨다. 또한, 검사 모듈은 진공 상태에서 동작하는 처리 챔버를 포함하는 기관 처리 챔버 내에서 웨이퍼 상의 입자의 원위치 검출을 제공할 수 있다. 본 발명의 검사 모듈의 다른 이점은 연마 작업 및 세정 작업에 기관 상의 입자를 검출하는데 특히 적합하다는 것이다.

비록 본 발명은 바람직한 실시예를 참조하여 설명되었지만, 당업자는 본 발명의 정신 및 범위로부터 벗어나지 않고, 형태 및 상세에 변경을 실시할 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다.

(57) 청구의 범위

청구항 1.

클러스터 도구 시스템의 기관의 표면 상의 결함을 검출하기 위한 광학 검사 클러스터 도구 모듈에 있어서,

공통의 재료 이송암을 수용하도록 된 재료 이송 개구를 갖는 엔클로저와;

상기 엔클로저 내의 기관 유지 위치와;

광빔 포트를 갖는 광원과;

상기 광빔 포트로부터 상기 기관 유지 위치까지 연장되고, 상기 기관의 상기 표면에 대해 스침 입사각(grazing angle of incidence)을 가지며, 실질적으로 상기 표면 전체를 조광하는 광빔 경로와;

상기 표면 상의 소정의 결함에 의해 상기 광빔 경로로부터 산란된 비거울면 반사광(non-specularly reflected light)을 수집하도록 배향된, 초점면을 갖는 렌즈와;

상기 렌즈의 상기 초점면 내에 위치하는 복수의 픽셀을 갖고, 상기 픽셀의 각각은 상기 표면 상의 영역에 대응하며, 상기 복수의 픽셀은 일체가 되어 실질적으로 상기 표면 전체를 커버하는 시야를 형성하는 광전검출기 어레이

를 포함하는 광학 검사 클러스터 도구 모듈.

청구항 2.

제1항에 있어서, 상기 엔클로저 내의 상기 기관 유지 위치에 고정된 기관 홀더를 더 포함하는 것인 광학 검사 클러스터 도구 모듈.

청구항 3.

제1항에 있어서, 상기 엔클로저 내에는 기계적으로 이동하는 구성 요소가 없는 것인 광학 검사 클러스터 도구 모듈.

청구항 4.

제1항에 있어서, 상기 광빔 포트는 광대역의 평행화된 원형의 광빔 포트를 포함하고, 상기 광빔 경로는 원형-직사각형 빔 성형 변환기를 포함하는 것인 광학 검사 클러스터 도구 모듈.

청구항 5.

제1항에 있어서, 상기 광원은 단색 레이저 광원을 포함하는 것인 광학 검사 클러스터 도구 모듈.

청구항 6.

제1항에 있어서, 상기 렌즈와 상기 광전검출기 어레이는 일체가 되어 전하 결합 소자(CCD) 어레이 카메라를 구성하는 것인 광학 검사 클러스터 도구 모듈.

청구항 7.

제6항에 있어서, 상기 CCD 어레이 카메라는 느린 주사형 냉각식 CCD 어레이 카메라를 포함하는 것인 광학 검사 클러스터 도구 모듈.

청구항 8.

제1항에 있어서, 상기 렌즈와 상기 광전검출기 어레이는 일체가 되어 비디오 카메라를 구성하는 것인 광학 검사 클러스터 도구 모듈.

청구항 9.

제1항에 있어서, 상기 엔클로저는 광을 통과시키지 않도록 되어 있는 것인 광학 검사 클러스터 도구 모듈.

청구항 10.

제1항에 있어서, 상기 엔클로저는 광흡수성 내면을 포함하는 것인 광학 검사 클러스터 도구 모듈.

청구항 11.

제1항에 있어서, 상기 표면으로부터의 거울면 반사광을 포착하기 위해, 상기 광빔 경로 및 상기 기관 유지 위치에 대해 배향된 빔 포착 장치를 더 포함하는 것인 광학 검사 클러스터 도구 모듈.

청구항 12.

제1항에 있어서, 수집된 비거울면 반사광의 상기 초점면 내의 상기 복수의 픽셀 각각에서의 강도를 측정하기 위해, 및 상기 결함의 존재를 측정된 감도의 함수로서 확인하기 위해 상기 광전검출기 어레이에 결합된 수단을 더 포함하는 것인 광학 검사 클러스터 도구 모듈.

청구항 13.

제1항에 있어서, 수집된 비거울면 반사광의 상기 초점면 내의 상기 복수의 픽셀 중 적어도 하나의 픽셀 내에서의 강도를 측정하기 위해, 및 상기 측정된 강도에 기초하여 표면 거칠기를 측정하기 위해 상기 광전검출기 어레이에 결합된 수단을 더 포함하는 것인 광학 검사 클러스터 도구 모듈.

청구항 14.

제1항에 있어서, 상기 광원에 결합된 광의 강도 제어를 더 포함하는 것인 광학 검사 클러스터 도구 모듈.

청구항 15.

제1항에 있어서, 상기 광전검출기 어레이는 복수의 픽셀의 각각 내에 인가된 광의 강도를 나타내는 출력을 갖고, 상기 모듈은 상기 출력에 접속된 컴퓨터 제어를 더 포함하는 것인 광학 검사 클러스터 도구 모듈.

청구항 16.

제1항에 있어서, 상기 엔클로저는 진공 챔버를 포함하는 것인 광학 검사 클러스터 도구 모듈.

청구항 17.

표면을 갖는 기관을 처리하기 위한 통합 클러스터 도구 시스템에 있어서,

기관 로드 입력을 갖는 로드 모듈과;

복수의 기관 처리 모듈과;

기관 검사 모듈로서, 이 기관 검사 모듈은,

기관 로드 개구를 갖는 엔클로저와,

상기 엔클로저 내의 기관 유지 위치와,

광빔 포트를 갖는 광원과,

상기 광빔 포트로부터 상기 기관 유지 위치까지 연장되고, 상기 기관이 상기 기관 유지 위치에 고정되어 있을 때 상기 표면에 대해 스침 입사각을 가지며, 실질적으로 상기 표면 전체를 조광하는 광빔 경로와,

상기 표면 상의 입자를 포함하는 소정의 결함에 의해 상기 광빔 경로로부터 산란된 비거울면 반사광을 수집하기 위해 상기 기관 유지 위치에 대해 배향된, 초점면을 갖는 렌즈와,

상기 렌즈의 상기 초점면 내에 위치하는, 상기 표면 상의 단위 면적에 각각 대응하며, 일체가 되어 실질적으로 상기 표면 전체를 커버하는 시야를 제공하는 복수의 픽셀을 갖는 광전검출기 어레이를 포함하는, 상기 기관 검사 모듈, 및

상기 기관 로드 입력, 상기 기관 처리 모듈의 각각 및 상기 기관 검사 모듈과 기관 이동 경로를 따라 관련되는 공통의 기관 이송암

을 포함하는 통합 클러스터 도구 시스템.

청구항 18.

제17항에 있어서, 상기 복수의 기관 처리 모듈은 기관 스크러브 모듈, 기관 린스 모듈 및 기관 건조 모듈을 포함하는 것인 통합 클러스터 도구 시스템.

청구항 19.

제17항에 있어서, 상기 복수의 기관 처리 모듈은 기관 연마 모듈을 더 포함하는 것인 통합 클러스터 도구 시스템.

청구항 20.

제17항에 있어서, 상기 기관 검사 모듈은 상기 엔클로저 내에 기계적인 이동하는 구성 요소가 없는 것인 통합 클러스터 도구 시스템.

청구항 21.

제17항에 있어서, 상기 공통의 기관 이송암은 후퇴 위치 및 연장 위치를 갖는 기관 홀더를 포함하며, 상기 기관 홀더는 상기 공통의 기관 이송암이 상기 후퇴 위치에 있을 때 상기 엔클로저의 외부에 위치하고, 상기 공통의 기관 이송암이 상기 연장 위치에 있을 때 상기 엔클로저의 내부에서 상기 기관 유지 위치에 위치하는 것인 통합 클러스터 도구 시스템.

청구항 22.

제21항에 있어서, 상기 공통의 기관 이송암이 상기 기관 홀더를 상기 연장 위치에서 지지하고 있을 때 상기 광빔 경로를 통해 상기 표면이 조광되도록 상기 광원을 제어하기 위해, 및 비거울면 반사광의 결과로서 얻어진 강도를 복수의 픽셀 내에서 측정하기 위해 상기 광원, 상기 광전검출기 어레이 및 상기 공통의 기관 이송암에 접속된 검사 제어기 수단을 더 포함하는 것인 통합 클러스터 도구 시스템.

청구항 23.

제17항에 있어서, 상기 통합 클러스터 도구 시스템 내에서 상기 기관에 가해지는 처리 단계의 시퀀스를 제어하기 위해, 상기 로드 모듈, 상기 복수의 기관 처리 모듈, 상기 기관 검사 모듈 및 상기 공통의 기관 지지암에 동작 가능하게 결합된 클러스터 도구 제어기 수단을 더 포함하며,

상기 기관 검사 모듈은 상기 표면이 상기 광빔 경로를 통해 조광되도록 상기 광원을 제어하고, 비거울면 반사광의 결과로서 얻어지는 강도를 상기 복수의 픽셀 내에서 측정하며, 상기 측정된 강도를 나타내는 출력을 상기 클러스터 도구 제어기 수단에 제공하기 위해 상기 광원, 상기 광전검출기 어레이 및 상기 클러스터 도구 제어기 수단에 결합된 검사 제어기 수단을 더 포함하는 것인 통합 클러스터 도구 시스템.

청구항 24.

전자 기관의 표면을 처리하고 또한 원위치(in-situ) 검사를 행하기 위한 전자 기관 처리 및 검사 챔버에 있어서,

챔버 엔클로저와;

상기 전자 기관을 유지하기 위해 상기 챔버 엔클로저 내에 위치한 전자 기관 홀더와;

상기 챔버 엔클로저 내에 상기 전자 기관 홀더에 대해 지지된 전자 기관 처리 장치와;

상기 챔버 엔클로저 내에 형성된 광학적으로 투명한 창과;

실질적으로 상기 전자 기관의 상기 표면 전체를 상기 광학적으로 투명한 창을 통하여 상기 표면에 대해 스침 입사각으로 조광하기 위해 상기 챔버 엔클로저의 외부에 지지되어 있는 조광 수단과;

상기 표면 상의 소정의 결함으로부터 산란된 비거울면 반사광을 검출하기 위해, 상기 검출된 비거울면 반사광의 상기 표면의 단위 면적당 강도를 나타내는 디지털 출력을 발생하기 위해 실질적으로 상기 전자 기관의 상기 표면 전체를 커버하는 시야를 갖는 카메라 수단

을 포함하는 전자 기관 처리 및 검사 챔버.

청구항 25.

제24항에 있어서, 상기 결함의 존재를 검출하기 위해 상기 디지털 출력을 디지털 처리하기 위한 수단을 더 포함하는 것인 전자 기관 처리 및 검사 챔버.

청구항 26.

기관의 표면을 처리 및 검사하기 위한 방법에 있어서,

상기 표면을 연마하는 단계와;

연마후에 상기 표면을 세정하는 단계와,

상기 연마 및 세정후에 상기 표면에 남아 있는 소정의 결함이 상기 표면에 대해 스침 입사각으로 배향된 제1 광빔으로부터의 광을 산란하도록 상기 제1 광빔으로 실질적으로 상기 표면 전체를 조광하는 단계와;

상기 표면 상의 단위 면적에 각각 대응하고, 일체가 되어 실질적으로 상기 표면 전체를 커버하는 시야를 제공하는 복수의 화소를 갖는 광전검출기 어레이에 상기 제1 광빔으로부터의 산란광을 인가하는 단계와;

상기 광전검출기 어레이에 인가된 산란광의 강도를 측정하는 단계

를 포함하는 기관의 표면 처리 및 검사 방법.

청구항 27.

제26항에 있어서, 상기 표면의 각 단위 면적 내에 남아 있는 소정의 결함을 상기 광전검출기 어레이의 대응하는 픽셀 내의 측정된 강도의 함수로서 확인하는 단계를 더 포함하는 것인 기관의 표면 처리 및 검사 방법.

청구항 28.

제27항에 있어서, 상기 소정의 결함을 확인하는 단계는,
상기 복수의 픽셀의 각각 내의 측정된 강도를 강도 임계값과 비교하는 단계와,
상기 측정된 강도가 강도 임계값을 초과하는 픽셀을 확인하는 단계와,
상기 측정된 강도가 강도 임계값을 초과하는 픽셀에 대응하는 상기 표면 상의 단위 면적을 확인하는 단계와,
상기 확인된 단위 면적에 기초하여 결함 위치의 리스트를 발생하는 단계
를 포함하는 것인 기관의 표면 처리 및 검사 방법.

청구항 29.

제26항에 있어서, 상기 기관은 패턴을 갖는 반도체 웨이퍼를 포함하며, 상기 패턴을 갖는 반도체 웨이퍼의 표면 상의 결함을 상기 광전검출기 어레이의 상기 복수의 픽셀 내의 상기 측정된 강도의 함수로서 확인하는 단계를 더 포함하는 것인 기관의 표면 처리 및 검사 방법.

청구항 30.

제26항에 있어서, 상기 결함은 상기 연마 및 상기 세정후에 상기 표면에 남아 있는 입자를 포함하며, 상기 기관의 표면 처리 및 검사 방법은,
상기 복수의 픽셀의 각각 내의 측정된 강도를 강도 임계값과 비교하는 단계와,
상기 측정된 강도가 강도 임계값을 초과하는 픽셀을 계수하는 단계와,
상기 측정된 강도가 강도 임계값을 초과하는 픽셀의 계수에 기초하여 상기 표면에 남아 있는 입자의 계수를 발생하는 단계를 더 포함하는 것인 기관의 표면 처리 및 검사 방법.

청구항 31.

제26항에 있어서, 상기 복수의 픽셀의 각각 내의 측정된 강도를 강도 임계값과 비교하는 단계와,
상기 측정된 강도가 강도 임계값을 초과하는 상기 픽셀의 그룹을 확인하는 단계로서, 상기 그룹의 상기 픽셀의 각각은 상기 광전검출기 어레이 내의 상기 그룹 내의 다른 픽셀과 공간적으로 인접하고 있는 단계와,
상기 픽셀의 상기 그룹을 상기 표면의 단일 결함과 연관시키는 단계를 더 포함하는 것인 기관의 표면 처리 및 검사 방법.

청구항 32.

제26항에 있어서, 상기 연마 단계에 의해 생성된 상기 표면 상의 흠집을 상기 광전검출기 어레이 내의 복수의 픽셀 내의 측정된 강도의 패턴에 기초하여 확인하는 단계를 더 포함하는 것인 기관의 표면 처리 및 검사 방법.

청구항 33.

제26항에 있어서, 상기 표면은 상기 연마 및 세정후 상기 제1 광범으로부터의 광을 산란시키는 표면 거칠기를 가지며, 상기 표면 거칠기를 상기 측정된 강도의 함수로서 측정하는 단계를 더 포함하는 것인 기관의 표면 처리 및 검사 방법.

청구항 34.

제26항에 있어서, 상기 표면은 상기 연마 및 세정후상기 제1 광범으로부터의 광을 산란시키는 표면 거칠기를 가지며, 상기 강도 측정 단계는,

상기 복수의 픽셀의 각각 내의 강도를 측정하는 단계와,

상기 복수의 픽셀의 각각 내의 상기 측정된 강도로부터 상기 표면 거칠기를 나타내는 표면 거칠기의 강도값을 감산하는 단계

를 포함하는 것인 기관의 표면 처리 및 검사 방법.

청구항 35.

제26항에 있어서, 상기 기관은 배향 특징을 갖는 주변부를 갖고, 상기 기관의 표면 처리 및 검사 방법은,

실질적으로 상기 표면 전체 및 상기 기관의 주변부 전체를 실질적으로 상기 표면에 대해 수직인 입사각으로 배향된 제2 광범으로 조광하는 단계와,

상기 복수의 픽셀이 일체로 되어 실질적으로 상기 표면 전체 및 상기 주변부 전체를 포함하는 제2 시야를 갖도록 상기 표면으로부터 상기 제2 광범의 반사광을 광전검출기 어레이에 인가하는 단계와,

상기 인가된 반사광의 강도를 측정하는 단계와,

상기 제2 시야 내의 상기 주변부의 위치 및 상기 배향 특징의 위치를 확인하는 단계와,

상기 표면의 좌표를 상기 주변부 및 상기 배향 특징의 위치에 기초하여 결정하는 단계

를 더 포함하는 것인 기관의 표면 처리 및 검사 방법.

청구항 36.

제26항에 있어서, 상기 연마 단계는 화학기계적 연마기로 상기 표면을 평탄화하는 단계를 포함하는 것인 기관의 표면 처리 및 검사 방법.

청구항 37.

제26항에 있어서, 상기 세정 단계는 상기 표면을 기계적으로 스크러브하는 단계, 상기 표면을 액체로 리스 처리하는 단계, 및 상기 표면이 건조될 때까지 상기 표면을 회전시키는 단계를 포함하는 것인 기관의 표면 처리 및 검사 방법.

청구항 38.

제26항에 있어서, 상기 기관을 기계적 기관 이송 경로를 따라 제1 기관 홀더로부터 연마 스테이션으로 이송하는 단계와, 상기 연마 스테이션에서 상기 연마 단계를 수행하는 단계와, 상기 기관을 상기 기계적 기관 이송 경로를 따라 상기 연마 스테이션으로부터 세정 스테이션으로 이송하는 단계와, 상기 세정 스테이션에서 상기 세정 단계를 수행하는 단계와, 상기 기관을 상기 기계적 기관 이송 경로를 따라 상기 세정 스테이션으로부터 검사 스테이션으로 이송하는 단계와, 상기 검사 스테이션에서 수집 단계, 전달 단계, 맵핑 단계 및 측정 단계를 수행하는 단계와, 상기 기관을 상기 기계적 기관 이송 경로를 따라 상기 검사 스테이션으로부터 제2 기관 홀더로 이송하는 단계를 더 포함하는 것인 기관의 표면 처리 및 검사 방법.

청구항 39.

기관 연마 및 검사 장치에 있어서,
 연마될 표면을 갖는 기관을 이송하는 기관 이동 경로와;
 상기 기관 이동 경로를 따라 위치한 연마 스테이션과;
 상기 기관 이동 경로를 따라 상기 연마 스테이션의 뒤에 위치한 세정 스테이션과;
 상기 기관 이동 경로를 따라 상기 세정 스테이션의 뒤에 위치한 건조 스테이션과;
 상기 기관 이동 경로를 따라 상기 건조 스테이션의 뒤에 위치한 기관 검사 스테이션을 포함하고, 상기 기관 검사 스테이션은,
 상기 기관 이동 경로와 연통하는 기관 로드 개구를 갖는 엔클로저와,
 상기 엔클로저 내의 기관 유지 위치와,
 광빔 포트를 갖는 광원과,
 상기 광빔 포트로부터 상기 기관 유지 위치까지 연장되고, 상기 기관이 상기 기관 유지 위치에 고정되어 있을 때 상기 표면에 대해 스침 입사각을 가지며, 실질적으로 상기 표면 전체를 조광하는 광빔 경로와,
 상기 표면 상의 입자를 포함하는 소정의 결함에 의해 상기 광빔 경로로부터 산란된 비거울면 반사광을 수집하기 위해 상기 기관 유지 위치에 대해 배향된, 초점면을 갖는 렌즈와,
 상기 렌즈의 상기 초점면 내에 위치하고, 일체가 되어 상기 표면 상의 단위 면적에 각각 대응하는 실질적으로 상기 표면 전체를 커버하는 시야를 갖는 광전검출기 어레이

를 포함하는 것인 기관 연마 및 검사 장치.

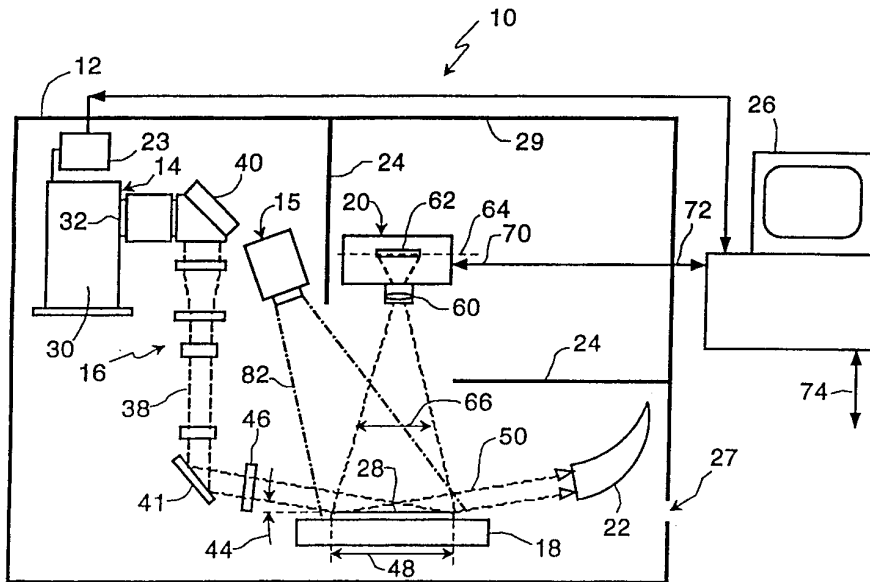
청구항 40.

제39항에 있어서, 상기 기관 연마 및 검사 장치 내에서 상기 기관에 행하는 처리 단계의 시퀀스를 제어하기 위해 상기 연마 스테이션, 상기 세정 스테이션, 상기 건조 스테이션 및 상기 검사 스테이션에 동작 가능하게 결합된 제1 제어기 수단을 더 포함하며,

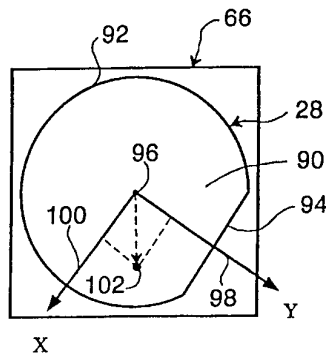
상기 기관 검사 스테이션은 상기 광빔 경로를 통하여 상기 표면을 조광하도록 상기 광원을 제어하고, 비거울면 반사광의 결과로서 얻어지는 강도를 상기 복수의 픽셀 내에서 측정하며, 상기 측정된 강도를 나타내는 출력을 상기 제1 제어기 수단에 제공하기 위해 상기 광원, 상기 광전검출기 어레이 및 상기 제1 제어기 수단에 결합된 제2 제어기 수단을 더 포함하는 것인 기관 연마 및 검사 장치.

도면

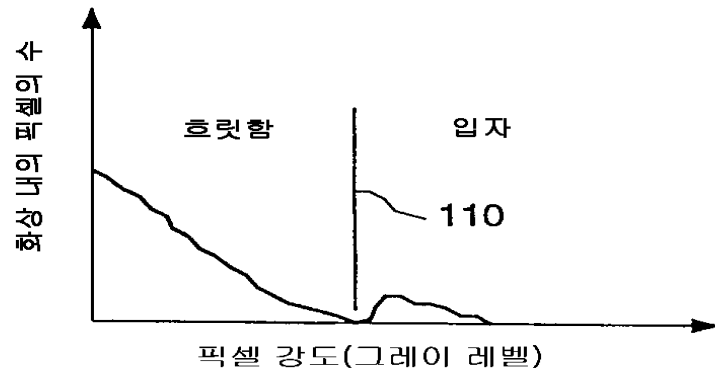
도면1



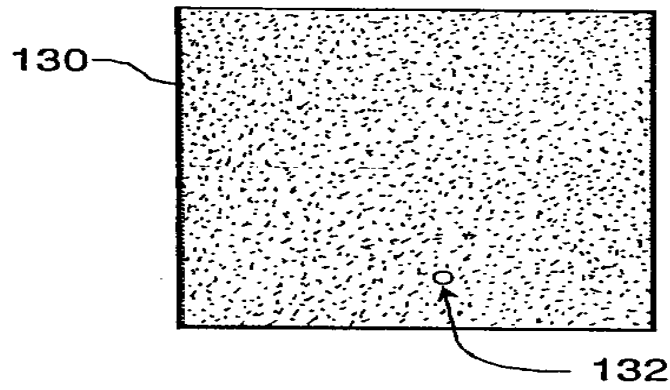
도면2



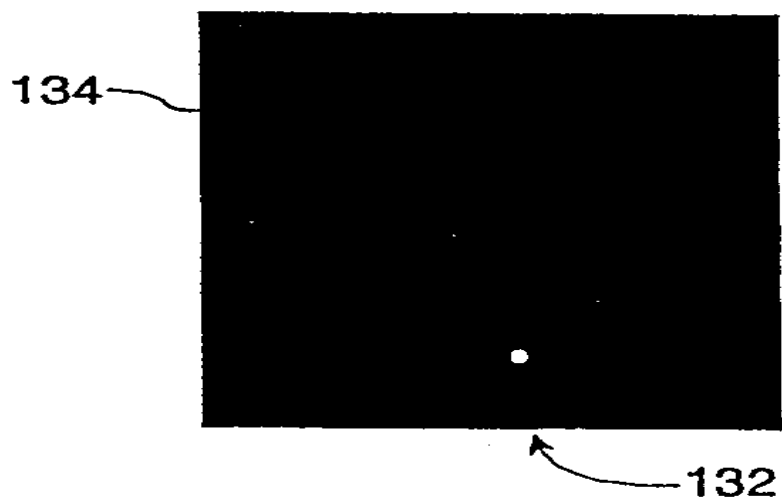
도면3



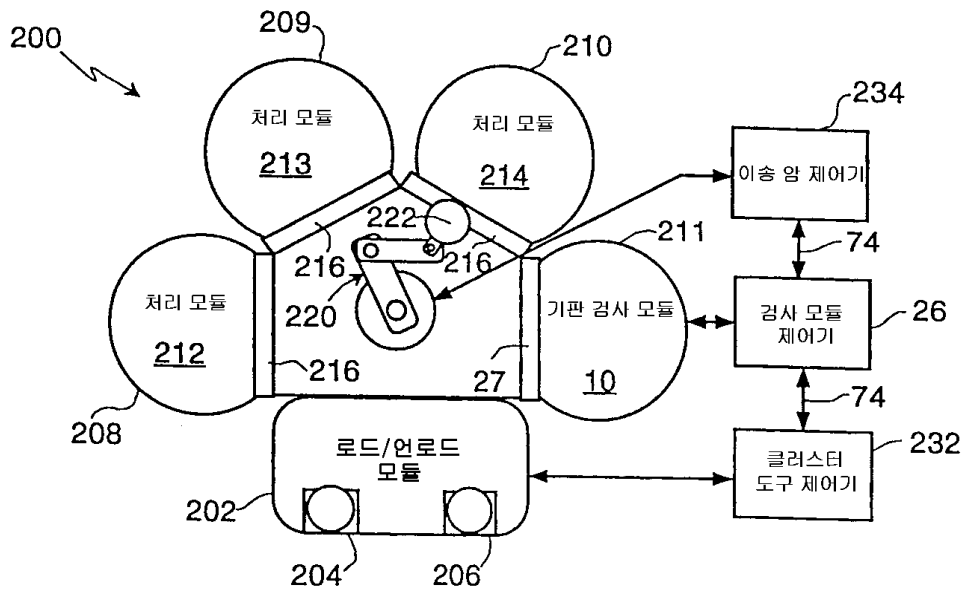
도면4



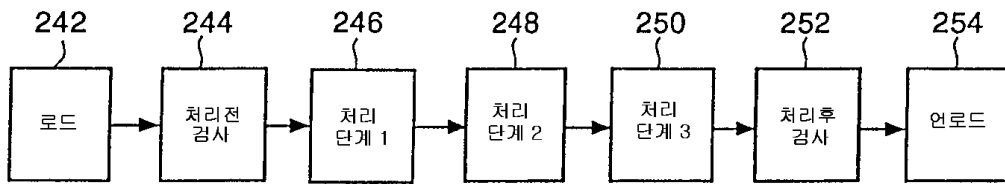
도면5



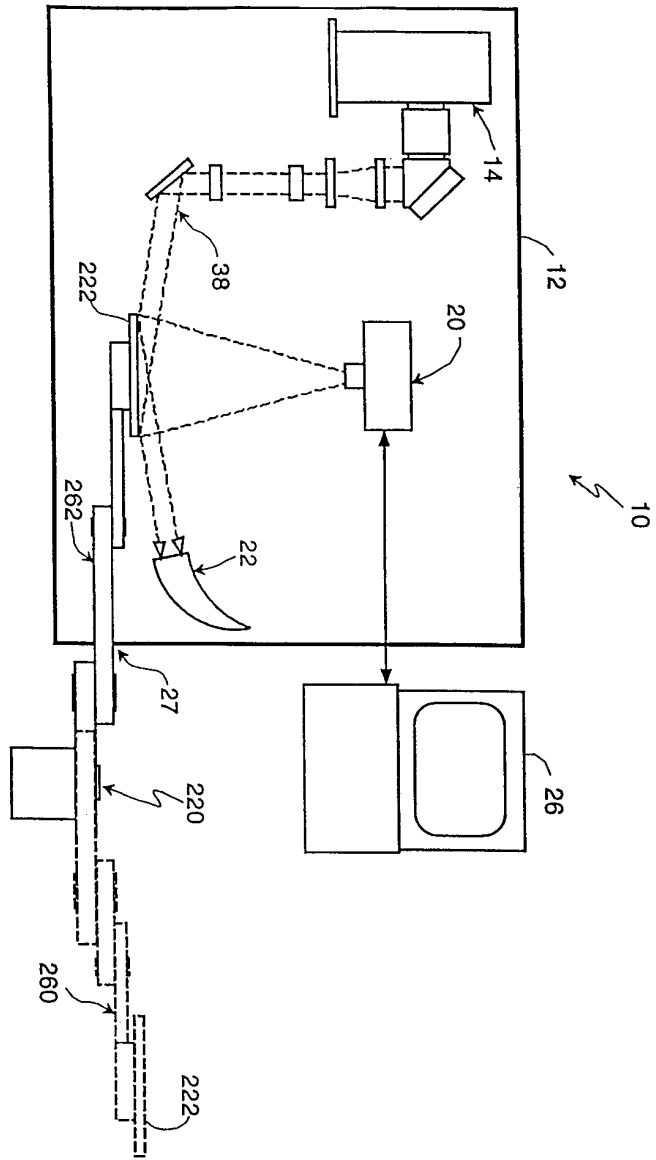
도면6



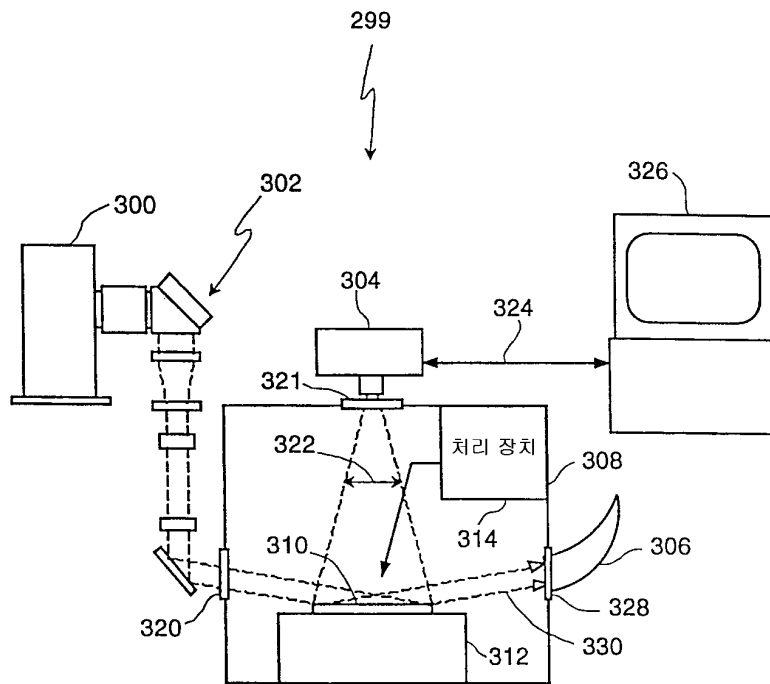
도면7



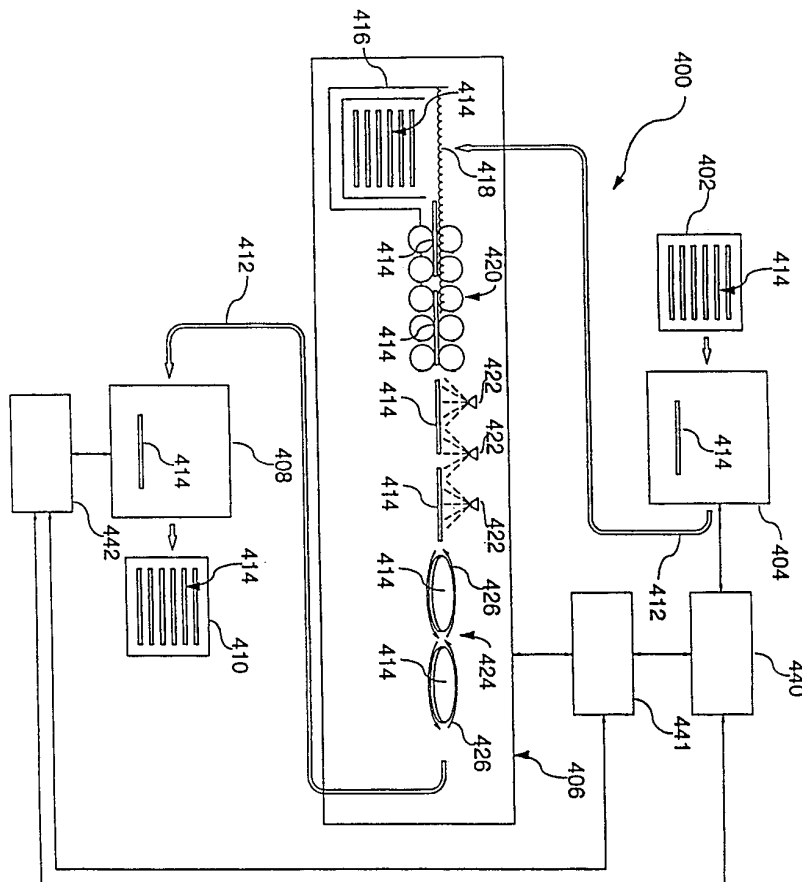
도면8



도면9



도면10



도면11

