



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0047768
(43) 공개일자 2020년05월07일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 21/64 (2006.01) G01N 21/95 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
G01N 21/6428 (2013.01)
G01N 21/9515 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2020-7012270(분할)
- (22) 출원일자(국제) 2017년12월11일
심사청구일자 없음
- (62) 원출원 특허 10-2018-7036987
원출원일자(국제) 2017년12월11일
심사청구일자 2019년07월09일
- (85) 번역문제출일자 2020년04월27일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2017/065606
- (87) 국제공개번호 WO 2018/128753
국제공개일자 2018년07월12일
- (30) 우선권주장
62/443,675 2017년01월07일 미국(US)

- (71) 출원인
일루미나, 인코포레이티드
미국 캘리포니아 92122 샌디에고 일루미나 웨이 5200
- (72) 발명자
어니 존 게르하르트
미국 캘리포니아주 92122 샌디에이고 5200 일루미나 웨이
- 핀토 조셉 프란시스
미국 캘리포니아주 92122 샌디에이고 5200 일루미나 웨이
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
특허법인아주김장리

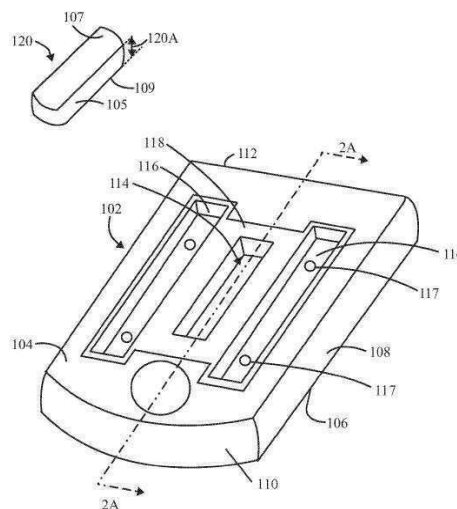
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 발명의 명칭 고체 검사 장치 및 사용 방법

(57) 요약

고체 호스트 물질 및 고체 호스트 물질 내에 매립된 형광성 물질을 포함하는 광학 표적을 포함하는 검사 장치가 제공된다. 고체 호스트 물질은 미리 결정된 포논 에너지 $HOST_{PE}$ 를 갖는다. 형광성 물질은 선택 기저 에너지 준위 및 관심 대상 형광 방출 파장에 상응하는 제1 에너지 갭만큼 기저 에너지 준위로부터 분리된 표적 여기(TE) 에너지 준위를 나타낸다. 형광성 물질은 TE 에너지 준위에 대하여 다음으로 낮게 위치한(NLL) 에너지 준위를 갖는다. NLL 에너지 준위는 TE 에너지 준위 아래에 제2 에너지 갭 FM_{EG2} 만큼 간격을 두고, 여기서 $FM_{EG2}/HOST_{PE}$ 의 비는 3 이상이다.

대표도 - 도1a



(72) 발명자

보웬 엠. 웨인

미국 캘리포니아주 92122 샌디에이고 5200 일루미
나 웨이

그레이지 마이클 에스.

미국 캘리포니아주 92007 카디프 바이 더 시 914
놀베이 스트리트

피테라 아서

미국 캘리포니아주 92122 샌디에이고 5200 일루미
나 웨이

벤카데산 발라 무랄리 케이.

미국 캘리포니아주 92122 샌디에이고 5200 일루미
나 웨이

유안 다준 에이.

미국 캘리포니아주 92122 샌디에이고 5200 일루미
나 웨이

명세서

청구범위

청구항 1

형광 물질을 둘러싸는 고체 본체를 포함하는 광학 표적;
 여기광을 상기 광학 표적으로 지향시키고 상기 광학 표적으로부터 형광 방출을 수신하는 물체;
 상기 광학 표적에 근접한 관심 영역으로 상기 물체를 이동시키는 드라이버;
 프로그램 명령을 저장하는 메모리; 및
 기구의 광학 정렬 또는 보정(calibration) 중 적어도 하나와 관련하여 상기 광학 표적으로부터의 형광 방출을 검출하기 위한 프로그램 명령을 실행하는 프로세서;를 포함하는 광학 검출 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서, 상기 물체는 여기광을 상기 광학 표적으로 지향시키고, 상기 프로세서는 상기 형광 방출로부터 참조 정보를 도출하고, 상기 프로세서는 상기 기구의 광학 정렬 또는 보정 중 적어도 하나와 관련하여 상기 참조 정보를 활용하는, 장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 광학 표적은 상기 물체에 근접한 보정 위치에 영구적으로 장착되고, 상기 보정 위치는 상기 기구 내의 플로우 셀 채널로부터 분리되어 있는, 장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서, 상기 광학 표적은 고체 호스트 물질 및 상기 고체 호스트 물질에 매립된 형광 물질을 포함하고, 상기 고체 호스트 물질은 미리 결정된 포논 에너지 $HOST_{PE}$ 를 가지며, 상기 형광 물질은 선택 기저 에너지 준위, 표적 여기(target excitation: TE) 에너지 준위 및 상기 TE 에너지 준위 아래 에너지 갭 FM_{EG2} 만큼 간격을 둔, 다음으로 낮게 위치한(next lower lying: NLL) 에너지 준위를 보이고, 여기서 상기 $FM_{EG2}/HOST_{PE}$ 의 비가 3 이상인, 장치.

청구항 5

제 1 항에 있어서, 상기 고체 본체는 상기 형광 물질을 형성하는 하나 이상의 이온으로 도핑된 고체 호스트 물질을 포함하는 기관을 나타내는, 장치.

청구항 6

제 1 항에 있어서, 상기 고체 본체는 상기 여기광에 의해 조사될 때 관심있는 하나 이상의 미리 결정된 방출 대역에서 형광을 방출하는 양자점을 둘러싸는 에폭시 또는 중합체의 하나 이상을 나타내는, 장치.

청구항 7

제 1 항에 있어서, 상기 광학 표적 상에 형성된 반사 방지 코팅을 추가로 포함하는, 장치.

청구항 8

형광 물질을 둘러싸는 고체 본체를 포함하는 광학 표적과 기구의 물체를 정렬시키는 단계;
 여기광을 상기 광학 표적 위로 지향시키는 단계;
 상기 광학 표적으로부터 형광 방출을 참조 정보로서 검출하는 단계; 및
 상기 기구의 광학 정렬 또는 보정 중 적어도 하나와 관련하여 상기 참조 정보를 이용하는 단계;를 포함하는 방

법.

청구항 9

제 8 항에 있어서, 상기 여기광을 상기 광학 표적의 상부 표면 아래에 있는 초점에 집속(focusing)시키는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 10

제 8 항에 있어서, 상기 정렬 운용은

상기 광학 표적 위에 위치한 미세 구조를 포함하는 그레이팅 영역과 상기 물체를 정렬하고 여기광을 상기 미세 구조의 제 1 초점에 집속시키는 단계; 및

미세 구조가 없는 비-그레이팅 영역과 상기 물체를 정렬하고 여기광을 상기 광학 표적의 상부 표면 아래에 있는 제 2 초점에 집속시키는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 11

제 10 항에 있어서, 상기 형광 물질이 어븀(erbium), 홀뮴(holmium) 또는 프라세오디뮴(praseodymium) 중 적어도 하나의 이온을 포함하는 화학 원소를 포함하고, 상기 고체 호스트 물질이 실리케이트, 게르마네이트, InF₃ 또는 ZBLAN 중 하나 이상을 포함하는, 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] **관련 출원에 대한 상호 참조**

[0002] 본 출원은 2017년 1월 7일자로 출원된 미국 가특허 출원 제62/443,675호의 이득을 청구하고, 이의 내용은 그 전문이 본 명세서에 참고로 포함된다.

배경 기술

[0003] 광학 표적은 광학 시스템에서 보정, 정렬 및 측정에서 자주 사용된다. 광학 표적은 그 중에서도 특히 광학 시스템의 정확도 및 성능을 결정하는 경우에 이용된다. 예시의 방식으로, 광학 표적은 시스템이 광학 해상도, 초점 심도, 광학 및 기계적 드리프트, 왜곡, 렌즈 기반의 수차, 색 수차 등을 정량할 수 있는지에 관한 기초를 제공한다.

[0004] 그러나, 일부 기존의 광학 표적은 특정한 한계를 겪었다. 예를 들면, 일부 기존의 광학 표적은 그 안에 제공된 형광성 염료를 갖는 액체를 운송하는 채널을 포함하고, 염료는 목적하는 방출 스펙트럼에서 형광을 방출한다. 일부 기존의 광학 표적은 채널 내의 액체 염료가 교체되도록 하는 입구 및 출구 포트를 포함하고, 이는 상이한 염료 물질이 상이한 시점에서 공동의 광학 표적에서 이용되도록 한다. 그러나, 채널 및 입구 및 출구 포트의 사용은 광학 표적의 유체 복잡성을 증가시킨다. 추가로, 액체 염료가 변화하거나 채널을 통과할 때 광학 표적의 채널로의 기포 유입을 피하기 위하여 특정한 작업이 뒤따라야 할 수 있다.

[0005] 광학 검출 시스템의 정렬 및 확인의 정확한 보정을 가능하게 하는 도구에 대한 요구가 존재한다.

발명의 내용

[0006] 정의

[0007] 특허, 특허 출원, 기사, 서적, 논문, 및 웹 페이지를 포함하지만 이에 한정되지 않는 본 출원에 언급된 모든 문헌 및 유사한 자료는 이러한 문헌 및 유사한 자료의 형식과 관계 없이 그 전문이 명백하게 본 명세서에 참고로 포함된다. 정의된 용어, 용어 어법, 기재된 기술 등을 포함하지만 이에 한정되지 않는 포함된 문헌 및 유사한 자료 중 하나 이상이 본 출원과 상이하거나 모순되는 사례의 경우는 본 출원이 지배한다.

[0008] 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, 하기 용어는 지시된 의미를 갖는다.

[0009] 용어 "고체 호스트 물질"은 고체 호스트 물질이 미리 결정된 포논 에너지 HOST_{PE}를 나타내도록 격자 또는 다른

매트릭스로 배열된 원자 또는 분자 구조를 갖는 물질을 지칭한다. 고체 호스트 물질은 본 명세서에 기재된 바와 같은 형광성 물질로 도핑되거나 그렇지 않으면 매립될 수 있는 임의의 결정질, 반결정질 또는 비정질 물질을 포함할 수 있다. 예를 들면, 세라믹은 결정질 물질의 하나의 예를 나타낸다. 유리 및 몇몇 중합체는 관심 대상 형광성 물질로 도핑/매립될 수 있는 비결정질 또는 반결정질 물질을 나타낼 수 있다. 고체 호스트 물질의 선택은 고체 호스트 물질이 사용될 응용에 의해(적어도 부분적으로) 결정된다. 예를 들면, 많은 응용에서, 고체 호스트 물질 선택은 이의 기계적 성질(예를 들면, 경도), 화학적 안정성/불활성, 열적 성질 및/또는 광학적 성질을 기반으로 한다. 미세한 성질, 예를 들면, 격자 배열, 화학적 구조 및 포논 스펙트럼이 또한 고체 호스트 물질을 선택할 때 관련될 수 있다. 예를 들면, 격자 및 화학적 구조는 특정한 도펀트 유형 및 농도와 관련하여 역할을 하고, 광학적 포논 스펙트럼은 비-방사 붕괴를 통해 특정한 전이의 양자 효율에 영향을 미친다.

[0010] 용어 "형광성 물질"은 고체 호스트 물질에 첨가되고, 자극 시 단독으로 또는 고체 호스트 물질과 협력하여 형광성인 하나 이상의 화학 원소, 화학 원소의 조합 또는 다른 물질을 지칭한다. 예를 들면, 고체 호스트 물질은 하나 이상의 화학 원소, 예를 들면, 전이 금속 이온, 희토류 란타늄 원소 이온, 및/또는 악티늄족 원소 이온으로 주입되거나 도핑될 수 있다. 형광성 물질은 전이 금속 이온, 희토류 란타늄 원소 이온, 및/또는 악티늄족 원소 이온이 고체 호스트 물질에 첨가되는 경우와 같이 도펀트로서 지칭될 수 있다. 형광성 물질은 단일 원소를 포함할 수 있거나 원소들의 조합(예를 들면, 공동-도펀트)을 포함할 수 있다. 용어 "형광성 물질"은 고체 호스트 물질에 첨가되는 하나 이상의 원소를 지칭하지만, 적어도 몇몇 예시에서, 고체 호스트 물질에 첨가되는 원소(들)는 고체 호스트 물질과 독립적으로 형광성이 아닐 수 있다는 것이 인식된다. 대신에, 하나 이상의 원소는 고체 호스트 물질과 협력시 형광성 물질을 형성한다. 임의로, 대안적인 예시에서, 고체 호스트 물질에 첨가된 원소(들)는 고체 호스트 물질과 독립적으로 형광성일 수 있다. 임의로, 형광성 물질은 예폭시 내에 매립된 형광성 염료를 나타낼 수 있다. 또 다른 예시로서, 형광성 필름은 고체 호스트 물질 내에 도핑되는 형광성 물질 이외에 또는 대신에 광학 표적의 최상부에서 코팅될 수 있다.

[0011] 용어 "양자점"(QD)은 더 큰 입자의 성질과 상이한 광학 및 전자 성질을 갖는 매우 작은 반도체 입자(예를 들면, 수 나노미터 크기)를 지칭한다. 양자점은 이에 적용된 전기 또는 광에 반응하여 관심 대상 특정한 주파수의 광을 방출하도록 설계된다. 방출 주파수는 점 크기, 형상 및/또는 물질을 변화시켜 조정할 수 있다. 몇몇 예시에서, 나노 규모의 반도체 물질은 전자 또는 전자 정공을 단단하게 국한시킨다. 예시의 방식으로, 양자점은 또한 양자점이 천연 발생 원자 또는 분자와 같이 결합된 별개의 전자 상태의 단일 물체라는 것을 강조하는 용어인 인공 원자로 지칭될 수 있다. 양자점은 크기 및 형상 둘 다의 함수로서 변화하는 광전자 성질을 갖는다. 더 큰 QD(예를 들면, 5 내지 6nm의 반경)는 오렌지색 또는 적색과 같은 방출 색상을 야기하는 더 긴 파장을 방출한다. 특정한 색상 및 크기는 QD의 정확한 구성에 따라 다를 수 있음에도 불구하고, 더 작은 QD(예를 들면, 2 내지 3 nm의 반경)은 청색 또는 녹색과 같은 방출 색상을 야기하는 더 짧은 파장을 방출한다.

[0012] 용어 "고체 본체"는 형광성 물질을 봉입하는데 이용되는 임의의 비-액체, 비-기체 기질을 포함한다. 고체 본체의 하나의 예는 고체 호스트 물질 내에 도핑되거나 그렇지 않으면 매립된 하나 이상의 형광성 물질을 갖는 고체 호스트 물질이다. 고체 본체의 또 다른 예는 양자점을 봉입하는 비-액체, 비-기체 기질을 포함한다.

[0013] 본 명세서에서 사용되는 바와 같이, "최상부", "최하부", "앞", "근처", "제1", "제2", "상부", 및 "하부"와 같은 상대적 및 공간적 용어는 대상 물체, 점 또는 축에 대하여 방향의 면에서 사용된다. 본 명세서에 개시된 예시에 따라, 상대적 또는 공간적 용어는 검사 장치에 인접하게 위치한 경우 기구에서 물체에 대하여 상대적으로 사용된다. 예를 들면, 물체에 가장 근접한/가까운 검사 장치의 구조, 위치, 및/또는 표면은 "최상부", "상부" 등으로 지칭될 수 있다. 유사하게, 물체로부터 원격/떨어진 검사 장치의 구조, 위치, 및/또는 표면은 "최하부", "하부" 등으로 지칭될 수 있다.

[0014] 개요

[0015] 본 명세서에 개시된 예시에 따라, 검사 장치 고체 호스트 물질 및 고체 호스트 물질에 매립된 형광성 물질을 포함하는 광학 표적을 포함하는 검사 장치가 제공된다. 고체 호스트 물질은 미리 결정된 포논 에너지 $HOST_{PE}$ 를 갖는다. 형광성 물질은 선택 기저 에너지 준위, 및 관심 대상 형광 방출 파장(fluorescence emission wavelength of interest: FEWI)에 상응하는 제1 에너지 갭만큼 기저 에너지 준위로부터 분리된 표적 여기(target excitation: TE) 에너지 준위를 나타낸다. 형광성 물질은 TE 에너지 준위에 대하여 다음으로 낮게 위치한(next lower lying: NLL) 에너지 준위를 갖는다. NLL 에너지 준위는 TE 에너지 준위 아래에 제2 에너지 갭 FM_{EG2} 만큼 간격을 두고, 여기서 $FM_{EG2}/HOST_{PE}$ 의 비는 3 이상이다.

- [0016] 임의로, $FM_{EG2}/HOST_{PE}$ 의 비는 4 내지 10과 동일하거나 그 사이이다. 임의로, 고체 호스트 물질은 유리, 비정질 중합체, 결정질 물질, 반결정질 중합체, 금속 유리, 또는 세라믹 중 적어도 하나를 포함한다. 임의로, 형광성 물질은 희토류 원소 또는 전이 금속 원소 중 적어도 하나의 이온을 나타낸다. 임의로, 고체 호스트 물질은 580 cm^{-1} 이하의 최대 포논 에너지를 갖는다. 임의로, 관심 대상 형광 방출 파장은 1000 nm 이하의 중심 파장을 갖는다.
- [0017] 임의로, 장치는 광학 표적을 수용하는 포켓을 갖는 본체를 더 포함할 수 있고, 여기서 본체는 최상부 표면에 위치하여 포켓을 둘러싸는 삽입 영역; 및 투명층 삽입 영역에 마운팅되고(mounted) 광학 표적 위에 위치한 투명층을 포함한다. 임의로, 본체는 포켓을 적어도 부분적으로 둘러싸는 채널로서, 그레이팅층(grating layer)에 결합하는 접착제를 수용하기 위한 채널을 포함한다. 채널은 채널에 대하여 분포된 일련의 압력 방출 포켓을 포함한다. 압력 방출 포켓은 경화 공정 동안 접착제에 의해 그레이팅층 상에 유도된 응력을 완화시키는 것이다. 임의로, 본체는 그레이팅층을 형성하기 위하여 투명층 또는 광학 표적 중 적어도 하나의 표면 위에 형성된 미세구조를 더 포함할 수 있다. 임의로, 장치는 광학 표적을 수용하는 포켓을 갖는 광학 표적 보유 본체를 더 포함할 수 있다. 본체는 약 20% 이하의 반사율을 갖는 표면을 포함하는 알루미늄으로 형성될 수 있다. 본체는 최상부 표면에 위치하여 포켓을 둘러싸는 삽입 영역을 포함할 수 있다. 장치는 삽입 영역에 마운팅되고 광학 표적 위에 위치할 수 있고 광학 표적으로부터 프린지 갭만큼 간격을 둔 투명 그레이팅층을 더 포함할 수 있다. 상기 언급된 바와 같이, 본체는 광학 표적을 수용하는 포켓을 포함할 수 있다. 본체는 포켓 아래에 위치한 확산 웰을 포함할 수 있다. 확산 웰은 광학 표적을 통과하는 여기 광을 수용할 수 있다. 확산 웰은 약 20.0% 이하의 반사율을 나타내는 표면 마감을 갖는 웰 최하부를 포함할 수 있다. 장치는 투명층 또는 광학 표적 중 적어도 하나의 표면 위에 형성된 반사방지 코팅을 더 포함할 수 있다.
- [0018] 임의로, 대안적인 예시에 따라, 검사 장치는 임의의 추가의 지지 본체 구조 없이 서로 직접적으로 결합된 광학 표적 및 투명층을 포함할 수 있다. 미세구조는 광학 표적 및 투명층 사이의 계면에 제공될 수 있다. 미세구조는 광학 표적의 최상부 표면 및/또는 투명층의 최하부 표면 위에 형성된 하나 이상의 크롬 패턴을 나타낼 수 있다. 임의로, 대안적인 예시에서, 검사 장치는 기구로 마운팅되는 대신에 플로우 셀 위에 직접적으로 위치한 검사 장치로서 이용될 수 있다. 임의로, 투명층은 전부 생략될 수 있다. 임의로, 광학 표적은 투명층 또는 임의의 다른 지지 구조, 예를 들면, 본체 없이 독립형 검사 장치로서 이용될 수 있다.
- [0019] 검사 장치의 임의의 특징은 임의의 바람직한 방식 및/또는 구성으로 함께 조합될 수 있다는 것이 이해된다.
- [0020] 본 명세서에서 예시에 따라, 광학 검출 디바이스가 제공된다. 광학 검출 디바이스는 형광성 물질을 봉입하는 고체 본체를 포함하는 광학 표적을 포함한다. 물체는 여기 광을 광학 표적에 보내고 형광 방출을 광학 표적으로부터 수용한다. 운전자는 물체를 광학 표적에 근접한 관심 대상 영역으로 움직인다. 프로그램 명령어를 저장하는 메모리는 또한 광학 검출 디바이스의 부분이다. 프로세서는 기구의 광학 정렬 또는 보정 중 적어도 하나와 관련하여 광학 표적으로부터 형광 방출을 검출하기 위한 프로그램 명령어를 실행한다.
- [0021] 임의로, 물체는 여기 광을 광학 표적에 보낼 수 있다. 프로세서는 형광 방출로부터의 참조 정보를 얻을 수 있다. 프로세서는 기구의 광학 정렬 또는 보정 중 적정 위치에서 영구적으로 마운팅될 수 있다. 보정 위치는 기구 내에 플로우 셀 채널로부터 분리될 수 있다. 임의로, 광학 표적은 고체 호스트 물질 및 고체 호스트 물질에 매립된 형광성 물질을 포함하고, 고체 호스트 물질은 미리 결정된 포논 에너지 $HOST_{PE}$ 를 갖는다. 형광성 물질은 선택 기저 에너지 준위, 및 표적 여기(TE) 에너지 준위 및 TE 에너지 준위 아래에 에너지 갭 FM_{EG2} 만큼 간격을 둔 다음으로 낮게 위치한(NLL) 에너지 준위를 나타내고, $FM_{EG2}/HOST_{PE}$ 의 비는 3 이상이다.
- [0022] 고체 본체는 고체 호스트 물질에 삽입된 형광성 물질과 함께 고체 호스트 물질을 포함하는 기관을 나타낼 수 있다. 고체 본체는 여기 광이 조사될 때 관심 대상 하나 이상의 미리 결정된 방출 대역에서 형광을 방출하는 양자 점을 봉입하는 에폭시 또는 중합체 중 적어도 하나를 나타낼 수 있다.
- [0023] 예시에서, 광학 검출 디바이스는 광학 표적 위에 형성된 반사방지 코팅을 더 포함한다.
- [0024] 광학 검출 디바이스의 임의의 특징은 임의의 바람직한 방식으로 함께 조합될 수 있다는 것이 이해된다. 추가로, 광학 검출 디바이스 및/또는 검사 장치의 특징의 임의의 조합은 함께 사용될 수 있고/있거나 이들 중 하나 또는 둘 다로부터의 임의의 특징은 본 명세서에 개시된 임의의 예와 조합될 수 있다는 것이 이해된다.
- [0025] 본 명세서에 개시된 예시에 따라, 방법이 제공된다. 방법은 기구의 물체를 형광성 물질을 봉입하는 고체 본체를

포함하는 광학 표적에 맞추어 정렬한다. 방법은 여기 광을 광학 표적에 보내고, 참조 정보로서 광학 표적으로부터의 형광 방출을 검출하고, 기구의 광학 정렬 또는 보정 중 적어도 하나와 관련하여 참조 정보를 이용한다.

[0026] 임의로, 방법은 여기 광을 광학 표적의 상부 표면 아래일 수 있는 초점에 포커싱하는 것을 더 포함할 수 있다.

[0027] 정렬 작업은 물체를 광학 표적 위에 위치한 미세 구조를 포함하는 그레이팅 영역에 맞추어 정렬하고, 여기 광을 미세구조에서 제1 초점에 포커싱하는 것, 및 물체를 미세구조가 없는 비-그레이팅 영역에 맞추어 정렬하고, 여기 광을 광학 표적의 상부 표면 아래에 있는 제2 초점에 포커싱하는 것을 포함할 수 있다. 임의로, 형광성 물질은 에르븀, 홀뮴 또는 프라세오디뮴 중 적어도 하나의 이온을 포함하는 화학 원소를 포함할 수 있고, 고체 호스트 물질은 규산염, 게르마늄산염, InF_3 , 또는 ZBLAN(즉, 중금속 플루오르화물 유리, 예를 들면, $\text{ZrF}_4\text{-BaF}_2\text{-LaF}_3\text{-AlF}_3\text{-NaF}$) 중 적어도 하나를 포함한다.

[0028] 방법의 임의의 특징은 임의의 바람직한 방식으로 함께 조합될 수 있다는 것이 이해된다. 추가로, 방법 및/또는 광학 검출 디바이스 및/또는 검사 장치로부터의 특징의 임의의 조합은 함께 사용될 수 있고/있거나 임의의 또는 모든 이들 양상으로부터의 임의의 특징은 본 명세서에 개시된 예의 임의의 특징과 조합될 수 있다는 것이 이해된다.

도면의 간단한 설명

[0029] 도 1a는 본 명세서에서 예시에 따라 형성된 검사 장치의 투시도를 도시하고, 여기서 광학 표적은 광학 표적을 수용하는 본체로부터 분리되어 도시된다.

도 1b는 대안적인 예시에 따라 형성된 본체의 상부 평면도를 도시한다.

도 1c는 대안적인 예시에 따라 형성된 검사 장치의 투시도를 도시하고, 여기서 광학 표적 및 그레이팅층은 광학 표적 및 그레이팅층을 수용하는 본체로부터 분리되어 도시된다.

도 2a는 본 명세서에서 예시에 따라 설치된 광학 표적이 있는 도 1a의 검사 장치의 도 1a에서 선 2A-2A에 따른 측단면도를 도시한다.

도 2b는 본 명세서에서 예시에 따라 제1 측정 위치에 위치한 물체가 있는 광학 표적의 모델의 측면도를 도시한다.

도 2c는 본 명세서에서 예시에 따라 제2 측정 위치에 위치한 물체가 있는 광학 표적의 모델의 측면도를 도시한다.

도 2d는 본 명세서에서 예시에 따라 형성된 검사 장치의 상부 평면도를 도시한다.

도 2e는 대안적인 예시에 따라 형성된 검사 장치의 측단면도를 도시한다.

도 2f는 대안적인 예시에 따라 형성된 검사 장치의 측단면도를 도시한다.

도 3a는 본 명세서에서 예시에 따라 이용된 3가 에르븀 이온(Er^{3+})과 관련된 에너지 대역 다이어그램을 도시한다.

도 3b는 본 명세서에서 예시에 따라 3가 프라세오디뮴 이온(Pr^{3+})과 연관된 이온 에너지 준위 다이어그램을 도시한다.

도 3c는 본 명세서에서 예시에 따라 3가 홀뮴 이온(Ho^{3+})과 연관된 이온 에너지 준위 다이어그램을 도시한다.

도 4는 본 명세서에서 예시에 따라 다양한 광학 표적과 관련하여 수집된 상이한 형광 방출 색상에 상응하는 예시 강도 시험 측정을 도시한다.

도 5는 본 명세서에서 예시에 따라 금속 플루오르화물 유리(ZBLAN)를 3가 에르븀 이온의 미리 결정된 농도로 도핑함으로써 형성된 고체 호스트 물질의 시험 결과를 도시한다.

도 6a는 대안적인 예시에 따라 형성된 검사 장치의 측단면도를 도시한다.

도 6b는 대안적인 예시에 따라 형성된 검사 장치의 일부분의 측면도를 도시한다.

도 6c는 대안적인 예시에 따라 형성된 검사 장치의 일부분의 측면도를 도시한다.

도 7은 예시에 따라 형성된 광학 검출 디바이스의 블록 다이어그램을 도시한다.

도 8은 본 명세서에서 예시에 따라 다양한 광학 구성요소를 위한 기능적 배열을 증명하기 위한 목적으로 예시적인 마이크로 형광 측정기의 분해도를 도시한다.

도 9는 본 명세서에서 예시에 따라 검사 장치를 이용할 수 있는 검출 장치를 위한 블록 다이어그램을 도시한다.

도 10은 본 명세서에서 예시에 따라 검사 장치를 이용하는 작동일 수 있는 예시적인 자동화 공정 흐름을 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0030] 본 명세서에 개시된 예시는 그 안에 형광성 물질이 있는 고체 본체를 이용하는 광학 표적을 기재한다. 광학 표적은 측정되는 광학 성질에 따라 미리 결정된 정밀도 및 정확도 수준, 예를 들면, 나노미터 규모, 또는 마이크로미터 규모 등의 형광 기반의 광학 시스템의 광학을 보정하는데 사용될 수 있다. 본 명세서에 개시된 하나 이상의 예시는 유의미한 이득을 제공한다. 예를 들면, 고체 본체 표적 시스템은 표적 및 유체 대응 표적을 기반으로 한 통상적인 액체 다이나믹스와 비교하여 상대적으로 제작이 용이하다. 고체 본체 표적 시스템은 시간이 지남에 따라 부품이 새거나 광분해되지 않기 때문에 상대적으로 긴 저장 수명을 나타낸다. 또한, 고체 본체 표적 시스템은 맞춤 내부 공정이 필요하지 않고, 따라서 공급자에게 용이하게 위탁할 수 있다. 또한, 고체 본체 표적 시스템은 정해진 광학 전력에서 광 분해 없이 시간이 지남에 따라 일정한 형광 방출이 가능하고, 이는 고체 본체 표적 시스템이 그 분야에서 기구 조명원의 전력 측정 및 전력 보정을 위하여 사용될 수 있는 가능성을 제공한다. 상기 기능을 영구적으로 시퀀싱 시스템에 통합시키는 것은 기구 가동 시간을 개선시키는 원격 시스템 모니터링을 가능하게 한다.

[0031] 도 1a는 본 명세서에 개시된 예시에 따라 형성된 검사 장치(100)의 투시도를 도시한다. 검사 장치(100)는 서로 일반적으로 평면으로 연장되는 최상부 및 최하부 표면(104, 106)을 갖는 본체(102)를 포함한다. 본체(102)는 측면(108) 및 전 및 후 말단(110, 112) 사이에서 전이하는 둥근 코너를 포함할 수 있다. 대안적인 형상이 사용될 수 있음에도 불구하고, 본 예시에서, 본체(102)는 직사각형 형상이다. 검사 장치(100)는 광학 측정 및 분석을 수행하는 기구 내에 마운팅되는 형상 및 치수이다. 본 명세서에 개시된 예시는 비-유체 광학 기구와 함께 이용될 수 있음에도 불구하고, 예시의 방식으로, 기구는 유체 기구일 수 있다. 예시로서, 본 명세서에 기재된 검사 장치(100)는 마이크로-유체, 반도체, 생명공학 및 소비재 산업 기구와 관련되어 이용될 수 있다. 예를 들면, 검사 장치(100)는 반도체 도구의 정렬, 예를 들면, 마스크 얼라이너 및 스텝퍼, 기계 시각 시스템의 보정, 응용에서 광학 단계, 예를 들면, 광학 간섭 단층촬영 및 형광 기반의 생물학적 이미징에 이용될 수 있다. 또 다른 예시로서, 검사 장치(100)는 표준 소비재 광학 도구, 예를 들면, 형광 현미경의 보정과 관련하여 이용될 수 있다.

[0032] 본 명세서에서 예시는 다양한 형광 방법을 이용하는 차세대 시퀀싱 시스템과 관련하여 이용될 수 있다. 예를 들면, 검사 장치(100)는 일루미나 인크(Illumina Inc., 미국 캘리포니아주 산디에고 소재)에 의해 제공된 Miniseq® 기구, HiSeq® 기구, Nextseq® 기구 및 Miseq® 기구 및/또는 다른 회사에 의해 제공된 기구와 관련하여 이용될 수 있다. 적어도 몇몇 예시에 따라, 검사 장치(100)는 형광성 참조 입자 또는 형광성 다이(통상적으로 사용되는 바와 같음)에 대한 필요 없이 기구의 광학 보정을 가능하게 한다. 통상적인 형광성 참조 입자 및 다이는 더 자주 사용된 형광단 중 몇몇(예를 들면, 플루오레세인(Fluorescein) 및 피코에리틴(Phycocerythin))에 대한 보정을 제공한다. 그러나, 통상적인 형광성 참조 입자 및 염료는 열 및 광 안정성, 누수, 및/또는 기술적 결함을 겪는다.

[0033] 본 명세서에서 제공된 예시에 따라, 검사 장치(100)는 빌트-인 원격 진단 광학 표적으로서 이용될 수 있다. 검사 장치(100)는 기구 내에 검출기가 임의의 추가 도구를 수동으로 로딩할 필요 없이 광학 측정을 수행하는 것을 가능하게 하기 위하여 기구 내에 영구적으로 마운팅되고 위치할 수 있다. 검사 장치(100)는 기구에 의해 다양한 활동과 관련하여 원격 진단 정보를 제공하는데 사용될 수 있다. 예를 들면, 기구는 검사 장치(100)를 이용하여 데이터 추이 분석, 예를 들면, 기구의 수명 동안 기구, 레이저 정렬, 광학 보정, 및 광학 전달 효율의 점 확산 함수의 추이 분석을 수행할 수 있다. 데이터는 원격 디버깅을 수행하고, 예측 진단을 수행하고 다중 기구를 교차하는 추이를 분석하기 위하여 사용자 개입 및 클라우드에 업로드할 필요 없이 자동적으로 수집될 수 있다. 검사 장치(100)는 기구의 광학 시스템의 다양한 양상뿐만 아니라 XYZ 단계의 양상을 평가하는데 이용될 수 있다. 예를 들면, 레이저 정렬이 오프되어 있는 것으로 확인되는 경우, 소프트웨어는 자동적으로 포인팅 미러를 구동시켜 레이저를 정렬로 가져오게 할 수 있다.

[0034] 몇몇 예시에 따라, 검사 장치(100)는 각각의 기구와 조립되거나 배송될 수 있고, 여기서 기구는 검사 장치(100)

0)와 다양한 시험을 수행하는 기구를 제어하는 검사 어플리케이션의 최근 출시된 소프트웨어를 포함한다. 검사 장치(100)가 로딩 및 언로딩되는 치수인 경우, 검사 장치(100)는 광학 계량 측정을 위하여 사용될 수 있는 전체 크기 검사 장치로서 구성될 수 있다. 전체 크기 검사 장치는 플로우 셀 홀더와 정합되고 플로우 셀 홀더 정렬을 평가하는데 이용될 것이다. 전체 크기 검사 장치는 시퀀싱 작동의 모의를 가능하게 하는 시퀀싱 플로우 셀의 전체 길이를 연장할 것이다. 임의로, 검사 장치(100)는 크기가 감소되고 플로우 셀 레인에 인접한 단계 위치에서 기구 내에 마운팅될 수 있다. 검사 장치(100)가 기구 내에 영구적으로 마운팅되는 경우(감소된 풋프린트에서), 기구는 검사 장치(100)의 로딩 및 언로딩될 필요 없이 검사 작업을 수행할 수 있다. 감소된 풋프린트 검사 장치는 광학 계량을 수행하는데 이용될 수 있다.

[0035] 광학 표적(120)은 일반적으로 평면이고 서로 평행 방향인 최상부 및 최하부 표적 표면(107, 109)을 포함한다. 측벽(105)은 광학 표적(120)에 대하여 확장된다. 본 예시에서, 대안적인 형상이 특정한 응용을 기반으로 이용될 수 있다는 것이 인식됨에도 불구하고, 광학 표적(120)은 일반적으로 직사각형 입방체 형상을 갖는다. 본 명세서에서 설명되는 바와 같이, 광학 표적(120)은 고체 호스트 물질 및 고체 호스트 물질 내에 매립된 형광성 물질을 포함하는 고체 본체 구조를 나타낸다. 고체 호스트 물질은 전체적으로 또는 적어도 부분적으로 투명일 수 있다. 예를 들면, 고체 호스트 물질의 투명도는 광학 표적(120)으로부터 방출되는 형광성 방출의 목적하는 강도를, 부분적으로, 기반으로 할 수 있다. 예시의 방식으로, 고체 본체 구조 또는 기관의 고체 호스트 물질은 본 명세서에 기재된 바와 같은 목적하는 기계 및 광학 성질을 갖는 유리 기관 또는 또 다른 고체 호스트 물질을 나타낼 수 있다.

[0036] 하나의 예시로서, 호스트 고체 물질은 플루오르화인듐 유리일 수 있다. 예를 들면, 고체 호스트 물질은 유리, 비정질 중합체, 결정질 물질, 반결정질 중합체, 금속 유리, 세라믹 등 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 하기 표 1은 고체 본체 구조 또는 기관 내에서 이용될 수 있는 고체 호스트 물질의 예를 예시한다. 표 1에 예시화된 바와 같이, 고체 호스트 물질은 중금속 플루오르화물 유리(예를 들면, ZBLAN)를 나타낼 수 있다. ZBLAN 유리는 플루오르화물과의 다양한 조합, 예를 들면, ZrF₄, BaF₂, LaF₃, AlF₃, 및 NaF를 이용할 수 있다. 임의로, 고체 호스트 물질은 CaF₂일 수 있다. 고체 호스트 물질은 낮은 최대 포논 에너지 준위를 나타낸다. 몇몇 예시에 따라, 고체 호스트 물질은 미리 결정된 파수 이하의 최대 포논 에너지를 나타낼 수 있다. 추가의 예시로서, 고체 호스트 물질은 약 370 cm⁻¹ 내지 약 525 cm⁻¹의 최대 포논 에너지를 나타낼 수 있다. 고체 호스트 물질은 낮은 최대 포논 에너지를 포함하고 관심 대상 광학 채널에 상응하는 방출 대역 내에 형광성을 수득하는 관심 대상 위치에서 이용 가능한 에너지 대역을 나타내는 다른 물질로 형성될 수 있다.

표 1

[0037]

유리 형성자	최대 포논 에너지(cm ⁻¹)
ZrF ₄	580
HfF ₄	580
GaF ₃	525
InF ₃	510
CdF ₂ /CdCl ₂	370

[0038] 형광성 물질은 희토류 원소, 예를 들면, 희토류 이온: Tm³⁺ (455nm), Ho³⁺ (550nm), Tb³⁺ (540nm), Eu³⁺ (611nm), Sm³⁺ (550nm), Pr³⁺ (488, 590nm), Dy³⁺ (480nm 및 575nm), 또는 Er³⁺ (550nm 및 660nm); 악티늄 계열로부터의 원소: U; 전이 금속 이온: Ti³⁺, Cr^{2+/3+} 등일 수 있다. 형광성 물질은 고르고 균질한 고정된 방식으로 고체 호스트 물질 전체에 분산되어, 예를 들면, Er-InF₃ 유리를 형성할 수 있다. 형광성 물질은 관심 대상 하나 이상의 방출 채널에서 방출한다. 예를 들면, 형광성 물질은 1000nm보다 짧은 파장을 방출할 수 있다.

[0039] 형광성 물질은 고체 호스트 물질 중에 다양한 농도로 제공될 수 있고, 여기서 형광성 물질의 농도는 예상된 여기 광 강도에 반응하여 수득되는 형광 방출의 목적하는 강도를, 부분적으로, 기반으로 하여 관리된다. 상기 예시에서, 호스트 기관이 3가 에르븀 이온으로 도핑된 플루오르화인듐(InF₃) 유리인 경우, 3가 에르븀 이온은 원자 비율로 약 0.1% 내지 약 10.0% 및, 예를 들면, 약 0.5% 및 약 6%의 도펀트 농도로 제공될 수 있다. 또 다른

예시로서, 3가 에르븀 이온의 도펀트 농도는 원자 분율로 약 1.0% 내지 3.0% +/- 0.01% 범위일 수 있다. 형광성 물질은 조성을 조절함으로써 조정될 수 있는 선택 방출 강도를 나타낸다. 예를 들면, 방출 강도 및/또는 색상은 형광성 물질의 농도의 조절, 이차 도펀트(예를 들면, 공동 도펀트)의 첨가, 및/또는 고체 호스트 물질의 조성의 조절에 의해 변화할 수 있다. 예를 들면, 제1 도펀트는 일차 도펀트 또는 활성제 이온을 나타낼 수 있고, 이차 도펀트를 첨가하여 일차 도펀트의 방출 강도를 증가시키거나 감소시킬 수 있다. 이차 도펀트는 증감제 이온을 나타낸다. 하나 이상의 도펀트의 조합은 형광 강도를 개선시킬 수 있다. 추가의 증감제 이온과의 공동 도핑에 의해, 방출 강도는 증감제 이온과 활성제 이온(예를 들면, Er) 사이의 에너지 전달에 의해 증가될 수 있다. 예를 들면, Yb³⁺ 또는 Tm³⁺은 Er³⁺이 활성제 이온으로서 사용되는 경우, 증감제 이온으로서 사용될 수 있다. 다른 예시로서, Yb, Ho 및 YF³이 증감제 이온으로서 사용될 수 있다.

[0040] 임의로, 하나 이상의 도펀트의 조합은 하나 이상의 방출 대역의 형광 강도를 감소시키는데 사용될 수 있다. 추가의 증감제 이온과의 공동 도핑에 의해, 방출 강도는 증감제 이온과 활성제(예를 들면, Er) 사이의 에너지 전달에 의해 감소될 수 있다. 예를 들면, Tb/Eu는 Yb₂O₃에서 공동 도핑될 수 있고, 여기서 Tb로부터 Eu로의 에너지 전달은 적색에서 녹색으로 방출 변화를 야기한다. 또 다른 예시로서, Tm은 Tb 또는 Ho와 공동 도핑되어 1.5 미크론(μm)에서 지속파(cw) 레이저를 발하는 것을 촉진할 수 있다. 공동 도핑의 예는 문헌["Properties of the 1.5 and 2.3 μm laser emissions of various Tm doped fluoride crystals codoped with Tb or Yb ions" published in OSA TOPS Vol. 26 Advanced Solid-State Lasers]; 문헌["Ultraviolet and visible emissions of Er³⁺ in KY(WO₄)₂ single crystals co-doped with Yb³⁺ ions" published in Journal of Luminescence 115(2005) 131-137]; 문헌["Color-tunable properties of Eu³⁺ - and Dy³⁺ -codoped Y₂O₃ phosphor particles published in Nanoscale Res Lett. 2012; 7(1):556]; 및 서적["Current Trends in Optical Amplifiers and Their Applications" edited by Tien-Pei Lee]에 기재되어 있고, 이의 완전한 주제는 그 전문이 본 명세서에 참고로 포함된다.

[0041] 고체 호스트 물질 및 도펀트는 조합이 목적하는 에너지 준위 비를 나타내도록 선택될 수 있다. 예를 들면, 조합은 HOST_{PE}/FM_{ET}의 에너지 준위 비를 나타낼 수 있고, 여기서 HOST_{PE}는 고체 호스트 물질의 최대 포논 에너지를 나타내고, FM_{ET}은 형광성 물질의 표적 방출 에너지 준위와 최근린 에너지 준위 사이의 에너지 준위를 나타낸다.

[0042] 본 명세서에 개시된 예시에 따라, 고체 호스트 물질 및 형광성 물질은 FM_{EG2}/HOST_{PE} >=(≥) 4의 에너지 준위 비를 나타내고, 여기서 HOST_{PE}는 고체 호스트 물질의 포논 에너지를 나타내고, FM_{EG2}은 형광성 물질의 표적 여기 에너지 준위와 다음으로 낮은 위치한(NLL) 에너지 준위 사이의 에너지 전이를 나타낸다. 예시의 방식으로, 표 2가 제공되어 예시적인 형광성 물질 에너지 갭 FM_{EG2}에 대하여 다양한 고체 호스트 물질과의 관계를 보여준다. 예를 들면, 형광성 물질은 3가 에르븀 이온(Er³⁺) 원소를 나타낼 수 있고, 여기서 TE 에너지 준위는 ⁴F_{9/2} 에너지 준위이고, NLL 에너지 준위는 ⁴I_{9/2} 에너지 준위이다. ⁴F_{9/2}와 ⁴I_{9/2} 에너지 준위 사이의 에너지 갭은 2900 cm⁻¹의 파수이다. 표 2에서, 예시적인 고체 호스트 물질은 규산염, 게르마늄산염 및 ZBLAN을 포함하고, 이는 각각 1100 cm⁻¹, 900 cm⁻¹, 및 500 cm⁻¹, 의 최대 포논 에너지를 갖는다. 3가 에르븀 이온(Er³⁺) 및 고체 호스트 물질 규산염, 게르마늄산염 및 ZBLAN(FM_{EG2}/HOST_{PE})에 대한 에너지 준위 비는 각각 3, 4 및 6이고, 양자 효율은 각각 약 0.22%, 14% 및 90%이다. "양자 효율"(Q.E.)은 입사 여기 광 광자의 수에 대한 방출된 형광성 광자의 수의 비이다. 표 2에 분명하게도, ZBLAN은 특정한 형광성 물질 Er³⁺에 대하여 규산염 및 게르마늄과 비교하여 높은 정도의 양자 효율을 나타낸다. 임의로, 규산염 및 게르마늄산염은 상이한 형광성 물질이 도펀트로서 이용되는 경우 표 2에 예시되는 것보다 높은 양자 효율로 제공될 수 있다. Er³⁺로 도핑된 InF₃ 유리에 있어서, 에너지 준위 비는 6이고, 이는 약 90%의 양자 효율에 상응한다. 다른 형광성 물질은 열거된 고체 호스트 물질과 상이한 양자 효율을 나타낼 것이라는 것이 인식된다.

표 2

호스트 물질	최대 포논 에너지	Er ³⁺ 에 대한 에너지 준위 비(FM _{EG2} /HOST _{PE})	양자 효율
규산염	1100 cm ⁻¹	3	0.22%
게르마늄산염	900 cm ⁻¹	4	14%
ZBLAN	580 cm ⁻¹	5	85%
InF ₃	500 cm ⁻¹	6	90%

[0043]

도 1a를 계속 참조하여, 본체(102)는 알루미늄 또는 유사한 기계 및 광학 성질을 갖는 또 다른 물질을 포함할 수 있다. 본체(102)는 밀링 공정 또는 본 명세서에서 논의된 다양한 레지(ledge), 벽, 웰 등에 있어서 목적하는 내성을 제공하는 또 다른 제조 공정을 통해 형성될 수 있다. 본체(102)는 최상부 표면(104)을 가로질러 제공된 삽입 영역(118)을 포함한다. 중심 포켓(114) 및 채널(116)은 삽입 영역(118)의 내부 영역 내에 제공된다. 중심 포켓(114)은 광학 표적(120)을 수용하도록 구성된다. 광학 표적(120)은 다양한 방식으로, 예를 들면, 접착제로 포켓(114) 내에 고정될 수 있다. 임의로, 포켓(114)은 광학 표적(120)의 주변 벽과 단단히 체결시키는(예를 들면, 프레스 핏 방식으로) 주변 특징부에 의해 형성될 수 있다. 삽입 영역(118)은 포켓(114)으로 광학 표적(120)을 커버링하는 유리층(도 1a에 도시되지 않음) 또는 다른 투명 물질(즉, 투명층)을 수용하도록 구성된다. 채널(116)은 유리층 및 본체(102)에 결합하는 접착제를 수용하고, 이로써 광학 표적(120)을 외부 환경으로부터 커버링하고 밀폐하여 밀봉한다. 적어도 몇몇 예시에 따라, 유리의 층은 그 안에 형성된 미세구조를 가질 수 있고, 이로써 그레이팅층(예를 들면, 도 2a에서 122)을 정의한다. 임의로, 유리층은 전부 생략될 수 있고, 광학 표적(120)은 본체(102)의 최상부 표면(104)으로부터 노출될 수 있다.

[0044]

[0045]

도 1a의 예시에서, 중심 포켓(114)은 본체(102)의 길이에 따라 세로 방향으로 확장되도록 신장되고 위치한다. 채널(116)은 포켓(114)의 반대면을 따라 형성된다. 채널(116)은 채널(116)의 최하부로부터 본체 102의 최하부 표면(106)으로 확장되는 이의 최하부에 하나 이상의 입구/출구 포트(117)를 포함한다. 입구/출구 포트(117)는 최상부 유리가 삽입 영역(118)에 삽입된 후, 접착제를 채널(116)로 주입하는데 사용될 수 있다.

[0046]

임의로, 광학 표적(120)은 미세구조 또는 그 안에 형성되거나 이에 근접하게 제공된 다른 패턴 없이 독립형 검사 장치로서 이용될 수 있다. 예를 들면, 광학 표적(120)은 임의의 다른 지지 구조 없이 단순하게 플로우 셀 위 및/또는 기구 내에 직접적으로 마운팅될 수 있다.

[0047]

도 1b는 대안적인 예시에 따라 형성된 본체(202)의 상부 평면도를 도시한다. 본체(202)는 그 안에 형성된 삽입 영역(218)을 포함하는 최상부 표면(204)을 포함한다. 삽입 영역(218)은 알고 본체(202)로 하강하는 깊이를 연장하고, 여기서 깊이는 일반적으로 삽입 영역(218)에서 수용되는 유리층(예를 들면, 그레이팅층)의 두께에 상응한다. 도 1b의 예시에서, 대안적인 형상이 이용될 수 있음에도 불구하고, 삽입 영역(218)은 일반적으로, 사각형 또는 직사각형이다. 추가로, 도 1b의 예시에서, 삽입 영역(218)은 일반적으로 유리층의 두께에 상응하는 고르고/공통적인 깊이를 갖는다. 그러나, 삽입 영역(218)은, 예를 들면, 유리층을 형성하는 상이한 두께 및/또는 분리된 조각을 갖는 부분의 유리층을 이용하는 것이 바람직한 경우, 이의 상이한 영역에서 다양한 깊이를 가질 수 있다.

[0048]

본체(202)는 또한 일반적으로 삽입 영역(218)의 센터링되는 포켓(214)을 포함한다. 포켓(214)은 광학 표적(120) 수용하기 위한 형상 및 치수이다. 포켓(214)은 삽입 영역(218)의 깊이 아래의 미리 결정된 깊이로 연장된다. 채널(216)은 삽입 영역(218) 내에 제공되고 포켓(214)을 실질적으로 둘러싸도록 위치한다. 채널(216)은 채널(216)이 포켓(214)을 둘러싸기 위해서 계속되는 것을 제외하고 일반적으로 도 1a의 채널(116)에 상응한다. 채널(216)은 본체(202)를 통해 이의 최하부 표면으로 확장되는 홀을 나타내는 입구/출구 포트(217)를 포함한다. 입구/출구 포트(217)는 삽입된 후 유리층의 내부를 가로지르고 접착제를 채널(216)로 삽입하는데 이용될 수 있다.

[0049]

예시에서, 채널(216)은 또한 채널(216)에 대하여 분포된 일련의 압력 방출 포켓(221)을 포함한다. 하기 더 상세하게 설명되는 바와 같이, 압력 방출 포켓(221)은 채널(216)에 첨가된 실리콘 접착제에 의해 유리층 위에 유도된 응력을 완화시킨다. 더 구체적으로, 실리콘이 채널(216)로 입구/출구 포트(217)를 통해 유도되는 경우, 실리콘은 적어도 부분적으로 포켓(221) 위를 가로지르고, 이로써 각각의 포켓(221)에서 소량의 공기를 포획한다. 실리콘이 경화됨에 따라, 실리콘은 수축하고, 이로써 채널(216)의 그레이팅층 및 주변 벽에 대한 인장력/수축력을

유도한다. 포켓(221)에 포획된 공기는 실리콘에 대한 완화의 제1 영역을 형성하고, 이로써 그레이팅층 위에 실리콘에 의해 적용된 인장력을 감소시킨다.

[0050] 포켓(214) 및 채널(216)은 도 1b의 예시에서 또한 직사각형인 내부 레지(215)에 의해 분리된다. 도 1b에 도시된 임의의 사각형 또는 직사각형 기하학은 유사한 다수의 대안적인 형상으로 변형될 수 있다는 것이 인식된다. 채널(216)은 외부 레지(219)에 의해 이의 외부 주변부 위에 둘러싸인다. 내부 및 외부 레지(215 및 219)는 유리층을 수용하는 선반을 형성한다.

[0051] 조립되는 경우, 포켓(214)의 벽과 광학 표적(120)의 측면의 사이의 마찰 방해 등에 의해 광학 표적(120)은 포켓(214) 내로 삽입되고, 그 안에 접착제와 보유될 수 있다. 광학 표적(120)이 포켓(214) 내로 삽입된 후, 내부 및 외부 레지(215, 219) 위에 휴지될 때까지 유리층은 삽입 영역(218)으로 삽입된다. 본 명세서에 개시된 몇몇 예시에 따라, 삽입 영역(218)은 그레이팅층(예를 들면, 도 2a에서 122 참조)으로서 기능하는 투명층(예를 들면, 유리)로 형성되고, 따라서 또한 유리층으로 지칭됨)을 수용한다. 그레이팅층은 삽입 영역(218) 내로 밀봉되어 완전히 조립된 후 포켓(214) 내로 들어가는 것으로부터의 오염을 방지한다. 예를 들면, 최종 사용자는 이를 세정하기 위하여 검사 장치를 세정제(예를 들면, 알코올)로 정기적으로 닦을 수 있다. 본 명세서에서 예시는 채널(216)로 주입되어 알코올 내성 접착제를 이용하여 그레이팅층을 본체(202)에 부착시키고, 여기서 접착제는 알코올 노출에 잘 견딜 것이다. 예를 들면, 접착제는 알코올에서 매우 안정한 실리콘일 수 있는 반면, UV 경화 접착제는 알코올에서 붕괴되는 경향이 있다. 실리콘은 채널(116)이 채워질 때까지 주입된다. 그러나, 실리콘은 경화시 "탈기체"를 나타낼 수 있다.

[0052] 본 명세서에 개시된 예시는 포켓(214) 및 광학 표적(120)을 탈기체 공정의 부산물로부터 단리한다. 그렇게 하기 위하여, 그레이팅층이 삽입 영역(218)으로 삽입되고 내부 및 외부 레지(215, 219) 위에서 휴지된 후, 탈기체 장벽(213)은 그레이팅층과 내부 레지(215) 사이의 계면에 대하여 형성된다. 탈기체 장벽(211)은 또한 그레이팅층과 외부 레지(219) 사이의 계면에 대하여 형성된다. 탈기체 장벽(213, 215)은 하나 이상의 입구/출구 포트(217)를 통해 도구를 주입하고 미리 결정된 부피의 장벽 접착제를 그레이팅층과 내부 레지(215) 사이의 계면의 에지를 따라, 그리고 그레이팅층과 외부 레지(219) 사이의 계면의 에지를 따라 침착시켜 형성될 수 있다. 예를 들면, 장벽 접착제는 저점도(예를 들면, 300 cp) UV 경화 접착제일 수 있다. 미리 결정된 기간의 시간을 기다린 후, 장벽 접착제는 내부 및 외부 레지(215 및 219)를 가로질러 워킹하여 내부 레지(215), 외부 레지(219) 및 그레이팅층 사이의 얇은 결합층을 형성한다(탈기체 장벽으로서 점선(211, 213)로 표시됨). 그레이팅층은 무응력 상태일 것이고 내부 및 외부 레지(215, 219)로 끌어내려질 것이다. 이 상태에서 UV 경화는 그레이팅층을 휘게 할 수 있는 임의의 클램핑 고정을 사용하지 않으면서 그레이팅층을 평판하고 적절하게 위치하도록 유지한다. 추가로 내부 레지(215)에서 탈기체 장벽(213)은 임의의 실리콘 탈기체가 포켓(214) 내로 들어간 것을 방지한다.

[0053] 도 1c는 대시적인 예시에 따라 형성된 검사 장치(250)의 투시도를 도시한다. 검사 장치(250)는 본체(252), 광학 표적(270), 및 그레이팅층(272)을 포함한다. 본체(252)는 일반적으로 삽입 영역(268)의 센터링되는 포켓(264)을 포함한다. 포켓(264)은 광학 표적(270)을 수용하는 형상 및 치수이다. 채널(266)은 삽입 영역(268) 내에 제공되고 포켓(264)을 실질적으로 둘러싸고 위치한다. 채널(266)은 입구/출구 포트(267)를 포함한다. 삽입 영역(268)은 동일평면 방식으로 배열되고 그레이팅층(272)의 하부 표면을 수용하도록 위치한 내부 레지(265) 및 외부 레지(269)를 포함한다. 본체(252)는 그레이팅층(272)에서 목적하는 양의 평탄도를 유지하는 방식으로 형성된다. 그레이팅층(272)에서 목적하는 양의 평탄도를 유지하는 것은 몇몇 광학 보정이 크롬 패턴의 평탄 영역을 이용하기 때문에 유리하다. 실리콘이 경화되는 경우, 달리 보정되지 않는 한, 이는 수축되어 그레이팅층(272)은 채널(266)로 끌어 내려질 수 있다. 그레이팅층(272)이 채널(266)로 끌려 들어가는 경우, 그레이팅층(272)의 중심부는 광학 표적(270) 위의 영역에서 위로 휘어질 수 있다. 또한, 접착제 경화 동안 최상부 유리(그레이팅층(272))를 적절한 위치에서 클램핑하는 것은 접착제가 이 상태로 경화하는 경우, 영구적이 되는 방식으로 그레이팅층(272)을 휘게 할 수 있다.

[0054] 본 명세서에서 예시에 따라, 그레이팅층(272)의 최상부 표면은 목적하는 양의 평탄도/평면 기하학으로 유지된다. 그렇게 하기 위하여, 채널(266)은 채널(266)에 대하여 분포된 일련의 압력 방출 포켓(271)과 함께 제공된다. 압력 방출 포켓(271)은 경화 공정 동안 채널(266)에 첨가된 접착제 실리콘에 의해 그레이팅층(272) 위에 유도된 응력을 완화시킨다. 본 명세서에 개시된 몇몇 예시는 실리콘이, 경화시, 그레이팅층(272)을 채널(266)로 끌어내리는 것을 방지한다. UV 경화 접착제(도 1b에서 장벽(211, 213))는 그레이팅층(272)을 채널(266)의 양측 위에 유지하고, 이로써 그레이팅층(272)의 휨을 피한다(또는 적어도 실질적으로 휨을 감소시킨다). 그레이팅층(272)의 휨에 대한 가능성은 채널(266)의 부분을 제한받지 않도록 함으로써 추가로 감소될 수 있고, 따라서 실리콘은 그레이팅층(272) 위에 끌림 없이 수축할 수 있다. 이는 채널(266)의 최하부에서 주기적인 포켓

(271)(홀)을 만듦으로써 달성될 수 있다. 실리콘이 채널(266)을 통해 흐르는 경우, 공기는 포켓(271) 내부에 포획된다. 실리콘이 경화되는 경우, 기포는 실리콘이 수축함으로써 채널(266) 내로 확장되어 자유로워진다. 채널(266) 내로 기포를 끌어 당기는 것이 그레이팅층(272)을 채널(266)로 끌어내리는 것보다 당기는 것이 훨씬 쉽고, 따라서 그레이팅층(272)은 경화 동안 변형되지 않는다.

[0055] 임의로, 본체(252)는 하나 이상의 마운팅 특징부(251), 예를 들면, 이의 반대 말단에 제공된 구멍을 포함할 수 있다. 마운팅 특징부(251)는 목적하는 위치에서 기구 위의 정합 구성요소를 수용하여 검사 장치(250)를 목적하는 위치에 위치하게 한다. 도 1c의 예시에서, 마운팅 특징부(251)는 상응하는 핀을 수용하는 홀을 나타낸다. 대안적이거나 추가의 마운팅 특징부가 이용될 수 있다.

[0056] 검사 장치(250)를 조립하는 일반적인 공정이 기재될 것이다. 광학 표적(270)은 포켓(264) 내로 삽입된다. 도 1c의 예시에서, 포켓(264)의 반대 말단은 접착제의 도입을 가능하게 하는 공동(263)을 포함한다. 예를 들면, 접착제가 로딩된 도구(예를 들면, 주사기)는 광학 표적(270)의 말단에 공동(263) 내로 삽입될 수 있다. 접착제는 모세관력을 통해, 최하부 포켓 레지(259)를 적어도 부분적으로 가로질러 광학 표적(270)의 최하부 표면을 따라 도구로부터 유도되고 워킹/흐르는 것이 허용된다. 모세관력은 포켓 레지(259)의 최하부에 대항하여 광학 표적(270)을 당기고, 이로써 광학 표적(270)을 포켓(264) 내에 목적하는 깊이에 유지한다. 임의로, 접착제가 UV 경화 접착제를 나타내는 경우, 접착제를 경화하는 이 지점에서 UV 광이 도입될 수 있다.

[0057] 그레이팅층(272)은 삽입 영역(268) 내로 로딩되고, 삽입 영역(268)의 주변부는 그레이팅층(272)의 외부 주변부에 대하여 인접하다. 그레이팅층(272)이 적절한 위치에 위치한 후, 공동(249)이 그레이팅층(272)의 주변부에 대하여 분포하도록, 본체(252)는 삽입 영역(268)의 주변부에 대하여 하나 이상의 공동(249)을 포함한다. 그레이팅층(272)이 삽입 영역(268)에 마운팅된 후, 접착제 분산 도구(예를 들면, 주사기가 있는 로딩된 공압 접착제 디스펜서)는 그레이팅층(272)의 주변부에 대하여 하나 이상의 지점에서 제어된 양의 접착제를 도입하는데 이용될 수 있다. 예를 들면, 주사기의 팁은 그레이팅층(272)의 코너에서 공동(249)으로 삽입될 수 있다. 미리 결정된 양의 접착제가 도입된다. 접착제는 모세관력을 통해 그레이팅층(272)과 외부 레지(269) 사이의 계면을 따라 당겨진다. 모세관력은 광학 표적(270)에 근접한 그레이팅층(272)의 부분 위에 흐르지 않고 외부 레지(269)를 따라 접착제가 워킹/흐르는 것을 유발한다. 모세관력은 그레이팅층(272)을 외부 레지(269)에 대항하여 당기고, 이로써 그레이팅층(272)을 삽입 영역(268) 내에 목적하는 깊이에 유지한다. 임의로, 접착제가 UV 경화 접착제를 나타내는 경우, UV 광은 접착제를 경화시키는 이 지점에서 도입될 수 있다.

[0058] 추가로 또는 대안적으로, 접착제는 내부 레지(265) 위에 도입될 수 있다. 접착제는 그레이팅층(272)이 삽입 영역(268)으로 삽입되기 전 또는 후에 내부 레지(265)로 도입될 수 있다. 예를 들면, 접착제의 하나 이상의 액적은 그레이팅층(272)이 삽입되기 전에 내부 레지(268) 위에 위치할 수 있다. 임의로, 접착제 분산 도구는 그레이팅층(272)의 삽입 후에 내부 레지(265)에 접착제를 도입하는데 이용될 수 있다. 예를 들면, 주사기의 팁은 하나 이상의 입구/출구 포트(267)를 통해 삽입될 수 있고, 주사기는 미리 결정된 양의 접착제를 도입할 수 있다. 접착제는 그레이팅층(272)과 내부 레지(265)의 계면을 따라 모세관력을 통해 당겨진다. 모세관력은 접착제가 광학 표적(270)에 인접한 그레이팅층(272)의 부분 위를 흐르지 않고 내부 레지(265)를 따라 워킹/흐르는 것을 유발한다. 모세관력은 그레이팅층(272)을 내부 레지(265)에 대항하여 당기고, 이로써 그레이팅층(272)을 삽입 영역(268) 내의 목적하는 깊이에 유지한다. 임의로, 접착제가 UV 경화 접착제를 나타내는 경우, UV 광은 접착제를 경화시키는 이 지점에서 도입될 수 있다.

[0059] 접착제(예를 들면, 실리콘)은 하나 이상의 입구/출구 포트(267)를 통해 채널(266) 내로 도입된다. 예를 들면, 채널(266)의 하나 이상의 코너에서 입구/출구 포트(267)는 접착제를 도입하는 입구로서 이용될 수 있고, 채널(266)의 하나 이상의 다른 코너에서 입구/출구 포트(267)는 채널(266)로부터 기체를 배출하게 하는 출구를 형성한다. 상기 설명된 바와 같이, 접착제가 채널(266)을 통해 흐름에 따라, 접착제는 포켓(271) 위를 가로지른다. 포켓(271)은 후속적으로 접착제가 경화됨에 따라 수축에 대한 공기 완화를 제공한다.

[0060] 도 2a는 광학 표적(120)이 설치된, 도 1의 선 2A-2A를 따른 도 1의 검사 장치(100) 측면단도를 도시한다. 도 2a는 포켓(114)에 설치된 광학 표적(120), 및 삽입 영역(118)에 마운팅된 그레이팅층(122)을 나타내는 투명층을 도시한다. 그레이팅층(122)은 상이한 유형의 정렬 작업 및/또는 보정 시험과 관련하여 사용되는 상이한 영역을 가질 수 있다. 예를 들면, 도 2d와 관련하여 하기 논의되는 바와 같이, 그레이팅층(122)은 물체(도 2d에서 200)가 다양한 작업과 관련하여 정보를 수집하기 위하여 위치하는 영역을 나타내는 하나 이상의 "타일"을 포함할 수 있다. 예시의 방식으로, 그레이팅층(122)은 하나 이상의 상질 타일, 왜곡 타일, 클리어 타일, 기준 등을 포함할 수 있다. 물체는 다양한 타일에 상대적으로 위치하여 다양한 시험의 수행과 관련하여 정보를 수집한다. 그

레이팅층(122)은 또한 여기 공간 프로파일의 단일성 및 위치를 모니터링하는데 사용될 수 있다. 그레이팅층(122)은 그 안에 제공되고 하나 이상의 미리 결정된 패턴의 형상을 갖는 다양한 미세구조(123)의 투명한 캐리어 기관(예를 들면, 유리)으로부터 형성될 수 있다. 미세구조(123)는 하나 이상의 타일/면으로 제공되고, 여기서 물체는 상응하는 보정 작업 및 시험과 관련하여 위치한다. 다양한 보정 작업 및 시험의 예는 도 10과 관련하여 하기 기재된다. 예를 들면, 미세구조(123)는 크롬 또는 또 다른 불투명 조성물을 포함할 수 있고, 여기서 조성물은 목적하는 양의 불투명도(예를 들면, 부분적으로 또는 완전히 불투명)를 여기 광 및/또는 관심 대상 하나 이상의 형광 방출 대역에 나타낸다. 예를 들면, 크롬의 층은 그레이팅층(122)의 표면 위에 다양한 기술을 통해 침착될 수 있고, 상이한 영역의 크롬은 본 명세서에 기재된 바와 같은 상이한 정렬 및/또는 보정 작업과 연결하여 이용되는 상이한 패턴(또한 "크롬" 또는 "크롬 패턴"으로도 지칭됨)을 형성한다. 미세구조(123)는 다양한 패턴, 예를 들면, 줄무늬, 점, 핀홀 등의 형상을 가질 수 있다. 임의로, 미세구조(123)는 채널, 핀 홀 등을 형성하는 미세구조(123)를 통한 구멍 또는 갭으로 나타나는 미리 결정된 패턴을 갖는 고체층으로서 제공될 수 있다. 미세구조(123)는 그레이팅층(122)의 상부 및/또는 하부 표면 위에 제공될 수 있고, 여기서 상부 및 하부 표면은 기구의 물체에 상대적으로 지정된다. 예를 들면, 상부 표면은 물체에 근접한 표면을 나타내고, 하부 표면은 물체로부터 원위에 있는 표면을 나타낸다. 대안적으로, 그레이팅 구조는 고체 형광성 기관(예를 들면, 도 2e 참조) 위에 직접적으로 패턴화되어 모놀리식 구조를 형성할 수 있다. 이러한 예시에서, 그레이팅 구조는 광학 표적(120)과 접촉하고, 이는 여기 조명의 광학 표적에 대한 커플링을 증가시키고, 마찬가지로 광학 표적(120)의 형광과 그레이팅 구조의 커플링을 증가시키고, 따라서 방출된 광 강도는 목적하는 수준에 도달한다(예를 들면, 최대화된다). 임의로, 그레이팅층(122)은 전부 생략될 수 있다. 임의로, 그레이팅층(122)과 광학 표적(120) 사이의 공간은 조절되어 구면 수차를 위하여 제공될 수 있다.

[0061] 도 2a에 도시된 예시에서, 미세구조(123)는 중심 영역(119)에 의해 분리된 제1 및 제2 그레이팅 영역(115, 117)을 포함한다. 중심 영역(119)은 미세구조(123)가 없다.

[0062] 도 2a에 도시된 바와 같이, 반사방지 코팅(121)은 적어도 하나의 투명층(그레이팅층(122)) 또는 광학 표적(120)의 표면 위에 형성될 수 있다. 반사방지 코팅(121)은 그레이팅층(122)과 광학 표적(120) 사이의 프린지 갭을 마주한 임의의 표면 위에 형성될 수 있다. 하나의 예시에서, 반사방지 코팅(121)은 광학 표적(120)의 표면 위에 위치한다. 또 다른 예시에서, 반사방지 코팅(121)은 그레이팅층(122)의 표면 위에 위치하고, 미세구조(123)를 포함한다. 또 다른 예시에서, 반사방지 코팅(121)은 광학 표적(120)의 표면 및 그레이팅층(122)의 표면 위에 위치하고, 미세구조(123)를 포함한다.

[0063] 반사방지 코팅(121)의 하나의 예시를 형성하기 위하여, 광학 표적(120)이 포켓(114) 내에 위치하는 경우, 반사방지 물질은 프린지 갭(124)과 마주하는 광학 표적(120)의 표면에 적용될 수 있다. 반사방지 코팅(121)의 또 다른 예시를 형성하기 위하여, 미세구조(123)는 투명층(즉, 그레이팅층(122))의 표면 위에 형성될 수 있고, 그 다음, 반사방지 물질은 표면에 적용될 수 있다.

[0064] 반사방지 코팅(들)(121)은 프린지 갭(124)에서 광학 표적(120)의 표면과 그레이팅층(122) 사이의 광 반사로부터 발생할 수 있는 광학 방해를 감소시키거나 제거하기 위하여 포함될 수 있다. 그 결과, 광학 방해 패턴 또는 프린지는 본 명세서에 개시된 장치 및 디바이스를 사용하는 경우, 수득되는 이미지를 감소시키거나 제거할 수 있다.

[0065] 반사방지 코팅(121)은 단일 층으로 도시되지만, 바람직한 반사방지 효과를 달성하기 위하여 단일 층이 사용될 수 있거나 다중 층이 사용될 수 있다는 것이 이해된다. 예를 들면, 다중 층은 관심 대상 방출 대역/파장(들)에서 최소 반사 또는 반사 없음을 달성하기 위하여 적용될 수 있다. 예를 들면, 다중 층 반사방지 코팅(121)은 약 520nm 내지 약 700nm 범위의 파장에서 0% 반사율 내지 1% 반사율을 나타낼 수 있고, 약 500nm 내지 약 520nm 범위의 파장에서 0% 반사율 내지 약 5% 반사율을 나타낼 수 있고, 또한 약 700nm 내지 약 1000nm 범위의 파장에서 0% 반사율 내지 약 9% 반사율을 나타낼 수 있다. 마찬가지로, 반사방지 코팅(들)(121)의 반사방지 성질은 상이한 파장에 대하여 동일하지 않을 수 있으며, 장치 또는 디바이스가 사용되는 응용에 따라 다양할 수 있다.

[0066] 반사방지 코팅(들)(121)을 형성하는데 사용될 수 있는 적합한 반사방지 물질의 예는 물질이 그 위에 위치하는 기관(예를 들면, 광학 표적(120) 또는 그레이팅층(122))의 굴절률의 계급과 동일한 굴절률을 갖는 임의의 투명 물질을 포함한다. 반사방지 물질의 몇몇 예시는 플루오르화마그네슘(MgF₂), 플루오로중합체, 실리카의 층을 대체하는 메조다공성 실리카 나노입자 및 더 높은 굴절률 물질, 또는 사용되는 바람직한 방출 대역/파장 내의 바람직한 반사방지 성질을 나타내는 다른 반사방지 물질을 포함한다.

[0067] 본 예시에서, 삽입 영역(118)은 본체(102)에서 형성되는 삽입 레지(126) 및 삽입 벽(127)과 함께 형성된다. 삽

입 레지(126)는 본체(102)의 최상부 표면(104) 아래에 미리 결정된 거리만큼 간격을 두고, 미리 결정된 거리만큼 내부로 확장된다. 삽입 레지(126)는 삽입 영역(118)의 깊이를 정의하고, 여기서 깊이는 그레이팅층(122)의 두께에 상응한다. 예를 들면, 삽입 레지(126)는 그레이팅층(122)을 지지하는데 충분한 거리만큼 내부로 확장될 수 있다. 하나의 예시로서, 접착제는 삽입 레지(126)를 따라 적용되어 그레이팅층(122)을 목적하는 위치에 유지할 수 있다. 삽입 레지(126)는 접착제가 포켓(114)으로 넘쳐 흐르지 않고 삽입 레지(126)를 가로질러 퍼지도록 부분적으로 결정되는 길이를 가질 수 있다. 레지 벽(127)은 삽입 영역(118)의 주변부에 대하여 확장되는 형상 및 치수를 갖는다. 삽입 영역(118)은 포켓(114)과 연관되어 형성된다.

[0068] 포켓(114)은 포켓 레지(128) 및 포켓 벽(129)에 의해 경계를 이루고 정의된다. 포켓 레지(128)는 삽입 레지(126) 아래에 미리 결정된 거리만큼 간격을 두고, 미리 결정된 거리만큼 내부로 확장된다. 예를 들면, 포켓 레지(128)는 광학 표적(120)을 지지하는데 충분한 거리만큼 내부로 확장될 수 있다. 하나의 예시로서, 접착제는 포켓 레지(128)를 따라 적용되어 광학 표적(120)을 목적하는 위치에 유지할 수 있다. 포켓 레지(128)는 접착제가 확산 웰(130)로 흘러 넘치지 않고 포켓 레지(128)를 가로질러 퍼지도록 부분적으로 결정되는 길이만큼 내부로 확장될 수 있다. 포켓(114)은 본체(102) 내에 내부로 간격을 두고 있고, 따라서 포켓(114)이 본체(102)의 중심에 있어서 접착제가 광학 표적(120)의 중심 영역(119) 아래로 들어가는 것을 방지한다.

[0069] 포켓 벽(129)은 광학 표적(120)의 형상에 상응하는 형상 및 치수를 갖는다. 포켓 벽(129)은 포켓 레지(128)로부터 삽입 레지(126)로 확장되는 높이를 갖는다. 포켓 벽(129)의 높이(129A)는 광학 표적(120)의 높이(120A)보다 큰 미리 결정된 거리이고, 따라서 광학 표적(120)이 삽입되고 포켓 레지(128)에 단단히 휴지되는 경우, 광학 표적(120)의 최상부 표면은 삽입 레지(126)의 평면 아래에 위치한다. 광학 표적(120)의 최상부 표면은 프린지 갭(124)의 두께만큼 삽입 레지(126)의 평면 아래에 위치한다. 프린지 갭(124)은 광학 표적(120)(또는 그 안의 반사방지 코팅(121))의 최상부 표면과 그레이팅층(122)(또는 그 안의 반사방지 코팅(121))의 최하부 표면 사이의 거리에 상응한다. 프린지 갭(124)은 방해 프린지를 피하기에 충분할 만큼 크다. 방해 프린지는 그레이팅층(122) 및 광학 표적(120)이 하나 이상의 지점에서 서로 직접적으로 접촉하는 경우에 발생할 수 있다. 프린지 갭(124)은 광학 표적(120)과 그레이팅층(122) 사이의 직접적인 접촉을 피하기에 충분히 크다. 프린지 갭(124)은 광이 그레이팅층(122)과 광학 표적(120) 사이를 통과함으로써 역 광학 성질을 도입하는 것을 피할 만큼 충분히 작다. 예를 들면, 프린지 갭(124)이 과도하게 크게 만들어진 경우, 과량의 광은 프린지 갭(124)을 통해 통과하면서 손실될 수 있다. 프린지 갭(124)은 광이 그레이팅층(122)과 광학 표적(120) 사이를 통과함에 따라 프린지 갭(124) 내의 과도한 광 손실을 피한다. 예를 들면, 프린지 갭(124)은 약 10 μ m 내지 약 100 μ m의 두께, 및, 예시에서, 약 30 μ m(+/- 20 μ m)의 두께를 가질 수 있다. 임의로, 프린지 갭(124)은 상이한 두께를 가질 수 있고, 단, 광 손실의 양은 미리 결정된 광 손실 한계(예를 들면, 유입 광 강도의 약 20% 이하) 내로 유지된다. 임의로, 그레이팅층(122) 및 광학 표적(120)은 광학 표적(120)의 사용에 과도하게 영향을 주지 않는 작은 방해 프린지를 유도할 수 있는 제어된 최소량의 접촉을 겪을 수 있다. 상기 언급된 바와 같이, 방해 프린지는 광학 표적(120) 및 그레이팅층(122) 중 하나 또는 둘 다위에 반사방지 코팅(121)을 포함함으로써 추가로 감소되거나 제거될 수 있다.

[0070] 임의로, 굴절률 정합 유체 또는 굴절률 정합 에폭시는 프린지 갭(124)을 채우기 위하여 제공되어 시간에 따른 그레이팅층(122)과 광학 표적(120) 사이의 이동에 대한 가능성을 감소시킬 수 있다. 적어도 특정한 굴절률 정합 에폭시는 적어도 특정한 응용에서 바람직하지 않을 수 있는 시간에 따른 색상에서의 약간의 변화(예를 들면, 변색)를 겪을 수 있다. 또한, 굴절률 정합 유체는 시간이 지남에 따라 프린지 갭(124)을 누수할 수 있는 가능성이 존재한다. 결과적으로, 적어도 특정한 굴절률 정합 유체 및/또는 에폭시는 시간이 지남에 따라 형광 방출의 강도가 변화하는 것을 유발할 수 있는 가능성이 존재한다. 예를 들면, 시간이 지남에 따라, 정합 유체 또는 에폭시는 광학 표적(120)에 대한 여기 광 강도 침해 및/또는 프린지 갭(124)을 가로지르는 형광성 방출의 강도를 약간 약화시킬 수 있다. 따라서, 적어도 특정한 예시에서, 프린지 갭(124) 내에 공기를 이용하는 것은 검사 장치(100)로부터 방출되는 형광성의 일정한 강도를 유지하기 위한 적어도 하나의 양상을 나타낼 수 있다. 추가로, 굴절률 정합 유체 또는 에폭시의 첨가는 프린지 갭(124)이 공기로 채워지는 경우, 그렇지 않으면 존재하지 않는 제작 공정에 추가의 단계/복잡성을 유도할 수 있다.

[0071] 포켓(114)은 포켓(114)(도 2b에 도시된 물체(200)의 원위) 아래, 및 포켓(114)에 삽입되는 경우 광학 표적(170)의 아래에 위치한 확산 웰(130)에 결합된다. 확산 웰(130)은 포켓(114) 아래에 위치하고, 광학 표적(120)의 중심에 있다. 확산 웰(130)은 광학 표적(120)을 통과하는 광을 수용하도록 구성된다. 광은 웰 베이스(132)에 접촉할 때까지 광이 확산 웰(130)을 가로지름에 따라 점차적으로 초점이 디포커싱되거나 확산된다. 광이 웰 베이스(132)에 체결되는 경우, 광은 웰 베이스(132)의 광 표백을 피하는데 충분한 목적하는 정도로 확산되었다.

[0072] 포켓(114)은 광의 초점(광학 표적(120) 내)과 본체(120)의 최하부 부분 사이의 목적하는 거리(예를 들면, 최대

거리)를 제공하는 치수의 높이를 갖는다. 확산 웰(130)은 광 표백을 피하고 목적인 수준(예를 들면, 약 6% 이하) 내로 반사율을 관리하는 것을 가능하게 하기 위하여 안료 기반의 블랙 마감 또는 코팅과 함께 제공될 수 있는 웰 최하부(132)을 포함한다. 예를 들면, 안료 기반의 블랙 마감은 무기 금속 염, 예를 들면, 미국 뉴욕주 시러큐스 소재의 아노플레이트 코포레이션(Anoplate Corp.)에 의해 제공된 ANOBLACK™ EC를 사용하는 전해질 블랙화를 나타낼 수 있다. 본 명세서에 개시된 예시에 따라, 블랙 마감은 염료가 아닌 안료를 이용하여 제공되고, 이는 블랙 염료가 여기 광에 대한 노출에 시간이 지남에 따라 붕괴되는 것에 더 취약한 큰 분자(안료에 대한 분자 크기에 상대적으로)를 갖기 때문이다. 블랙 마감을 형성하는데 이용된 안료는, 적어도 몇몇 예시에 따라, 여기 광에 덜 취약하고 시간이 지남에 따라 붕괴되지 않는 더 작은 분자로부터 형성된다. 하나의 예시로서, 안료는 블랙 마감을 형성하는 인 풍부 블랙 산화니켈일 수 있고, 여기 광에 의해 붕괴되는데 취약하지 않은 상대적으로 작은 분자 크기를 갖고, 따라서 상대적으로 일정한 반사율을 유지한다. 또한, 코팅에서 낮은 형광성을 제공하는 안료가 선택될 수 있고, 이는 코팅에서 낮은 초기 형광성은 코팅 형광이 많은 시간이 지남에 따라 떨어지지 않을 것이라는 것을 의미할 것이기 때문이다.

[0073] 임의로, 본체(102)의 표면의 다양한 다른 부분(예를 들면, 최상부 및/또는 최하부 표면(104, 106), 측면(108) 및/또는 정 및 후 말단(110, 112))은 마감 또는 코팅으로 커버링될 수 있다.

[0074] 도 2b는 본 명세서에서 예시에 따라 물체(200)가 제1 측정 위치에 위치한 광학 표적(120)의 모델의 측면도를 도시한다. 도 2c는 본 명세서에서 예시에 따라 물체(200)가 제2 측정 위치에 위치한 광학 표적(120)의 모델의 측면도를 도시한다. 도 2b 및 2c는 검사 장치(100)에 상대적으로 각각 제1 및 제2 측정 위치에 위치한 물체(200)를 도시한다. 도 2b 및 2c의 모델은 그 중에서도 본체(102), 광학 표적(120), 그레이팅층(122), 및 확산 웰(130)을 도시하고, 예시의 단순성을 위하여, 프린지 갭(124) 및 도 2a의 다른 특징부는 상세하게 도시되지 않는다.

[0075] 도 2b에서, 검사 장치(200)는, 예를 들면, 여기 측정 작업을 수행하는 것과 연결하여 그레이팅층(122)의 중심 영역(119)에 인접하여 위치한다. 물체(200)가 중심 영역(119) 내에 위치하는 경우, 여기 광(202)은 그레이팅 영역(115, 117)에서 미세구조(123)를 피한다. 물체(200)는 여기 광(202)을 검사 장치(100)로 보내고, 여기서 여기 광(202)은 수행되는 특정한 측정을 기반으로 상이한 초점에 포커싱된다. 예를 들면, 프레임 측정 작업과 관련하여(도 2b에 상응함), 물체(200)는 여기 광(202)을 광학 표적(120)의 상부 표면(107) 아래(예를 들면, 50 μ m)에 있는 초점(204)에 포커싱한다. 물체(200)는 개구각(208)을 관리하여 초점(204)에 목적하는 정도의 초점을 수득하고, 그 후 광학 표적(120) 내에 더 큰 깊이에서 목적하는 정도의 확산/디포커싱을 수득한다. 물체(200)는 중심 영역(119) 내에 광학 표적(120)의 상부 표면(107)으로부터 방출되는 형광 방출을 수용한다.

[0076] 작업 동안, 비-그레이팅 기반의 측정(예를 들면, 광학 강도 측정)은 물체(200)를 영역(119) 위에 위치시킴으로써 수득될 수 있다. 예를 들면, 비-그레이팅 기반의 측정은 검출 카메라의 시계에 상대적인 여기 광 조명의 위치를 이미징하는 것과 관련하여 수행될 수 있다. 초점(204)은 초점면으로부터의 굽힘, 먼지, 지문 등, 예를 들면, 광학 표적(120)의 표면에서 잔해, 굽힘 및 결함을 제거하기 위하여 상부 표면(107) 아래에 위치하고, 따라서 이들 잠재적인 방해 효과는 측정에 영향을 미치지 못하거나 상대적으로 적은 영향을 미칠 것이다. 다른 작업은 영역(119)으로부터 수득된 이미지를 이용할 수 있는 도 10과 관련하여 논의된다.

[0077] 여기 광은 물체(200)로부터 방출되고, 미세구조(123)를 통과하지 않고 그레이팅층(122)을 통해 광학 표적(120)으로 이동한다. 이에 대응하여, 광학 표적(120)은 영역(119)을 통해 되돌아오고 물체(200)를 침입하는 광학 표적(120) 내의 형광 방출을 생성하고, 여기서 형광 방출은 하나 이상의 검출기에 대한 내부 광학을 통해 다시 보내진다. 물체(200)는 여기 광을 미리 결정된 거리만큼 광학 표적(120)의 표면 아래에 위치한 초점에 포커싱한다. 예를 들면, 초점(204)은 광학 표적(120)의 표면(107) 아래 약 20 μ m 내지 약 100 μ m에 위치할 수 있다. 또 다른 예시로서, 초점(204)은 광학 표적(120)의 표면(107) 아래 약 50 μ m에 위치할 수 있다. 여기 광은 초점(204) 아래 광학 표적(120)의 하부 부분에 확산되어 광학 표적(120) 내의 상대적으로 큰 영역을 가로지르는 형광 방출을 유발하고, 이로써 상대적으로 균일한 스캔을 제공한다. 적어도 몇몇 예시는 초점(204)을 광학 표적(120)의 표면(107) 아래에 위치시키고 개구각(208)을 관리함으로써 광학 표적(120) 및/또는 그레이팅층(122)의 표면(107) 위의 굽힘, 잔해, 지문 등의 부정적인 효과를 제거하거나 실질적으로 감소시킨다.

[0078] 도 2c에서, 검사 장치(200)는, 예를 들면, 그레이팅 측정 작업의 수행과 관련하여 하나의 그레이팅 영역(115, 117)에 근접하게 위치한다. 물체(200)가 그레이팅 영역(115, 117) 중 하나에 인접하게 위치하는 경우, 여기 광(202)은 갭 또는 그 안의 개구를 통과하는 미세구조(123) 위에 침해한다. 물체(200)는 여기 광(202)을 초점(206)에 포커싱하고 이는 그레이팅층(122)의 최하부 표면에 상응한다. 물체(200)는 개구각(210)을 관리하여 초

점(206)에서 목적하는 정도의 초점을 수득하고, 그 후 광학 표적(120) 내에 더 큰 깊이에서 목적하는 정도의 확산/디포커싱을 수득한다. 초점(206)은 또한 미세구조(123)의 위치에 상응한다. 물체(200)는 상응하는 그레이팅 영역(115, 117) 내에 광학 표적(120)으로부터 방출되는 형광 방출을 수용한다. 적어도 몇몇의 예시에 따라, 방출의 모든 부분 또는 일부분은 광학 표적(120)의 최상부 부피로부터 나올 수 있고, 방출의 없거나 더 적은 부분은 광학 표적(120)의 남은 부피로부터 나온다.

- [0079] 작업 동안, 그레이팅 기반의 측정은 물체(200)를 제1 및 제2 그레이팅 영역(115 및 117) 중 하나 또는 둘 다 위에 위치시킴으로써 수득된다. 여기 광은 물체(200)로부터 방출되고, 그레이팅 영역(115, 117)을 통해 광학 표적(120)으로 이동한다. 여기 광은 광학 표적(120) 내에 더 큰 깊이에서 개구각(210)에 의해 결정된 속도로 초점(206) 뒤로 확산되거나 디포커싱된다. 여기 광에 대응하여, 광학 표적(120)의 상응하는 영역은 상부 표면(107)으로부터 방출되고 그레이팅층(122)의 하부 표면(및 미세구조(123)) 위를 침해하는 형광 방출을 생성한다. 형광 방출은 그레이팅층(122) 위의 미세구조(123) 사이를 통과하고 물체(200) 위의 침해까지 상향으로 통과한다. 형광 방출은 하나 이상의 검출기에 내부 광학을 통해 다시 보내지고 따라서 처리된다. 여기 광이 광학 표적(120)을 통과하는 정도까지, 여기 광은 웰 최하부(132)에 접촉하기 전에 확산 웰(130)을 통과하는 경우 원하는 정도의 디포커싱을 나타낸다. 웰 최하부(132)에 접촉하는 여기 광의 강도는 미리 결정된 역치 아래이고, 마찬가지로 시간이 지남에 따라 웰 최하부(132)의 광학 특성을 변화시키는 가능성을 피한다.
- [0080] 여기 광이 미세구조(132) 뒤를 통과함에 따라, 레이저 광은 광학 표적(120)의 상대적으로 큰 부분이 형광을 방출 시 빛나는 것을 유발하는 더 큰 영역으로 분기된다. 따라서, 기구 내의 카메라는 초점(206)의 측면에 측면으로 위치할 수 있는 미세구조(132)의 부분으로부터 크롬 패턴 측정을 수집할 수 있고, 이로써 크롬 패턴 측정을 위한 개선된 조명 단일성을 제공한다.
- [0081] 물체(200)는 큰 개구수와 함께 제공될 수 있고, 따라서 추가로 물체(200)는 그레이팅층(122)의 표면으로부터 멀어지도록 이동하고, 여기 공급원의 초점을 벗어나게 된다. 여기 레이저는 여기 광이 초점(206)으로부터 멀리 이동함에 따라 분기된다. 여기 광이 분기/포커싱하는 속도는 물체(200)의 개구수에 따라 부분적으로 좌우된다. 적어도 몇몇의 예시에 따라, 여기 광은 여기 광이 광학 표적(120)의 최하부 표면에 존재하는 시간에 따라 실질적으로 디포커싱된다. 여기 광은 여기 광이 확산 웰(130)을 통과함에 따라 추가로 계속 분기된다(더 디포커싱된다). 여기 광이 웰 최하부(132)를 침해하는 시간만큼, 여기 광은 목적하는 강도 역치 아래의 웰 최하부(132) 위의 임의의 지점에서 침해된 에너지의 강도를 제한하는 목적하는 정도로 디포커싱/분기된다.
- [0082] 본 명세서에서 예시에 따라, 물체(200) 및 검사 장치(100)는 큰 영역에 대한 여기 레이저 선의 퍼짐(예를 들면, X에서 2.3mm 및 Y에서 0.53mm)에 의해 본체(102)의 과도한 광분해를 피한다(예를 들면, 광 표백을 최소화한다). 추가로, 몇몇 예시는 여기 광이 여기 광이 본체(102)의 표면을 침해하는 경우, 목적하는 양(Er-InF₃ 신호의 약 1.5% 미만으로 측정됨)만큼 디포커싱되도록 여기 광의 초점을 관리함으로써 본체(102) 위의 구조의 과도한 자가형광을 부분적으로 피한다(예를 들면, 최소화한다).
- [0083] 추가로, 확산 웰(130), 및 초점(206)과 웰 최하부(132) 사이의 거리는 자가형광의 가능성을 감소시킨다. 자가형광은 여기 광의 수용에 반응하여 웰 최하부(132)로부터 야기될 수 있다. 웰 최하부(132)가 임의의 형광성 에너지를 방출하는 정도까지, 이러한 형광성 에너지는 광학 표적(120)으로부터 관심 없는 특성에 영향을 미치지 없이 확산 웰(130)을 통해 이동하는 동안 실질적으로 분산된다.
- [0084] 임의로, 적어도 몇몇 예시에 따라, 광학 표적(120)의 길이는 그레이팅 영역(115, 117) 내의 미세구조(123)에 상대적인 목적하는 방식으로 치수를 가질 수 있다. 예를 들면, 그레이팅 위에서 측정을 수행하는 경우(도 2c에 상응함), 개구수(210) 내의 여기 광이 포켓 벽(129)에 영향을 미치지 않도록 물체(200)의 위치를 관리하는 것이 바람직할 수 있다.
- [0085] 본 명세서에서 예시에 따라, 검사 장치(100)는 긴 기간의 시간 동안 실질적으로 일정하게 유지되는 형광원을 제공한다. 예를 들면, 검사 장치(100)는 형광 강도의 주목할 만한 손실을 나타내지 않으며, 적어도 10,000개의 검사 작업 동안 실질적으로 안정함을 유지한다(여기서 각각의 검사 작업은 여기 광에 의해 광학 표적의 적어도 하나의 조명 작업에 상응함). 또 다른 예시로서, 검사 장치(100)는 적어도 10,000개의 검사 작업 동안 형광 방출 강도에서 약 3% 이하의 변화를 나타낼 수 있다. 더 일반적으로, 검사 장치(100)는, 본 명세서에 기재된 예시에 따라 형성된 경우, 검사 장치(100)가 이용되는 상응하는 기구의 유용한 수명 동안 형광 방출 강도에서 약 2% 이하의 감소를 나타낸다.
- [0086] 도 2d는 예시에 따라 형성된 검사 장치의 상부 평면도를 도시한다. 그레이팅층(도 2a에서 122) 및 미세구조는

상이한 유형의 시험과 연결하여 이용되는 다양한 타일/영역에서 배열된다. 도 2d에서 281 및 283로 표시된 박스 내의 영역(박스(281 및 283) 내에 확인된 임의의 하위 영역을 포함함)은 크롬/미세구조가 그레이팅층 위에 제공되는 영역에 상응한다. 이들 영역이 편홀이 있는 크롬일 수 있다는 것이 이해된다. 281 또는 283로 표시된 영역의 임의의 외부 영역(예를 들면, 281 또는 283과 주변부 사이, 또는 281과 283 사이의 영역)은 크롬/미세구조가 위치하지 않은 클리어 영역을 나타낸다. 플러스 기호 내의 영역은 또한 크롬/미세구조가 위치하지 않은 클리어 영역일 수 있다는 것이 이해된다.

[0087] 검사 장치는 이미징 장치를 위한 자동 센터링 작업과 관련하여 이용되는 최상부 및 최하부 자동 센터링 기준(280, 282)을 포함한다. 상질 타일(284)은 상질 시험과 사용을 위하여 제공된다. 왜곡 타일(286)은 왜곡 시험과 연결하여 이용되기 위하여 제공된다. 클리어 타일(288)은 조명 단일성 및 플랫폼 필드 교정 작업과 사용을 위하여 제공된다. 클리어 영역(290)은 레이저 선 측정과 사용을 위하여 제공된다. 수평 나이프 에지(292) 및 수직 나이프 에지(294)는 레이저 스팟 위치 확인과 관련하여 제공된다. 클리어 홀의 패턴은 변조 전달 기능의 측정과 관련하여 이용되는 타일(296)에서 제공된다. 임의로, 추가의, 더 적거나 대안적인 타일 영역이 제공될 수 있다.

[0088] 도 2e는 대안적인 예시에 따라 형성된 검사 장치(300)의 측면면도를 도시한다. 검사 장치(300)는 다양한 방식으로 도 2a의 검사 장치(100)와 유사하고, 차이점은 하기 논의된다. 검사 장치(300)는 포켓(314)에서 광학 표적(320)을 수용하는 본체(302)를 포함한다. 포켓(314)은 확산 웰(330) 위 및 본체(302) 내의 미리 결정된 깊이에 광학 표적(320)을 유지하는 포켓 레지(328)를 포함한다. 투명층(322)(예를 들면, 유리로 형성됨)은 본체(302)에서 정의된 삽입 영역(318) 내에 삽입된다. 외부 레지(326)는 투명층(322)을 광학 표적(320) 위 미리 결정된 거리에 유지하고, 그 사이에 프린지 갭(324)이 있다. 광학 표적(320)은 이의 최상부 표면 위에 형성된 미세구조(323)를 포함한다. 미세구조(323)는 투명층(322)으로부터 프린지 갭(324)에 의해 분리된다. 미세구조(323)는 투명층(322)과 분리되고 별개인 광학 표적(320)의 표면 위에 그레이팅층을 형성한다. 임의로, 투명층(322)은 전부 생략될 수 있다. 임의로, 투명층(322)과 광학 표적(320) 사이의 공간은 조절되어 구면 수차를 위하여 제공할 수 있다. 따라서, 검사 장치(300)는 투명층(322)의 최하부 대신에 광학 표적(320)의 최상부 표면 위에 직접적으로 크롬 패턴(미세구조(323))을 인쇄함으로써 만들어질 수 있다.

[0089] 도시되지 않았지만, 도 2e에 도시된 예시는 또한 프린지 갭(324)을 마주한 투명층(322)의 표면 위 및/또는 광학 표적(320)의 표면 위 및 광학 표적(320) 위에 형성된 미세구조(323) 위에 반사방지 코팅(121)을 포함할 수 있다. 본 명세서에 개시된 반사방지 물질(들)의 임의의 예는 본 예시에서 사용될 수 있다.

[0090] 투명층(322)의 두께는 이미징 시스템에서 구면 수차를 보완하기 위하여 설정된다. 이미징 시스템이 0 구면 수차로 설계되는 경우, 투명층(322)은 전부 생략될 수 있고, 크롬 패턴은 광학 표적(320)의 최상부 위에 인쇄될 것이다. 이미징 시스템이 구면 수차를 갖는 경우(이것이 특정한 두께의 유리를 통해 보도로 설계되기 때문에), 투명층(322)은 심지어 크롬 패턴이 광학 표적(320) 위에 인쇄되는 경우에도 사용될 것이다. 임의로, 광학 표적(320)이 광학 표적(320)의 최상부 표면에 대하여 직접적으로 휴지되도록 프린지 갭(324)은 전부 생략될 수 있다.

[0091] 도 2f는 대안적인 예시에 따라 형성된 검사 장치(350)의 측면면도를 도시한다. 검사 장치(350)는 별개의 본체(예를 들면, 상기 기재된 바와 같은 본체(302) 또는 본체(102))를 포함하지 않는다. 검사 장치(350)는 서로 직접적으로 결합된 광학 표적(356) 및 투명층(352)을 포함한다. 미세구조(353)는 광학 표적(356) 및 투명층(352) 사이의 계면에서 제공된다. 미세구조(353)는 광학 표적(356)의 최상부 표면 위 및/또는 투명층(352)의 최하부 표면 위에 형성된 하나 이상의 크롬 패턴을 나타낼 수 있다. 예시의 방식으로, 검사 장치(350)는 기구 위에 마운팅되는 대신에 검사 장치(350)가 플로우 셀 위에 직접적으로 위치하는 예시에서 이용될 수 있다. 추가로 또는 대안적으로, 검사 장치(350)는 또한 기구 내에 마운팅될 수 있다.

[0092] 임의로, 투명층(352)은 전부 생략될 수 있다. 예를 들면, 본 명세서에 기재된 임의의 광학 표적(120, 320, 356)은 추가의 본체 구성요소 또는 그와 함께 제공된 투명층 없이 독립형 검사 장치로서 이용될 수 있다. 임의로, 광학 표적(120, 320 및 356)은 미세구조 또는 그 안에 형성되거나 이에 근접하게 제공된 다른 패턴 없이 독립형 검사 장치로서 이용될 수 있다. 예를 들면, 광학 표적(120, 320 및 356)은 임의의 다른 지지 구조 없이 단순하게 플로우 셀 위 및/또는 기구 내에 직접적으로 마운팅될 수 있다.

[0093] 도 3a는 본 명세서에서 예시에 따라 이용된 형광성 물질과 관련하여 에너지 준위 다이어그램을 도시한다. 에너지 준위 다이어그램은 수직 축에 따른 에너지(cm^{-1}) 및 수평 축을 가로질러 분포된 대안적인 전이를 도시한다. 기저 에너지 준위(302)는 상승된 에너지 준위(304 - 309)와 함께 도시되고, 이에 3가 에르븀 이온의 전자는 여

기될 때 상승될 수 있다. 예를 들면, 에르븀 이온의 전자는 약 $18,800\text{ cm}^{-1}$ 의 에너지를 흡수할 수 있고, 이는 전자가 $^4I_{15/2}$ 기저 에너지 준위(302)로부터 $^4S_{3/2}$ 표적 여기(TE) 에너지 준위(308)로 이동하는 것을 유발한다. 또 다른 예시로서, 에르븀 이온의 전자는 약 $15,000\text{ cm}^{-1}$ 의 에너지를 흡수할 수 있고, 이는 전자가 $^4I_{15/2}$ 기저 에너지 준위(302)로부터 상이한 $^4F_{9/2}$ TE 에너지 준위(307)로 이동하는 것을 유발한다. 에르븀 이온의 전자는 여기 광으로부터 에너지를 흡수한 다음, 상응하는 TE 에너지 준위(307, 308)로 이동한다. 이온이 상응하는 상승된 TE 에너지 준위로 이동된 후, 이온은 흡수된 에너지를 광자의 형태로 배출하고, 기저 에너지 준위(302)로 되돌아간다. TE 에너지 준위는 관심 대상 형광 방출 파장(FEWI)에 상응하는 제1 에너지 갭 FM_{EG1} 에 의해 기저 에너지 준위로부터 분리된다. 예를 들면, FEWI는 적색, 녹색, 청색 또는 다른 방출 파장일 수 있다. 배출된 광자는 물체에 의해 형광 방출로서 수용된다. 형광 방출의 색상은 제1 에너지 갭 FM_{EG1} 에 상응하는 광자의 에너지에 따라 좌우된다. 이온이 표적 여기 에너지 준위(307)로부터 기저 에너지 준위(302)로 전이하는 경우, 상응하는 배출된 광자는 약 15000 cm^{-1} 의 에너지를 갖고, 이는 650nm의 관심 대상 형광 방출 파장(적색 형광 방출로서 가시적임)로서 검출 가능하다. 이온이 표적 여기 에너지 준위(308)로부터 기저 에너지 준위(302)로 전이하는 경우, 상응하는 배출된 광자는 약 $18,800\text{ cm}^{-1}$ 의 에너지를 갖고, 이는 약 532nm의 형광 파장 방출(녹색 형광 방출로서 가시적임)로서 검출 가능하다.

[0094] 도 3a는 또한 3가 에르븀 이온에 의해 나타날 수 있는 추가의 에너지 준위 전이를 도시한다. 각각의 에너지 준위(304-308)는 하나의 상응하는 다음으로 낮게 위치한 에너지 준위를 갖는다. 본 명세서에서 예시에 따라, 고체 호스트 물질 및 형광성 물질은 하나 이상의 표적 여기 에너지 준위(예를 들면, 308)와 다음으로 낮게 위치한 에너지 준위(예를 들면, 307) 사이의 에너지 갭에 따라 부분적으로 선택된다. $^4F_{9/2}$ 에너지 준위(307)는 $^4S_{3/2}$ 에너지 준위(308)에 대한 다음으로 낮게 위치한(NLL) 에너지 준위를 나타낸다. $^4I_{9/2}$ 에너지 준위(306)는 $^4S_{3/2}$ 에너지 준위(307)에 대한 NLL 에너지 준위를 나타낸다.

[0095] 전자는 에너지 준위(304, 305 및 306)로 상승될 수 있고, 기저 에너지 준위(302)로 되돌아올 때, 상응하는 양의 에너지를 갖는 광자를 배출한다. 에너지 준위(304 - 306)로부터의 전이 동안 배출된 광자는 각각 1520nm, 975nm 및 800nm의 상응하는 파장을 갖는다. 추가로, 전자는 중간 상승된 에너지 준위(304 - 308) 사이의 전이일 수 있다. 전자가 인접한 또는 중간 상승된 에너지 준위 사이에 전이하는 경우, 광자는 상응하는 양의 에너지와 함께 배출되고, 이는 출발과 종료 상승된 에너지 준위 사이의 차이에 상응한다. 도 3a는 전자가 상이한 상승된 에너지 준위 사이를 전이하는 경우, 방출되는 광자와 관련하여 가시적일 수 있는 예시적인 파장을 도시한다. 예를 들면, 에너지 준위(308)에서 전자는 임의의 에너지 준위(307, 306, 305 및 304)로 전이할 수 있고, 이 경우, 배출된 광자는 각각 3230nm, 1670nm, 1210nm, 및 840nm의 파장을 가질 것이다. 추가의 예시로서, 에너지 준위(307)에서 전자가 또 다른 중간 상승된 에너지 준위(306 - 304)로 전이하는 경우, 상응하는 배출된 광자는 각각 3450nm, 1940nm, 및 1132nm의 파장을 가질 것이다. 배출된 광자는 광자 파장에 상응하는 색상에서 형광을 방출할 것이다.

[0096] 본 명세서에 기재된 모두는 아니지만 몇몇 예시는 관심 대상 미리 결정된 방출 대역에서 형광 방출을 이용하는 유체 시스템과 관련된 검사 장치의 사용을 고려한다. 예시의 방식으로, 방출 대역은 녹색 형광 방출에 상응하고/상응하거나 적색 형광 방출에 상응하는 파장에 센터링될 수 있다. 관심 대상 방출 대역이 적색 또는 녹색 방출에 상응하는 파장에 센터링되는 경우, 도 3a의 에너지 다이어그램의 상응하는 부분은 관심이 있다. 더 구체적으로, 녹색 방출에 관심이 있는 경우, 표적 여기 및 기저 에너지 준위(308 및 302) 사이를 전이하는 것이 바람직하다. 적색 방출에 관심이 있는 경우, 표적 여기 및 기저 에너지 준위(307 및 302) 사이를 전이하는 것이 바람직하다. 본 예시에서, 도 3a의 다이어그램에서 다른 에너지 준위 조합 사이의 전이는 관심 대상 적색 및/또는 녹색 방출 대역을 이용하는 기구와 관련하여 관심이 없다.

[0097] 상기 논의는 하나의 예시이고, 다른 예시가 본 개시내용의 범위 내에 있는 것으로 고려된다는 것이 인식된다. 추가로 또는 대안적으로, 다른 방출 대역에 관심이 있을 수 있다. 예를 들면, 기구는 800nm 및/또는 975nm과 연관된 방출 대역을 이용할 수 있다. 관심 대상 방출 대역이 약 800nm 및/또는 975nm에 센터링되는 파장을 갖는 경우, 준위(306 및 302)와 준위(305 및 302) 사이의 에너지 준위에 관심이 있다. 일반적으로, 1000nm 초과 에너지 대역은 전형적으로 유체 기구와 관련하여 관심이 없을 수 있고, 이는 전형적으로 서열 분석의 수행과 관련

하여 방출된 형광이 1000nm 초과 에너지 대역을 이용하지 않기 때문이다. 따라서, 제1 상승된 에너지 준위 (304)와 기저 에너지 준위(302) 사이의 전이는 유체 기구와 관련하여 관심이 있거나 유용한 것이 아닐 수 있다.

[0098] 본 명세서에서 예시에 따라, 형광성 물질로부터의 형광은 레이저 또는 발광 다이오드(LED) 공급원에 의한 상부에 있는 에너지 준위(또한 표적 여기 에너지 준위로도 지칭됨)에 대한 광학 여기에 의해 달성된다. 광학 여기 공정에 따라, 불순물 이온 내에 하부에 있는 에너지 준위로의 붕괴는 두 가지 경쟁 에너지 전달 공정에 따라 발생한다: 광자의 상응하는 방출(형광)과 함께 방사성 붕괴, 및 주변 격자 구조로의 광학 포논 방출에 의한 비-방사성 붕괴. 비-방사성 붕괴 속도는 주변 격자와 불순물 이온 사이의 커플링 상호작용에 따라 좌우되고, 방출된 포논의 수와 함께 기하급수적으로 떨어진다. 결과적으로, 다수의 방출된 포논을 포함하는 비-방사성 공정은 낮은 발생 확률을 갖는다. 두 에너지 준위 사이의 비-방사성 전이 확률은 기하급수적 붕괴 함수: $W_{np} = C \exp(-\alpha \Delta E) [n(T)+1]^p$ 로 적절하게 기재되고, 여기서 C 및 α 는 고체 호스트 물질에 특이적인 상수이고, ΔE 는 두 에너지 준위를 분리하는 에너지 갭이고, $n(T)$ 은 온도, T에서 보스-아인슈타인 점유수이고, p는 에너지 갭을 가로지르는데 필요한 포논의 최소 수이다. 일반적으로, 다중-포논 공정을 통한 비-방사성 붕괴는 낮은 최대 포논 에너지를 갖는 호스트를 선택함으로써 최소화될 수 있다. 예를 들면, $Er^{3+} \ ^4F_{9/2} - \ ^4I_{15/2}$ 전이로부터 약 660nm에서 가시적인 형광을 관찰하기 위하여, $\ ^4F_{9/2}$ 준위 사이의 비-방사성 붕괴를 다음으로 낮게 위치한 상태, $\ ^4I_{9/2}$ 로 최소화하는 것이 필요하다. $\ ^4F_{9/2} - \ ^4I_{9/2}$ 준위 사이의 에너지 분리가 $\sim 2900 \text{ cm}^{-1}$ 이기 때문에, 약 580 cm^{-1} 이하의 최대 포논 에너지(5개 이상의 포논의 동시 방출에 상응함)를 갖는 호스트 물질을 선택하는 것이 유리하다. 적색 파장 영역에서 바람직한 방출 이외에, 낮은 포논 호스트 물질의 선택은 또한 $Er^{3+} \ ^4S_{3/2}$ 여기된 상태로부터의 녹색 방출을 개선시키고, 이를 위하여 다음으로 낮게 위치한 에너지 준위($\ ^4F_{9/2}$)는 그 아래 약 3100 cm^{-1} 에 있다.

[0099] 고체 호스트 물질은 미리 결정된 포논 에너지 $HOST_{PE}$ 를 갖고, 형광성 물질은 선택된 기저 에너지 준위 및 기저 에너지 준위로부터 관심 대상 형광 방출 파장(FEWI)에 상응하는 제1 에너지 갭만큼 분리된 표적 여기 에너지 준위를 나타낸다. 도 3a의 예시에서, FEWI는 녹색 및/또는 적색 방출 파장이다. 형광성 물질은 TE 에너지 준위에 대한 다음으로 낮게 위치한(NLL) 에너지 준위를 갖는다. NLL 에너지 준위는 TE 에너지 준위 아래에 제2 에너지 갭 FM_{EG2} 만큼 간격을 두고, 여기서 $FM_{EG2}/HOST_{PE}$ 의 비는 3 이상이다. 임의로, $FM_{EG2}/HOST_{PE}$ 의 비는 4 내지 10과 동일하거나 그 사이이다.

[0100] 도 3a는 고체 호스트 물질 내에 도핑될 수 있는 잠재적인 형광성 물질과 연관된 에너지 준위 다이어그램의 하나의 예시를 나타낸다는 것이 인식된다. 본 명세서에서 논의된 바와 같이, 대안적인 형광성 물질은 도펀트로서 이용될 수 있다. 예시로서, 도 3b는 3가 프라세오디뮴 이온(Pr^{3+})과 연관된 이온 에너지 준위 다이어그램을 도시하고, 도 3c는 3가 홀뮴 이온(Ho^{3+})과 연관된 이온 에너지 준위 다이어그램을 도시한다. 도 3b 및 3c의 다이어그램은 기저 에너지 준위, 표적 여기 에너지 준위 및 중간 상승된 에너지 준위, 뿐만 아니라 상응하는 지정된 에너지 준위 사이의 전이 시 전자에 의해 방출된 광자와 연관된 파장을 도시한다. 상기 예시와 계속하여, 관심 대상 에너지 준위 전위의 하위세트는 관심 대상 방출 대역을 기반으로 한다.

[0101] Pr^{3+} (도 3b)에 관하여, 표적 여기 에너지 준위 $\ ^3P_0$ 와 기저 에너지 준위 $\ ^3H_5$ 사이의 전이는 515 내지 548nm(532nm에서 관심 대상 대역을 포함함)의 파장을 갖는 광자를 방출할 것이다. Pr^{3+} 에 관하여, 표적 여기 에너지 준위 $\ ^3P_0$ 와 중간 에너지 준위 $\ ^3F_4$ 사이의 전이는 597nm 내지 737nm(660nm에서 관심 대상 대역을 포함함)의 파장을 갖는 광자를 방출할 것이다. 따라서, Pr^{3+} 은 고체 호스트 물질 내로 도핑되는 형광성 물질에 대한 잠재적인 후보를 나타낼 수 있다. 도 3b의 예시에서, 표적 여기 에너지 준위가 $\ ^3P_0$ 인 경우, 다음으로 낮게 위치한 에너지 준위는 $\ ^1D_2$ 이다.

[0102] Ho^{3+} (도 3c)에 관하여, 표적 여기 에너지 준위 $\ ^3F_4$ 와 기저 에너지 준위 $\ ^5I_8$ 사이의 전이는 약 544nm(532nm에서 관심 대상 파장 대역에 근접함)의 파장을 갖는 광자를 방출할 것이다. 표적 여기 에너지 준위 $3S_2$ 와 중간 에너

지 준위 5I_7 사이의 전이는 약 656nm(660nm에서 관심 대상 대역에 근접함)의 파장을 갖는 광자를 방출할 것이다. 따라서, Ho^{3+} 은 고체 호스트 물질 내로 도핑되는 형광성 물질을 위한 잠재적인 후보를 나타낼 수 있다. 도 3c의 예시에서, 표적 여기 에너지 준위가 3S_2 인 경우, 다음으로 낮게 위치한 에너지 준위는 5F_5 이다.

[0103] 도 4는 상이한 형광 방출 색상으로 나타나는 강도의 예시를 도시한다. 수직 축은 에너지 강도를 플롯팅하고, 수평 축은 고체 호스트 물질 내로 도핑되는 형광성 물질의 농도(퍼센트 단위)를 플롯팅한다. 참조점으로서, 데이터점(402)은 액체 녹색 염료의 여기서 측정된 강도에 상응하고, 데이터점(404)는 액체 적색 염료의 여기서 측정된 강도에 상응한다. 액체 녹색 염료가 여기 레이저로 조명되었을 때, 액체 녹색 염료는 약 1650 카운트의 강도로 녹색 에너지 스펙트럼에서 형광을 방출하였다. 액체 적색 염료가 여기 레이저로 조명되었을 때, 액체 적색 염료는 약 1150 카운트의 강도로 적색 에너지 스펙트럼에서 형광을 방출하였다.

[0104] 도 4는 또한 고체 상태 광학 표적과 관련되어 수행된 데이터 측정, 주로 데이터점(410 - 416)을 도시한다. 데이터점(410 및 414)는 고체 상태 광학 표적의 여기서 측정된 강도에 상응하고, 여기서 호스트 플루오르화인듐 유리는 3가 에르븀 이온으로 2.5%의 농도로 도핑되었다. 데이터점(412, 416)은 고체 상태 광학 표적의 여기서 측정된 강도에 상응하고, 여기서 호스트 플루오르화인듐 유리는 3가 에르븀 이온으로 약 4%의 농도로 도핑되었다. 도 4에서 볼 수 있듯이, 2.5% 도핑된 고체 상태 광학 표적은 녹색 에너지 스펙트럼에서 약 650 카운트로 형광을 방출하였고, 적색 에너지 스펙트럼에서 약 1300 카운트로 형광을 방출하였다. 4.0% 도핑된 고체 상태 광학 표적은 녹색 에너지 스펙트럼에서 약 500 카운트로 형광을 방출하였고, 적색 에너지 스펙트럼에서 약 2350 카운트로 형광을 방출하였다. 상기 시험 데이터로부터, 3가 에르븀 도펀트의 농도는 목적하는 형광 강도를 기초로 결정될 수 있다. 예를 들면, 광학 표적이 적색 에너지 스펙트럼에서 형광을 방출하는 것이 바람직한 경우, 3가 에르븀 이온 도펀트의 농도를 3.5% 이상(예를 들면, 4%, 4.5%)으로 증가시키는 것이 바람직할 수 있다. 광학 표적이 녹색 에너지 스펙트럼에서 형광을 방출하는 것이 바람직한 경우, 3가 에르븀 이온 도펀트의 농도를 약 1.5% 내지 약 2%로 감소시키는 것이 바람직할 수 있다.

[0105] 추가로, 상기 시험 데이터로부터, 3가 에르븀 도펀트의 농도는 광학 표적이 동일한 강도의 둘 이상의 에너지 스펙트럼에서(예를 들면, 녹색 및 적색 에너지 스펙트럼에서) 형광을 방출하는 것이 바람직한 경우에 결정될 수 있다. 예를 들면, 약 1.25% 내지 약 2%의 3가 에르븀 이온 도펀트 농도를 유지하는 것이 바람직할 수 있다. 추가의 예시로서, 3가 에르븀 이온 도펀트 농도는 플루오르화인듐 유리 내에서 약 1.3% 내지 약 1.5%일 수 있다. 도 5는 금속 플루오르화물 유리(ZBLAN)를 약 2% 농도 및 약 5% 농도의 3가 에르븀 이온으로 도핑함으로써 형성된 고체 호스트 물질의 시험 결과를 도시한다. 도 5는 형광 방출의 수직 축에 따라 강도 및 수평 축에 따라 방출 파장을 플롯팅한다. 에르븀 이온의 2% 농도 및 5% 농도는 약 550nm에 센터링되는 강도 스파이크를 나타냈다. 2% 및 5% 에르븀 농도는 또한 약 660nm에서 이차 강도 스파이크를 나타냈다.

[0106] 도 4의 예시에서, 3가 에르븀 이온은 활성 형광성 물질을 나타낸다. 임의로, 하나 이상의 추가의 원소는 고체 호스트 물질에 공동 도펀트로서 첨가될 수 있다. 공동 도펀트는 활성 형광성 물질(예를 들면, 에르븀)의 방출 강도를 증가시키거나 감소시키는데 이용될 수 있다.

[0107] 도 6a는 대안적인 예시에 따라 형성된 검사 장치(600)의 측면도를 도시한다. 검사 장치(600)는 광학 표적(620)을 포켓(614) 내에 잡고 있는 본체(602)를 포함한다. 그레이팅층(622)은 물체(도시되지 않음)에 근접한 광학 표적(620) 위에 위치한다. 그레이팅층(622)은 그레이팅층(622)의 최하부 표면 위에 미리 결정된 패턴으로 형성된 미세구조(623)를 포함한다.

[0108] 광학 표적(620)은 그레이팅층(622)으로부터 프린지 갭(624)에 의해 분리될 수 있다. 광학 표적(620)은 일반적으로 평면이며 서로 평행으로 배향된 최상부 및 최하부 표적 표면(607, 609)을 포함한다. 광학 표적(620)은 그 안에 매립된 복수의 양자점(621)을 포함하는 고체 본체를 포함한다. 고체 본체는 복수의 개별적인 본체(예를 들면, 양자점(621))를 봉입하고 개별적인 본체를 고정된 배열로 잡고 있는 에폭시, 중합체 및 다른 물질로 형성될 수 있다. 여기 광에 의해 조사될 때, 양자점(621)이 관심 대상 하나 이상의 미리 결정된 방출 대역에서 형광을 방출하도록, 양자점(621)은 광학 표적(620) 전체에서 실질적으로 고르게 분포한다. 검사 장치(600)는 본 명세서에 기재된 임의의 다른 검사 장치와 동일한 방식으로 이용될 수 있다.

[0109] 임의로, 양자점(621)은 파장이 조정되는 것을 가능하게 하기 위하여 규소(Si) 양자점으로서 형성될 수 있다.

[0110] 도 6b는 대안적인 예시에 따라 형성된 검사 장치(640)의 일부분을 도시한다. 검사 장치(640)는 그레이팅층(662) 및 본체(642)를 포함한다. 광학 표적(660)은 본체(642) 내에 잡혀 있으며 그레이팅층(662)에 직접적으로 체결한

다. 그레이팅층(662)은 이의 뒤 또는 최하부 표면(물체에 상대적으로) 위에 형성된 미세구조(663)를 포함한다. 광학 표적(660)은 미세구조(663)를 둘러싸고 밀폐하여 밀봉한다. 광학 표적(660)은 전체에 분포된 양자점(661)을 포함한다. 양자점(661)은 또한 미세구조(663) 사이의 영역(665) 내에 제공된다. 예시의 방식으로, 광학 표적(660)은 미세구조(663) 사이의 갭(들)(665)로 흘러가고 이를 채울 것이고 그 안에서 양자점(661)의 분포된 균을 밀폐하여 봉입할 것인 에폭시, 중합체 또는 다른 조성물로부터 형성될 수 있다.

[0111] 도 6c는 대안적인 예시에 따라 형성된 검사 장치(670)의 일부분을 도시한다. 검사 장치(670)는 그레이팅층(682) 및 본체(672) 및 본체(672) 내에 잡혀 있는 광학 표적(680)을 포함한다. 광학 표적(680)은 그레이팅층(682)에 직접적으로 체결하고, 그레이팅층(682)의 후/최하부 면 위에 형성된 미세구조(683) 사이의 갭(685)을 채운다. 도 6c의 예에서, 양자점(681)은 갭(685) 내에 잡혀 있고 근접하여 미세구조(683)에 근접하게 위치하고 이를 둘러싼다. 미세구조(683)로부터 멀리 있는 광학 표적(680)의 일부분은 실질적으로 양자점(681)이 없다.

[0112] 도 6a - 6C의 예시에서, 양자점(621, 661, 681)은 관심 대상 방출 대역 또는 방출 대역들에 따라 관심 대상 하나 이상의 파장에 센터링되는 형광을 방출하도록 건설될 수 있다. 예를 들면, 양자점(621, 661, 681)의 일부분은 약 532nm의 파장에서 형광을 방출하도록 건설될 수 있고, 양자점(621, 661, 681)의 또 다른 부분은 약 660nm의 파장에서 형광을 방출하도록 건설될 수 있다. 임의로, 양자점(621, 661, 681)은 상기 예시 대신에 또는 이에 추가로 다른 파장을 방출하도록 건설될 수 있다.

[0113] 임의로, 형광성 물질은 유기중합체로서 제공될 수 있다. 임의로, 형광성 물질은 에폭시 내에 매립된 형광성 염료를 나타낼 수 있다. 또 다른 예시로서, 형광성 필름은 고체 호스트 물질 내에 형광성 물질을 도핑하는 것에 추가로 또는 대신에 광학 표적의 최상부 위에 코팅될 수 있다.

[0114] 응용

[0115] 본 명세서의 예시는 다수의 제어된 반응의 실행을 포함하는 생물학 또는 화학 연구에서 사용되는 기구와 관련하여 사용될 수 있다. 반응은 예를 들면, 적합한 유체 공학, 광학, 및 전자 공학을 갖는 자동화된 시스템에 의해 미리 결정된 프로토콜에 따라 수행될 수 있다. 시스템은, 예를 들면, 후속적인 사용을 위하여 생물학 또는 화학 생성물을 생성시키거나 샘플의 특정한 성질/특성을 검출하기 위하여 샘플을 분석하는데 사용될 수 있다. 몇몇 경우에 샘플을 분석하는 경우, 식별 가능한 표지(예를 들면, 형광성 표지)를 포함하는 화학 잔기는 샘플이 위치하고 샘플의 또 다른 화학 잔기에 선택적으로 결합하는 챔버로 전달될 수 있다. 이들 화학 반응은 방사성을 갖는 표지를 여기하고 표지로부터 광 방출을 검출함으로써 관찰되거나 확인될 수 있다. 이러한 광 방출은 또한 다른 수단, 예를 들면, 화학발광을 통해 제공될 수 있다.

[0116] 몇몇 공지된 시스템은 유체 디바이스, 예를 들면, 플로우 셀의 하나 이상의 내부 표면에 의해 정의된 플로우 채널(예를 들면, 내부 챔버)을 포함하는 플로우 셀을 사용한다. 반응은 내부 표면을 따라 수행될 수 있다. 플로우 셀은 전형적으로 플로우 셀 내의 샘플을 이미징하는 디바이스를 포함하는 광학 어셈블리에 근접하게 위치한다. 광학 어셈블리는 대물 렌즈 및/또는 고체 본체 이미징 디바이스(예를 들면, 전하 결합 디바이스(CCD) 또는 상보적 금속-산화물-반도체(CMOS))를 포함할 수 있다. 몇몇 경우에, 대물 렌즈는 사용되지 않으며, 고체 본체 이미징 디바이스는 플로우 채널의 이미징을 위하여 플로우 셀에 바로 인접하게 위치한다.

[0117] 본 명세서에 기재된 검사 장치의 임의의 예시는 생물학 또는 화학 분석을 위한 샘플에서 목적하는 반응을 검출하는 다양한 시스템, 방법, 어셈블리, 및 장치와 함께 사용될 수 있다. 예를 들면, 하나의 합성에 의한 시퀀싱(SBS) 기술에서, 플로우 채널의 하나 이상의 표면은 브릿지 PCR을 통해 형성되는 핵산 클러스터(예를 들면, 클론성 앰플리콘)의 어레이를 갖는다. 클러스터 생성 후, 핵산은 "선형화"되어 단일 가닥 DNA(ssDNA)를 제공한다. 시퀀싱의 한 주기를 완성하기 위하여, 다수의 반응 구성요소가 미리 결정된 스케줄에 따라 플로우 채널로 흐른다. 예를 들면, 각각의 시퀀싱 주기는 단일 염기에 의해 ssDNA를 연장하기 위하여 하나 이상의 뉴클레오타이드(예를 들면, A, T, G, C)가 플로우 채널로 흘러가는 것을 포함한다. 뉴클레오타이드에 부착된 가역성 종결 부위는 단일 뉴클레오타이드만이 주기당 ssDNA에 의해 혼입된다는 것을 보장할 수 있다. 각각의 뉴클레오타이드는 상응하는 뉴클레오타이드를 검출하는데 사용되는 여기된 색상(예를 들면, 적색, 녹색, 청색 등)을 방출하는 독특한 형광성 표지를 갖는다. 새로 혼입된 뉴클레오타이드와 함께, 다수의 클러스터 이미지는 4개의 채널(즉, 각각의 형광성 표지에 대하여 하나)에서 취득된다. 이미징 후, 또 다른 반응 구성요소는 플로우 채널로 흘러가 ssDNA로부터 형광성 표지 및 가역성 종결 부위를 화학적으로 절단한다. 그 다음, ssDNA는 또 다른 주기 동안 준비된다. 따라서, 다수의 상이한 반응 구성요소는 각각의 주기에 대하여 플로우 채널로 제공된다. 단일 시퀀싱 세션은 다수의 주기, 예를 들면, 100, 300, 또는 그 이상을 포함할 수 있다. 검사 장치는 분석에서 형광성 표지에 의해 이용된 색상에서 형광을 방출하도록 건설될 수 있다. 검사 장치는 시퀀싱 세션 전 및/또는

동안 다양한 지점에서 이용될 수 있다.

- [0118] 몇몇 예시에서, 목적하는 반응은 광학 어셈블리에 의해 검출되는 광학 신호를 제공한다. 검사 장치는 광학 어셈블리의 확인, 입증, 보정 등에 사용될 수 있다. 광학 신호는 표지로부터의 광 방출일 수 있거나 샘플에 의해 반사되거나 굴절된 전송 광일 수 있다. 예를 들면, 광학 어셈블리는 sstDNA가 플로우 셀에서 서열 분석되는 시퀀싱 프로토콜을 수행하거나 수행하는 것을 촉진하는데 사용될 수 있다.
- [0119] 본 명세서에서 예시에 따라, 검사 장치는 광학 스캐닝 디바이스 및 디바이스에 샘플 및 시약을 제공하는데 사용될 수 있는 유체 카트리지와 함께 사용될 수 있다. 유체 카트리지는 다양한 유체 구성요소, 예를 들면, 저장소, 유체 연결, 펌프, 밸브 등을 보호하는 하우징을 포함할 수 있다. 플로우 셀은 하우징 내에 시약과의 유체 연결된 위치에 유체 카트리지 내에 통합될 수 있다. 예를 들면, 하우징은 유체 카트리지가 교체 가능한 카트리지에 위치할 때 광학 스캐닝 디바이스와 광학적으로 상호작용할 수 있도록 이를 통해 플로우 셀의 전면이 노출되는 구멍을 가질 수 있다. 디바이스는 하나 이상의 마이크로 형광 측정기를 포함한다.
- [0120] 도 7은 예시에 따라 형성된 광학 검출 디바이스(700)(또한 검출기로도 지칭됨)의 블록 다이어그램을 도시한다. 검출기(700)는 메모리(732)에 저장된 프로그램 명령어를 실행하여 본 명세서에 기재된 작업을 수행하는 하나 이상의 프로세서(730)를 포함한다. 프로세서(730)는 하나 이상의 드라이버(734)에 물체(701)를 Z 방향으로 이동시키고 검출기(700)를 XY 방향으로 이동시키도록 지시한다. 검출기(700)는 유체 충전된 채널(775)에 의해 분리된 상부층(771) 및 하부층(773)을 갖는 플로우 셀(770)에 인접하게 위치한다. 도시된 구성에서, 상부층(771)은 광학적으로 투명하고, 검출기(700)는 상부층(771)의 내부 표면(772) 위의 영역(776)에 포커싱된다. 대안적인 구성에서, 검출기(700)는 하부층(773)의 내부 표면(774) 위에 포커싱될 수 있다. 표면(772, 774) 중 하나 또는 둘 다는 검출기(700)에 의해 검출 가능한 어레이 특징부를 포함할 수 있다.
- [0121] 검출기(700)는 방사선원(702)으로부터 플로우 셀(770)로 여기 방사선을 보내고 방출을 플로우 셀(770)로부터 검출기(708)로 보내도록 구성된 물체(701)를 포함한다. 예시적인 레이아웃에서, 방사선원(702)으로부터의 여기 방사선은 렌즈(705)를 통한 다음, 빔 스플리터(706)를 통한 다음, 이의 통로 위의 물체를 통해 플로우 셀(770)로 이동한다. 도시된 예시에서, 방사선원(702)은 2개의 발광 다이오드(LED)(703 및 704)를 포함하고, 이는 서로 상이한 파장의 방사선을 생성한다. 플로우 셀(770)로부터의 방출 방사선은 물체(701)에 의해 캡처되고, 빔 스플리터(706)에 의해 컨디셔닝 광학(707)을 통해 검출기(708)(예를 들면, CMOS 센서)로 반사된다. 빔 스플리터(706)는 방출 방사선을 여기 방사선의 경로에 직각인 방향으로 보내도록 기능한다. 물체(701)의 위치는 Z 방향으로 이동하여 마이크로 형광 측정기의 초점을 변경할 수 있다. 검출기(700)는 Y 방향의 전후로 이동하여 플로우 셀(770)의 상부층(771)의 내부 표면(772)의 몇몇 영역의 이미지를 캡처할 수 있다.
- [0122] 도 1a-1C, 2A-2F, 및 6A-6C의 검사 장치는 플로우 셀(770) 내에 미리 정해진 위치에 위치할 수 있다. 임의로, 검사 장치는 물체(701)의 범위 내에 플로우 셀(770)에 인접한 미리 정해진 위치에 위치할 수 있다. 물체(701)는 다양한 유형의 시험과 관련하여 시퀀싱 세션 전, 동안 및/또는 후에 검사 장치로 이동할 수 있다.
- [0123] 도 8은 다양한 광학 구성요소를 위한 기능적 배열을 증명하기 위한 목적으로 예시적인 마이크로 형광 측정기의 분해도를 도시한다. 녹색 LED(LEDG) 및 적색 LED(LED R)를 포함하는 2개의 여기 공급원이 도시된다. 각각으로부터의 여기 광/방사선은 각각 녹색 LED 수집 렌즈(L6) 및 적색 LED 수집 렌즈(L7)를 통과한다. LED 폴드 미러(M1)는 녹색 여기 방사선을 이색성 조합기(F5)로 반사하고, 이는 녹색 여기 방사선을 여기 필터(F2)를 통해, 그 다음, 레이저 다이오드 빔 스플리터(F3)를 통해, 그 다음, 여기 장 스태프(FS)를 통해, 그 다음, 여기 투사 렌즈 그룹(L2)을 통해 이색성 여기/방출(F4)로 반사하고, 이는 녹색 여기 방사선을 정지 대물 렌즈 그룹(L3) 및 번역 대물 렌즈 그룹(L4)을 통해 플로우 셀(FC)의 표면으로 반사한다. 적색 여기 방사선은 적색 LED 수집 렌즈(L7)로부터 이색성 조합기(F5)로 이동시키고, 그 후, 적색 여기 방사선은 플로우 셀(FC)의 표면으로의 녹색 여기 방사선과 동일한 경로를 따른다. 도 8에 도시된 바와 같이, 포커싱은 번역 대물 렌즈 그룹(L4)을 위아래로(즉, Z 방향을 따라) 이동시킴으로써 구동된다. 플로우 셀(FC) 표면으로부터의 방출은 번역 대물 렌즈 그룹(L4)를 통해, 그 다음, 정지 대물 렌즈 그룹(L3)을 통해 이색성 여기/방출(F4)로 다시 이동하고, 이는 방출 방사선을 방출 투사 렌즈 그룹(L1)으로 방출 필터(F1)를 통해, 그 다음, CMOS 이미지 센서(S1)로 이동시킨다. 레이저 다이오드(LD)는 또한 레이저 다이오드 커플링 렌즈 그룹(L5)을 통해 레이저 다이오드 빔 스플리터(F3)로 보내지고, 이는 레이저 다이오드 방사선을 여기 장 스태프(FS), 여기 투사 렌즈 그룹(L2), 이색성 여기/방출(F4), 정지 대물 렌즈 그룹(L3) 및 번역 대물 렌즈 그룹(L4)을 통해 플로우 셀(FC)로 반사한다.
- [0124] 도 1a-1C, 2A-2F, 및 6A-6C의 검사 장치는 플로우 셀(FC) 내에 미리 정해진 위치에 위치할 수 있다. 임의로, 검사 장치는 마이크로 형광 측정기 범위 내에 플로우 셀(FC)에 인접한 미리 정해진 위치에 위치할 수 있다. 마이

크로 형광 측정기는 다양한 유형의 시험과 관련하여, 시퀀싱 세션 전, 동안 및/또는 후에 검사 장치로 이동될 수 있다.

- [0125] 도 9는 본 명세서에 개시된 예시에 따라 검사 장치를 이용할 수 있는 검출 장치에 대한 블록 다이어그램을 도시한다. 독출 인쇄 회로 기판(PCB)은 리드 헤드에 존재하고, 검출 장치 하우징 내에 전형적으로 포함된 주요 PCB와 연결된다. 대안적인 예시에서, 주요 PCB는 기구의 외부에 위치할 수 있다. 데이터는 독출 PCB와 주요 PCB 사이에서 LVDS 선을 통해 소통될 수 있다. LVDS 선은 독출 PCB로부터 주요 PCB로의 이미지 데이터, 및 주요 PCB로부터 독출 PCB로의 카메라 제어를 위한 명령어를 소통하도록 구성될 수 있다.
- [0126] 도 9의 예시에서, 주요 PCB는 또한 외부 일차 분석 개인용 컴퓨터(PC)로 USB 3.0 SS I/F 커넥터 또는 다른 적합한 커넥터를 통해 연결된다. 몇몇 예시에서, 일차 분석 컴퓨터는 검출 장치의 하우징 내에 위치할 수 있다. 그러나, 기구로부터 떨어진 일차 분석 컴퓨터의 위치는 상이한 응용을 위하여 사용되는 다양한 컴퓨터의 상호 교환 가능한 사용, 검출 장치의 활동 및 검출 장치를 위한 작은 풋프린트를 방해하지 않고 교체에 의한 일차 분석 컴퓨터의 편리한 유지를 가능하게 한다. 예를 들면, 데스크탑 컴퓨터, 랩탑 컴퓨터, 또는 본 명세서에 기재된 컴퓨터 시행된 방법의 실시를 위한 접근 가능한 메모리 및 명령어와 작동상 소통하는 프로세서를 포함한 서버를 포함하여 임의의 다양한 컴퓨터가 사용될 수 있다. 주요 PCB는 또한 인간 사용자와 소통을 위하여 액정 디스플레이(LCD)에 연결된다. 다른 사용자 인터페이스가 또한 사용될 수 있다.
- [0127] 몇몇 예시에서, 사용자 인터페이스는 사용자로부터의 정보를 디스플레이하고 요청하는 디스플레이(예를 들면, LCD) 및 사용자 입력을 수용하는 사용자 입력 디바이스(예를 들면, 키보드)를 포함할 수 있다. 몇몇 예시에서, 디스플레이 및 사용자 입력 디바이스는 동일한 디바이스이다. 예를 들면, 사용자 인터페이스는 개인의 터치 존재를 감지하고 디스플레이에 대한 터치의 위치를 식별하도록 구성된 터치 감응식 디스플레이를 포함할 수 있다. 그러나, 다른 사용자 입력 디바이스, 예를 들면, 마우스, 터치패드, 키보드, 키패드, 핸드헬드 스캐너, 보이스 인식 시스템, 모션 인식 시스템 등이 사용될 수 있다.
- [0128] 독출 PCB는 개별적인 센서(즉, 검출기)로부터 LVDS 선, 3.3 볼트 스위칭 조절기, 5 볼트 스위칭 조절기, 및 LED 여기 방사선원을 위한 LED 백 드라이브로 데이터를 전송되기 위한 트랜스미터를 포함한다. 주요 PCB는 LVDS로부터의 이미지 데이터를 수용하도록 구성된 FPGA 프로세서를 포함한다. DDR3 DIMM 프레임 버퍼는 FPGA 프로세서에 전자적으로 연결된다. 주요 PCB는 또한 드라이브 모터, 예를 들면, Y축 모터, 카트리지 모터, 밸브 모터, 및 펌프 모터를 위한 열 제어 조절기 및 제어 회로를 포함한다.
- [0129] 도 1a-1C, 2A-2F, 및 6A-6C의 검사 장치는 도 9의 검출 장치에 대하여 미리 정해진 위치에 위치할 수 있다. 검출 장치는 다양한 유형의 시험과 관련하여 시퀀싱 세션 전, 동안 및/또는 후에 검사 장치로 이동될 수 있다.
- [0130] 이미지 모듈의 임의의 다양한 특성은 본 명세서에 기재된 검사 장치를 사용하여 평가될 수 있다. 몇몇 예시는 검사 장치로 시퀀싱 기구를 시험하는 맥락에서 하기 기재된다. 상이한 검사 장치를 사용하는 다른 분석 시스템에 대하여 유사한 시험이 수행될 수 있다는 것이 이해될 것이다. 추가로, 하기 예시화된 원리를 대안적인 분석 시스템 및 검사 장치에 적용하는 경우, 각각의 시험에 대한 세부사항은 모든 응용에서 필요한 것은 아니다라는 것이 당해 분야의 숙련가에게 자명할 것이다.
- [0131] 도 10은 본 명세서에 개시된 예시에 따라 형성된 검사 장치를 이용하여 수행될 수 있는 다양한 측정 및 시험의 예시를 도시한다. 본 명세서에서 예시에 따라, 도 10의 방법은 형광성 물질을 봉입하는 고체 본체를 포함하는 광학 표적에 맞추어 기구의 물체를 정렬한다. 도 10의 방법은 여기 광을 광학 표적에 보내고, 참조 정보로서 광학 표적으로부터의 형광 방출을 검출하고 기구의 광학 정렬 또는 보정 중 적어도 하나와 관련되어 참조 정보를 이용한다. 다양한 유형의 참조 정보가 본 명세서에서 논의된다. 참조 정보의 제한적인 예시는 도 10에서 각각의 작업에서 기록된 정보를 포함한다(하기 논의된 바와 같음).
- [0132] 도 10의 작업이 순서대로 기재되지만, 작업은 대안적인 순서로 수행될 수 있다는 것이 이해된다. 또한, 도 10의 하나 이상의 작업은 전부 생략될 수 있다는 것이 이해된다. 1002에서, 기구의 하나 이상의 프로세서는 모터가 광학 표적 및 플로우 셀의 시퀀싱을 잡는 플로우 셀 텍의 기울기를 조정하여 자동 기울기 작업을 수행하도록 지시한다. 자동 기울기 작업 동안, 기구는 최종 기울기 모터 배위를 결정하고 기록한다. 1004에서, 기구의 하나 이상의 프로세서는 모터가 플로우 셀 텍의 XY 위치를 조정하여 자동 센터링 작업을 수행하도록 지시한다. 자동 센터링 작업 동안, 기구는 검사 장치 위에 유체(들)의 XY 스테이지 위치를 기록한다. 유체의 위치는, 플로우 셀이 기구에 삽입되는 경우, 기구의 XY 스테이지 및/또는 플로우 셀 텍 위치에서 이동을 모니터링하는데 사용된다.

- [0133] 1006에서, 기구는 레이저 선의 하나 이상의 프레임 모드 이미지를 획득하고, 레이저 선 XY 위치에 따라서 조절한다. 이와 관련하여, 물체는 검사 기구 위의 클리어 영역으로 이동하고, 광학 표적의 미리 결정된 깊이(예를 들면, 광학 표적의 표면 아래 100 μ m)으로 포커싱되도록 조절된다. 레이저 선을 포함하는 프레임 모드 이미지가 캡처된다. 레이저 선의 XY 위치는 조절되고 추가의 프레임 모드 이미지는 캡처된다. 공정은 레이저 선에 대하여 목적하는 XY를 달성할 때까지 반복된다.
- [0134] 1008에서, 기구는 검사 장치에서 클리어 영역의 시간 지연 및 통합(TDI) 이미지를 수집하고, 기구의 빔 익스팬더를 조절하여 균일한 조명을 달성한다. 예를 들면, TDI 이미지는 광학 표적 내에 미리 결정된 깊이에 포커싱된 물체가 있는 검사 장치 위에 클리어 타일에서 획득될 수 있다. 레이저 줌 빔 익스팬더는 선택 조명 균일성이 획득될 때까지 조절될 수 있다. 1010에서, 기구의 하나 이상의 프로세서는 조명 균일성 및 레이저 선 위치가 미리 결정된 역치 또는 사양을 만족시키는지 여부를 결정한다. 조명 균일성 및 레이저 선 위치가 역치/사양을 만족시키지 못하는 경우, 흐름은 1006으로 되돌아가고, 1006 및 1008에서 작업이 반복된다. 대안적으로, 조명 균일성 및 레이저 선 위치가 역치/사양을 만족시키는 경우, 흐름을 1012로 계속된다. 1006 및 1008에서 작업 후, 기구는 레이저 XY 포인팅 작동기 및 줌 빔 익스팬더 작동기의 최종 위치를 기록한다. 기구는 또한 최종 조명 균일성, X 및 Y 방향에서 레이저 선 위치, 레이저 선 폭 및 레이저 선에 대한 카메라 회전을 기록한다.
- [0135] 1012에서, 기구의 하나 이상의 프로세서는 초점 모델 반복성을 측정한다. 이와 관련하여, 물체는 검사 장치 위의 상질 타일로 이동하고, 기구는 초점 모델을 획득하고 자동초점 위치 반복성을 시험한다. 1012에서, 기구는 가장 우수한 초점 Z 위치에서 자동초점 스팟 위치, 자동초점 레이저 강도, 자동초점 캡처 범위, 자동초점 증가, 자동초점 스트레이 광 및 자동초점 Z 위치 반복성을 기록한다.
- [0136] 1014에서, 기구의 하나 이상의 프로세서는 상질 및 광학 정렬을 측정하고, 카메라 기울기 오프셋 보정을 세이브. 기구가 시퀀싱 플로우 셀을 자동으로 틸팅하는 경우, 시스템은 특정한 기울기 모터를 X 스테이지의 이동 방향에 평행인 플로우 셀 이미징 표면을 설정하도록 조절한다. XY 스테이지에 대한 이동 방향은 물체의 광학 축에 수직인 것으로 의도된다. 그러나, 약간의 편차가 발생할 수 있다. 제작 동안, 물체 및 카메라는 이미징 표면이 적절하게 디틸팅된 플로우 셀의 이미지에 동시 평면이 되도록 틸팅될 수 있다. 그러나, 조절은 시간이 지남에 따라 발생할 수 있고 이동이 도입될 수 있다. 검사 장치는 카메라 기울기를 측정하기 위하여 이용될 수 있다. 이렇게 하기 위하여, 하나 이상의 프로세서는 핀홀 어레이의 이미지의 초점 스택을 통해 수집하고 이미지를 분석하여 카메라 기울기에 대하여 크롬층(미세구조)의 기울기를 결정한다. 기구는 자동초점 스팟 중 하나 또는 둘 다를 이용하고/이용하거나 초점 스택을 통해 크롬층의 기울기를 측정한다. 오차는 카메라 기울기와 크롬층의 기울기 사이에서 확인되고 크롬층의 각도를 측정함으로써 수집된다. 예시의 방식으로, 크롬층의 각도는 상이한 X 배위에서 초점 스택을 통해 다중 수행하고 각각의 X-배위에서 가장 우수한 초점 Z 위치를 비교함으로써 측정될 수 있다. 대안적으로 또는 대안적으로, 크롬층의 각도는 기구 자동초점 시스템을 사용하는 다중 X 위치에서 크롬층의 Z 위치를 검출함으로써 측정될 수 있다. 카메라 기울기 보정은 각각의 시퀀싱 작동의 시작시 수행될 수 있고, 기울기 모터는 이의 결과를 기반으로 조절되어 보완한다.
- [0137] 상질 및 광학 정렬을 측정하는 경우, 기구는 검사 장치에서 제공된 상질 타일에 물체를 위치시킨다. 상질 타일은 크롬 또는 또 다른 미세구조(예를 들면, 3 μ m 피치 헥스 패턴 위의 1 μ m 핀홀)를 통해 핀홀의 어레이와 함께 형성된다. 기구 내의 이미징 시스템은 물체가 하나 이상의 이미지 사이의 Z 위치 내에서 조절되는 일련의 이미지를 수집한다. 물체가 이미지 사이의 Z 위치에서 이동함에 따라, 핀홀은 초점을 들어가고 나가게 된다. 상이한 물체 위치의 일련의 이미지는 목적하는 초점 품질(예를 들면, 가장 우수한 초점)을 갖는 이미지를 식별하기 위하여 분석된다. 예를 들면, 시스템은 핀홀을 일련의 적층된 이미지 사이에 어떻게 단단하게 포커싱하는지를 결정할 수 있고, 이는 상질(예를 들면, 반치전폭)의 지표를 제공한다. 또 다른 예시에서, 핀홀이 시야를 가로질러 다양한 지점에서 가장 우수한 초점으로 들어가는 Z 위치를 결정함으로써, 시스템은 상이한 방출 색상(예를 들면, 적색 및 녹색) 사이의 축 크로마틱 이동, 시야 곡률, 카메라 기울기 및 시야의 사용 가능한 깊이를 평가할 수 있다. 1014에서, 기구는 상질(FWHM), 축 색 수차, 시야 곡률 및 시야의 사용 가능한 깊이를 기록한다. 기구는 또한 가장 우수한 초점 Z 위치를 기록한다. 기구는 또한 카메라 기울기를 보완하기 위하여 X 스테이지 및 기울기 모터 오프셋에 대한 카메라 기울기를 기록한다.
- [0138] 1016에서, 기구의 하나 이상의 프로세서는 왜곡을 측정하고 왜곡 교정 계수를 구함으로써 왜곡 교정 보정을 수행한다. 각각의 클러스터가 공지된 위치에 있는 이미징 패턴 플로우 셀의 경우, 기구가 클러스터가 이미지 내에 나타나야 하는 것을 알기 위하여 이미징 시스템에서 광학 왜곡을 보완하는데 유리할 수 있다. 검사 장치는 시퀀싱 작동의 출발 시 왜곡 교정을 위하여 보정하는데 이용될 수 있다. 이렇게 하기 위하여, 물체는 왜곡 교정 타일 위에 위치한다. 왜곡 교정 타일은 전체 시야(예를 들면, 10nm)를 가로지르는 미리 결정된 위치 허용 범위

위치한 핀홀을 포함하고, 이로써 일정한 미리 결정된 핀홀 간격으로 핀홀 어레이를 제공한다. 이미지는 시야를 가로지르는 인접한 핀홀의 위치 사이에 이동을 식별하기 위하여 분석된다. 그 다음, 다향을 핀홀 이동에 핏팅시켜 이동을 분석하고, 여기서 다향은 클러스터가 시퀀싱 공정 동안 수득된 후속적인 이미지에서 나타나야 한다는 것을 지시한다. 1016에서, 기구는 왜곡 교정 다향, 광학 배율, 플로우 셀 텍의 회전 및 Y 스테이지의 회전에 대한 계수를 기록한다.

[0139] 1018에서, 기구의 하나 이상의 프로세서는 Y 방향에서 하나 이상의 레이저의 위치에 대한 자동초점 레이저 스팟 측정을 수행한다. 자동초점 레이저 스팟 위치를 확인하는 것과 관련하여, 물체는 클리어 영역과 크롬 영역 사이의 날카로운 전이를 나타내는 수평 나이프 에지에 대하여 가장 우수한 초점을 위치시킨다. 자동초점 레이저 스팟은 크롬 영역에서 밝고, 클리어 영역에서 매우 어둡다. TDI 스캔은 적색 및/또는 녹색 카메라를 사용하여 찍는다. 이미지는 관심 대상 각각의 방출 대역의 카메라 시야가 수평 나이프 에지에 대하여 위치하는지를 확인하는데 이용될 수 있다. 그 다음, 물체는 초기에 크롬 영역 위에 위치한 다음, 레이저 스팟이 없어질 때까지 천천히 Y 방향으로 나아가고, 이는 레이저 스팟이 크롬의 위치에 더 이상 지시되지 않고 대신 수평 나이프 에지에 인접한 클리어 영역 위에 전부 지시되는 경우에 생긴다. 그 다음, 시스템은 적색 및 녹색 카메라의 시야에 대하여 Y 방향에서 자동초점 스팟 위치를 식별할 수 있다. 1018에서, 기구는 관심 대상 방출 대역의 시야에 대하여 (예를 들면, 적색 및 녹색 시야에 대하여) Y 방향에서 자동초점 스팟 위치를 기록한다.

[0140] 1020에서, 기구의 하나 이상의 프로세서는 X 방향에서 하나 이상의 레이저의 위치에 대하여 자동초점 레이저 스팟 측정을 수행한다. 자동초점 레이저 스팟 위치를 확인하는 것과 관련하여, 물체는 클리어 영역 및 크롬 영역 사이의 날카로운 전이를 나타내는 수직 나이프 에지 위에 위치한다. 자동초점 레이저 스팟은 크롬 영역에서 밝고 클리어 영역에서 매우 어둡다. TDI 스캔은 적색 및/또는 녹색 카메라를 사용하여 찍는다. 이미지는 관심 대상 각각의 방출 대역의 카메라 시야가 수직 나이프 에지에 대하여 위치하는지를 확인하는데 이용될 수 있다. 그 다음, 물체는 초기에 크롬 영역 위에 위치한 다음, 레이저 스팟이 없어질 때까지 천천히 X 방향으로 나아가고, 이는 레이저 스팟이 크롬의 위치에 더 이상 지시되지 않고 대신 수직 나이프 에지에 인접한 클리어 영역 위에 전부 지시되는 경우에 생긴다. 그 다음, 시스템은 적색 및 녹색 카메라의 시야에 대하여 X 방향에서 자동초점 스팟 위치를 식별할 수 있다. 1020에서, 기구는 관심 대상 방출 대역의 시야에 대하여(예를 들면, 적색 및 녹색 시야에 대하여) X 방향에서 자동초점 스팟 위치를 기록한다.

[0141] 1022에서, 기구의 하나 이상의 프로세서는 플랫폼 필드 교정 보정을 수행할 수 있다. 이와 관련하여, 기구는 물체를 클리어 타일로 이동시키고, 플랫폼 필드 교정 보정을 수행하는 경우, 물체를 광학 표적의 표면 아래 미리 결정된 거리로 포커싱한다. 플랫폼 필드 교정 보정은 플랫폼 필드 교정 이미지를 수득하는 것을 포함한다. 하나 이상의 프로세서는 이미징 시스템의 광학 전달 효율을 계산하고 이와 관련하여 플랫폼 필드 교정 계수를 세이브. 시퀀싱 동안 베이스 콜링 작업은 이미지 내의 클러스터의 강도를 기반으로 한다. 시야에서 강도 비균일성은 베이스 콜링에 영향을 미칠 수 있다. 기구는 플로우 셀 내에 클러스터를 균일하게 조명하여 오차를 최소화할 것이고, 하지만, 완전히 균일한 조명을 달성하는 것이 항상 실현되는 것은 아니다. 카메라에서 픽셀의 증가 및 오프셋은 제작 동안 보정되고, 하지만 카메라 픽셀의 보정은 시간이 지남에 따라 및/또는 온도에 따라 변화할 수 있다는 가능성이 존재한다. 플랫폼 필드 교정 보정을 수행하기 위하여, 물체는 검사 기구의 클리어 영역 위에 위치하고, 광학 표적 내로 미리 결정된 깊이(예를 들면, 100 μ m)에 포커싱된다. 측정을 수득하여 이미지 강도를 균일성 기준선을 제공한다. 그 후, 하나 이상의 시퀀싱 작동의 출발시, 기구는 플랫폼 필드 교정 보정을 수행함으로써 조명 비균일성 및 카메라 픽셀 증가 및 오프셋 변화를 보완할 수 있다.

[0142] 플랫폼 필드 교정 보정은 폐쇄된 레이저 셔터(암상을 생성함) 및 다중 레이저 전력에서 레이저에 의해 광학 표적 내의 미리 결정된 깊이에 포커싱된 검사 장치의 클리어 영역의 이미지를 수득하여 이미지에서 상이한 카운트의 강도(예를 들면, 강도 약 500, 약 1000, 약 1500, 약 2000, 약 2500, 약 3000, 및 약 3500 카운트)에서 이미지를 수득하는 것을 포함한다. 예시의 방식으로, 이미지는 스캐닝(Y) 치수에서 모든 픽셀의 평균을 넘으로써 먼저, 지문 등의 영향을 평균낼 수 있도록 약 1.4mm 길이일 수 있다. 각각의 3200 픽셀(카메라의 비스캐닝 치수에서)에 있어서, 기구는 어두운 판독 및 상이한 강도 판독을 사용하고, 다향을 데이터에 핏팅하여 픽셀의 반응을 특성화한다(얼마나 많은 광의 조합이 노출되어 카메라의 그 픽셀의 광 반응과 조합되는지). 시퀀싱 동안 클러스터의 이미지를 찍는 경우, 기구는 각각의 픽셀의 측정된 다향 반응을 사용하고, 클러스터 이미지에서 그 픽셀의 강도를 조절하여 완전하게 균일한 조명 및 완전하게 균일한 픽셀 증가 및 오프셋으로 수득될 것인 것과 동등한 전체 이미지를 만든다. 1022에서, 기구는 X 및 Y 방향 중 하나 또는 둘 다에서 모든 또는 적어도 일부분의 픽셀에 대하여 광학 전달 효율 및 플랫폼 필드 교정 다향 계수를 기록한다.

[0143] 1024에서, 기구의 하나 이상의 프로세서는 필터 돌과 및 배경 광을 확인한다. 이와 관련하여, 기구는 물체를 검

사 장치 위의 고체 크롬 타일로 이동시키고, 필터 돌과 시험을 수행한다. 예를 들면, 필터 돌과 타일은 거울로서 나타나는 고체 크롬 영역으로서 형성될 수 있다. 기구 이미징 시스템은 카메라에 대한 부딪침으로부터의 모든 레이저 광을 필터링하도록 설계된다. 따라서, 물체가 필터 돌과 타일 위에 위치한 경우, 시스템은 카메라에서 광을 검출하지 않을 것으로 예상된다. 광이 카메라에서 검출되는 경우, 공급원은 다양한 인자로부터의 것일 수 있다. 예를 들면, 광학 필터는 모든 레이저 광을 적절하게 필터링할 수 없을 수 있다. 추가로 또는 대안적으로, 광학 경로에서의 오염은 관심 대상 방출 대역(예를 들면, 적색 또는 녹색)에서 레이저 여기 광 및 형광에 의해 여기될 수 있다. 광학 필터가 적절하게 작동하지 않거나 광학 경로에 오염물이 존재하는 경우, 두 상황 모두 카메라에 의해 검출되는 높은 배경 수준을 야기할 수 있다. 다양한 교정 측정이 수행될 수 있다. 1024에서, 기구는 필터 돌과 정보, 배경 광 정보 등을 기록한다.

[0144] 1026에서, 하나 이상의 프로세서는 XY 스테이지 위치 반복성을 측정한다. 이와 관련하여, 기구는 물체를 자동 센터링 기준으로 이동시키고, XY 스테이지 위치 반복성 시험을 수행한다. 기구는 X 및 Y 스테이지를 각각의 방향으로부터 자동 센터링 기준으로 다수회 이동시키고, 각각의 이동 후, 자동 센터링 기준의 이미지를 찍는다. 실제로, 자동 센터링 기준은 모든 이동 후 이미지에서 동일한 위치에 정확이 있는 것을 보여줄 수 있다. 이미지에서 기준의 이동은 XY 스테이지의 불완전한 위치를 지시한다. 기구는 X 및 Y 방향에서 위치 반복성을 기록한다. 기구는 또한 X 및 Y 방향에서 나타난 이력현상을 기록한다. 1028에서, 하나 이상의 프로세서는 원격 진단 장소에서 상기 공정에서 수집된 모든 결과를 기록한다. 그 후, 기구는 시퀀싱 작업을 계속한다.

[0145] 상기 작업과 관련하여, 기구는 원격 진단을 수행하도록 지시될 수 있다. 검사 장치의 이미지를 정기적으로(예를 들면, 모든 시퀀싱 작동 출발시) 수집하고 분석함으로써, 기구는 시간이 지남에 따라 이미징 시스템의 성능을 모니터링할 수 있다. 결과는 로컬 하드 드라이브에 저장되고/저장되거나 원격 서버 또는 클라우드 서버에 업로드될 수 있다. 진단 정보는 기구의 이미징 시스템의 건강을 모니터링하고 시간이 지남에 따라 기구의 성능 추이를 확인하기 위하여 모니터링될 수 있다. 이미징 시스템의 임의의 양상이 고장에 대한 추이 분석인 경우, 기구가 실제로 고장나기 전에 수리가 예정될 수 있다. 이는 고객 업 타임을 증가시킬 것이다. 또한, 기구가 이미징 시스템과의 분체를 겪는지 여부에 따라 의문이 발생하는 경우, 정렬 데이터는 이미지 시스템의 임의의 양상이 변화했는지 여부를 결정하기 위하여 수집될 수 있다. 이는 많은 문제의 잠재적인 근본 원인으로서 이미징 시스템을 빠르게 제거할 것이거나 이미징 시스템과의 특정한 문제를 지적할 수 있다. 기구가 클라우드에 정보를 업로드하지 않는 경우, 현장 서비스 기술자는 로컬 하드 드라이브에 저장된 역사적 결과를 받아서 시간에 따른 데이터의 추이를 분석할 수 있을 것이다.

[0146] 추가로, 형광 강도는 도펀트 농도에 비례한다. 도펀트 농도(예를 들면, 약 1.1% +/- 0.01%)를 제어함에 따라, 검사 장치는 특정된 형광을 목적하는 허용 범위(예를 들면, 적색에서 +/- 0.6% 및 녹색에서 +/- 0.1%)로 제어할 수 있다. 하나의 기구에서 특정한 스캔 속도 및 레이저 전력에서 검사 장치의 강도를 측정하는 것은 실질적으로 모든 유사한 기구에서 예상되는 강도의 특정 정보 지표를 제공할 것이다. 검사 장치로부터의 형광 강도 측정은 기구가 적절하게 행동하는지(예를 들면, 플로우 셀에 전달되는 적절한 레이저 전력, 카메라로 수집되고 전달되는 적절한 양의 형광성 광 등을 제공하는지) 여부를 지시하는데 이용될 수 있다. 검사 장치의 방출 특성이 시간이 지남에 따라 변화하지 않을 것을 고려하면, 기구의 수명 동안 측정된 형광 강도에서 임의의 변화는 적절한 레이저 전력이 플로우 셀로 전달되지 않거나 모든 형광성 광이 카메라로 전달되지 않는지 여부를 지시할 것이다.

[0147] 상기 작업은 검사 장치를 이용하여 수행될 수 있는 다양한 작업의 비제한적인 예시임이 인식된다. 상기 논의된 작업은 전체적으로 서로 독립적으로 상이한 시점에서 수행될 수 있다. 검사 장치를 자동적으로 이용하여 수행될 수 있는 원격 진단 및 계량의 비제한적인 예시는 광학 전달 효율, 상질(반치전폭), 카메라 기울기, 축 색 수차, 시야 곡률, 시야의 사용 가능한 깊이, 왜곡, 배율, 레이저 선 XY 위치 및 선 폭, 조명 균일성, 레이저 선에 대한 카메라 회전, 플랫폼 필드 교정 계수 자동초점 Z 위치 반복성, 가장 우수한 초점에서 자동초점 스팟 위치, 적색 및 녹색 시야에 대한 자동초점 스팟 위치, 자동초점 레이저 강도, 자동초점 캡처 범위, 자동초점 증가, 자동초점 스트레이 광, 가장 우수한 초점 Z 위치, 자동 기울기 후 자동 기울기 모터 배위, X 및 Y에서 이력현상, X 및 Y에서 위치 반복성, 플로우 셀 텍의 회전, 이동의 Y 스테이지 방향, BIRD 기준의 XY 스테이지 위치, 레이저 포인팅 작동기의 위치, 및 레이저 줌 빔 익스팬더 작동기의 위치를 포함한다.

[0148] 본 명세서에서 예시에 따라, 검사 방법은 적절한 이미지 강도에 대한 여기 공급원 전류를 설정하기 위한 루틴을 포함할 수 있다. 루틴은 채널의 개방 영역(즉, 미세구조 없음)이 검출되도록 이미징 모듈에서 검사 장치를 위치시키는 단계, 카메라 노출을 1ms로 설정하고 LED 전류를 30%로 설정하는 단계, 1ms 노출 및 그 위의 LED가 없는 암상을 캡처하는 단계, 1ms 노출로 적색 및 녹색 광학 채널에서 이미지를 캡처하는 단계, 이미지의 평균 강도를

계산하는 단계, 및 LED 전류를 조절하여 1ms 노출로 2500 카운트의 목적하는 강도를 치는 단계의 순차적인 단계를 포함할 수 있다. LED 전류는 나머지 시험을 위하여 이들 값을 유지한다. 모든 후속적인 시험은 미세구조 패턴의 기하학을 기반으로 상이한 노출 시간을 사용할 수 있다. 예를 들면, 기준 타일 및 균일성 타일(미세구조 없음)은 1ms 노출로 검출될 수 있고, 자동초점 타일은 4ms 노출로 검출될 수 있고, 상질 타일은 150ms 노출로 검출될 수 있고, 필터 돌과 타일(상부 유리의 내부 표면 위의 금속으로 완전히 코팅됨)은 500ms 노출로 검출될 수 있다.

[0149] 본 명세서에서 예시에 따라, 검사 방법은 여기 공급원 보정을 위한 루틴을 포함할 수 있다. 루틴은 하기와 같이 수행될 수 있다. 기구의 XY 스테이지는 자동초점 타일로 이동된다. 초점을 통한 스택이 적색에서 발생하고, 가장 우수한 초점 Z 높이가 계산된다(예를 들면, 단계 크기는 6 μ m이고, 노출 시간은 4ms이고, 스위프 범위는 108 μ m이다). 그 다음, XY 스테이지를 이웃 타일로 이동시켜 레이저 이미지를 수집한다. 이는 모든 크롬이 자동초점 타일에서 500 제곱 마이크론 구멍 내부로부터 제거되지 않는 검사 장치에서 제조 결합의 위험성을 경감시키기 위하여 수행된다. 이러한 결합은 레이저 스팟 강도를 자동초점 타일에서 너무 밝게 만들 것이다. 그 다음, 공정은 레이저 초점-통과 이미지를 수집하고(초점 모델 발생에 대한 표준 설정을 사용하여), 레이저 스팟 강도가 확인된다. 이들 측정 동안 단계 크기는 +/-18 마이크론인 Z 범위에서 2 마이크론이다. 그 다음, 레이저 노출 시간은 AF 스팟이 "가장 밝은 스팟"(가장 우수한 적색 초점의 +/-18 마이크론 내)에 대하여 2000+/-200 카운트가 될 때까지 조절된다. "보정을 구하는 것"이 사용자 인터페이스에서 선택되는 경우, 시퀀스에 사용되는 레이저 노출 시간은 저장된다.

[0150] 본 명세서에서 예시에 따라, 방법은 검출기 보정 시험을 포함할 수 있다. 하나의 예시로서, 시험은 하기와 같이 수행될 수 있다. 검사 장치의 이미지는 4개의 상이한 LED 강도에서 취득된다: (1) 어두움(LED 오프), (2) 중간 저 강도, (3) 중간 고 강도, 및 (4) 밝은 강도(약 3000 카운트). 이들 이미지를 찍는 경우, XY 스테이지는 각각의 이미지 사이에서 이동한다. 선택 레인에서 모든 타일은 임의의 비균일한 형광(검사의 최상부의 잔해 또는 지문으로 인해)을 평균 내는데 사용된다. 카메라 교정은 선택된 임의의 후속적인 단계에 적용될 필요가 없다.

[0151] 마무리 설명

[0152] 본 개시내용의 다양한 양상은 방법, 시스템, 컴퓨터 판독 가능한 매체, 및/또는 컴퓨터 프로그램 제품으로서 실행될 수 있다는 것이 인식될 것이다. 본 개시내용의 양상은 하드웨어 예시, 소프트웨어 예시(펌웨어, 레지던트 소프트웨어, 마이크로-코드 등을 포함함), 또는 본 명세서에서 일반적으로 모두 "회로", "모듈", 또는 "시스템"으로 지칭될 수 있는 소프트웨어와 하드웨어 양상을 조합한 예시의 형태를 취할 수 있다. 추가로, 본 개시내용의 방법은 매체에 구현된 컴퓨터-사용 가능 프로그램 코드를 갖는 컴퓨터-사용 가능 저장 매체에서 컴퓨터 프로그램 제품의 형태를 취할 수 있다.

[0153] 임의의 적합한 컴퓨터 사용 가능 매체는 본 개시내용의 소프트웨어 양상에 이용될 수 있다. 컴퓨터-사용 가능 또는 컴퓨터-재사용 가능 매체는, 예를 들면, 전자, 자기, 광학, 전자기, 적외선, 또는 반도체 시스템, 장치, 디바이스, 또는 전파 매체일 수 있지만 이에 한정되지 않는다. 컴퓨터 판독 가능한 매체는 일시적인 예시를 포함할 수 있다. 컴퓨터-판독 가능한 매체의 더 특정한 예시(철저하지 않은 목록)는 하기 중 몇몇 또는 모두를 포함한다: 하나 이상의 와이어를 갖는 전기 연결, 휴대용 컴퓨터 디스켓, 하드 디스크, 임의 접근 메모리(RAM), 판독 전용 메모리(ROM), 소거형 프로그램 가능 판독 전용 메모리(EPROM 또는 플래쉬 메모리), 광학 섬유, 휴대용 콤팩트 디스크 판독 전용 메모리(CD-ROM), 광학 저장 디바이스, 전송 매체, 예를 들면, 인터넷 또는 인트라넷을 지지하는 것들, 또는 자기 저장 디바이스. 프로그램은, 예를 들면, 종이 또는 다른 매체의 광학 스캐닝을 통해 전자적으로 캡처된 다음, 컴파일링되고, 해석되거나, 그렇지 않으면 적합한 방식으로, 필요한 경우, 처리된 다음, 컴퓨터 메모리에 저장될 수 있기 때문에, 컴퓨터-사용 가능 또는 컴퓨터-판독 가능 매체는 심지어 프로그램이 인쇄되는 종이 또는 또 다른 적합한 매체일 수 있다는 것을 주의한다. 이러한 문서의 맥락에서, 컴퓨터-사용 가능 또는 컴퓨터-재사용 가능 매체는 명령어 시행 시스템, 장치, 또는 디바이스에 의해 또는 이와 관련하여 프로그램을 포함하거나 저장하거나 소통하거나 전파하거나 수송할 수 있는 임의의 매체일 수 있다.

[0154] 본 명세서에 기재된 방법 및 장치의 작업을 수행하기 위한 프로그램 코드는 객체 지향 프로그래밍 언어, 예를 들면, 자바(Java), 스몰토크(Smalltalk), C++ 등으로 쓰여질 수 있다. 그러나, 본 명세서에 기재된 방법 및 장치의 작업을 수행하기 위한 프로그램 코드는 또한 통상적인 절차적 프로그래밍 언어, 예를 들면, "C" 프로그래밍 언어 또는 유사한 프로그래밍 언어로 쓰여질 수 있다. 프로그램 코드는 프로세서, 주문형 집적 회로(ASIC), 또는 프로그램 코드를 실행하는 다른 구성요소에 의해 실행될 수 있다. 프로그램 코드는 단순히 메모리(예를 들면, 상기 논의된 컴퓨터 판독 가능 매체)에 저장되는 소프트웨어 적용으로 지칭될 수 있다. 프로그램 코드는

프로세서(또는 임의의 프로세서-제어 디바이스)가 그래픽 사용자 인터페이스("GUI")를 생성하게 유발할 수 있다. 그래픽 사용자 인터페이스는 디스플레이 디바이스에 가시적으로 생성될 수 있지만, 그래픽 사용자 인터페이스는 또한 가칭 특징부를 가질 수 있다. 프로그램 코드는, 그러나, 임의의 프로세서-제어 디바이스, 예를 들면, 컴퓨터, 서버, 개인용 디지털 단말기, 폰, 텔레비전, 또는 프로세서 및/또는 디지털 신호 프로세서를 사용하는 임의의 프로세서-제어 디바이스에서 작동될 수 있다.

[0155] 프로그램 코드는 근거리에서 및/또는 원격으로 실행될 수 있다. 프로그램 코드는, 예를 들면, 프로세서-제어 디바이스의 로컬 메모리에 전부 또는 부분적으로 저장될 수 있다. 프로그램 코드는, 그러나, 또한 적어도 부분적으로 원격으로 프로세서-제어 디바이스에 저장되고 접근되고 다운로드될 수 있다. 사용자의 컴퓨터는, 예를 들면, 프로그램 코드를 전부 실행할 수 있거나 프로그램 코드를 단지 부분적으로만 실행할 수 있다. 프로그램 코드는 사용자의 컴퓨터에 적어도 부분적으로 있고/있거나 원격 컴퓨터에서 부분적으로 실행되거나 원격 컴퓨터 또는 서버에서 전체적으로 실행되는 독립형 소프트웨어 패키지일 수 있다. 후자 시나리오의 경우, 원격 컴퓨터는 사용자의 컴퓨터에 통신 네트워크를 통해 연결될 수 있다.

[0156] 본 명세서에 기재된 방법 및 장치는 네트워크 환경과 관계 없이 적용될 수 있다. 통신 네트워크는 무선 주파수 도메인 및/또는 인터넷 프로토콜(IP) 도메인에서 작동되는 케이블 네트워크일 수 있다. 통신 네트워크는, 그러나, 또한 분산 컴퓨팅 네트워크, 예를 들면, 인터넷(때때로 대안적으로 "월드 와이드 웹"으로 공지됨), 인트라넷, 근거리 네트워크(LAN), 및/또는 광역 네트워크(WAN)를 포함할 수 있다. 통신 네트워크는 동축 케이블, 구리 와이어, 광섬유 라인, 및/또는 혼합 동축 라인을 포함할 수 있다. 통신 네트워크는 심지어 전자기 스펙트럼의 임의의 부분 및 임의의 신호 표준(예를 들면, 표준의 IEEE 802 패밀리, GSM/CDMA/TDMA 또는 임의의 셀룰라 표준, 및/또는 ISM 대역)을 이용하는 무선 부분을 포함할 수 있다. 통신 네트워크는 심지어 전력선 부분을 포함할 수 있고, 여기서 신호는 전기 선을 통해 통신된다. 본 명세서에 기재된 방법 및 장치는 물리적 구성요소, 물리적 구성, 또는 통신 표준(들)과 관계 없이 임의의 무선/유선 통신 네트워크에 적용될 수 있다.

[0157] 본 개시내용의 특정한 양상은 다양한 방법 및 방법 단계를 참조하여 기재된다. 각각의 방법 단계는 프로그램 코드 및/또는 기계 명령어에 의해 실시될 수 있다는 것이 이해될 것이다. 프로그램 코드 및/또는 기계 명령어는 방법에 특화된 기능/작용의 실시를 위한 수단을 생성할 수 있다.

[0158] 프로그램 코드는 또한 컴퓨터-판독 가능 메모리에 저장된 프로그램 코드가 방법 단계의 다양한 양상을 실시하는 명령어 수단을 포함하는 제조 물품을 제조하거나 변형하도록 프로세서, 컴퓨터, 또는 다른 프로그램 가능 데이터 처리 장치에 특정한 방식으로 기능하는 것을 지시할 수 있는 컴퓨터-판독 가능 메모리에 저장될 수 있다.

[0159] 프로그램 코드는 또한 프로그램 코드가 본 개시내용의 방법에 특화된 다양한 기능/작용을 실시하기 위한 단계를 제공하도록 컴퓨터 또는 다른 프로그램 가능 데이터 처리 장치에서 로딩되어 프로세서/컴퓨터 실시된 과정을 생성하도록 수행되는 일련의 작업 단계를 유발할 수 있다.

[0160] 청구항을 포함하여 본 명세서 전반에서 사용되는 용어 "실질적으로" 및 "약"은, 예를 들면, 처리 중 변화로 인한, 작은 변동을 기재하고 설명하는데 사용된다. 예를 들면, 이들은 $\pm 5\%$ 이하, 예를 들면, $\pm 2\%$ 이하, 예를 들면, $\pm 1\%$ 이하, 예를 들면, $\pm 0.5\%$ 이하, 예를 들면, $\pm 0.2\%$ 이하, 예를 들면, $\pm 0.1\%$ 이하, 예를 들면, $\pm 0.05\%$ 이하를 지칭할 수 있다.

[0161] 본 명세서에서 명세서 및 청구항에서 사용되는 용어 "포함하다", "포함하는", "함유하다" 등 및 이의 변형은 기재된 원소만을 포함하는 것이 아니라 임의의 추가 원소를 포함하는 개방형을 의도한다. 명세서 전반에서 "하나의 예시", "또 다른 예시", "예시" 등의 언급은 예시와 관련하여 기재된 특정한 원소(예를 들면, 특징, 구조, 및/또는 특성)가 본 명세서에 기재된 적어도 하나의 예시에 포함되고, 다른 예시에 존재할 수 있거나 존재할 수 없다는 것을 의미한다. 추가로, 임의의 예시에 대하여 기재된 원소는 맥락이 달리 명백하게 기재되지 않는 한, 다양한 예시에서 임의의 적합한 방식으로 조합될 수 있다는 것으로 이해된다.

[0162] 하기 더 상세히 논의되는 상기 개념 및 추가의 개념의 모든 조합(단, 이러한 개념은 상호간에 모순되지 않는 한)은 본 명세서에 개시된 본 발명의 주제의 부분으로 고려된다는 것이 인식되어야 한다. 특히, 본 개시내용의 끝에 나타나는 청구된 주제의 모든 조합은 본 명세서에 개시된 본 발명의 주제의 부분인 것으로 고려된다. 또한 참고로 포함된 임의의 개시내용에서 나타날 수 있는 본 명세서에서 명백하게 사용된 용어는 또한 본 명세서에 개시된 특정한 개념과 가장 일치하는 의미를 부여하여야 한다는 것이 인식되어야 한다.

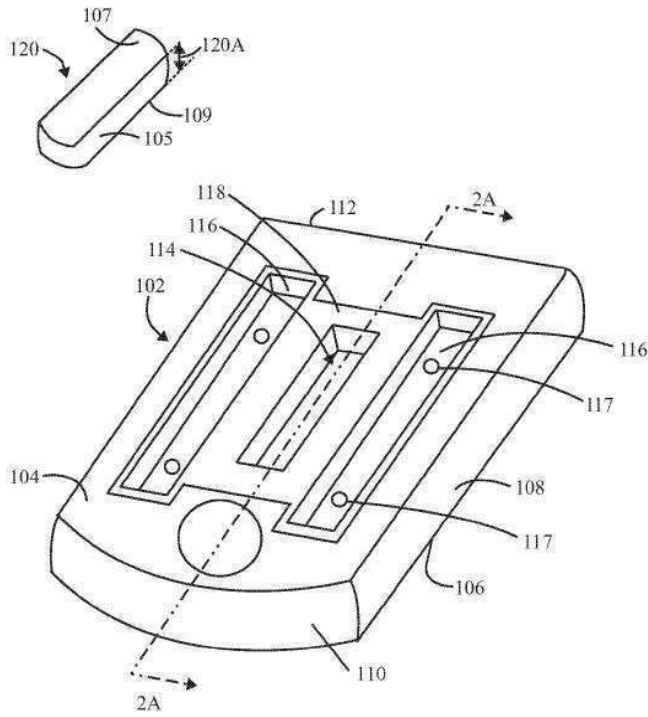
[0163] 본 명세서에서 제공된 범위는 기재된 범위 및 기재된 범위 내의 임의의 값 또는 하위 범위를 포함하는 것으로 이해된다. 예를 들면, 4 내지 10(4 - 10)과 동일하거나 그 사이로 표시되는 범위는 4 내지 10의 명백하게 기재

된 한계를 포함할 뿐만 아니라 개별적인 값, 예를 들면, 약 6, 7.5, 9 등, 및 하위 범위, 예를 들면, 약 5 내지 약 8 등을 포함하는 것으로 해석되어야 한다.

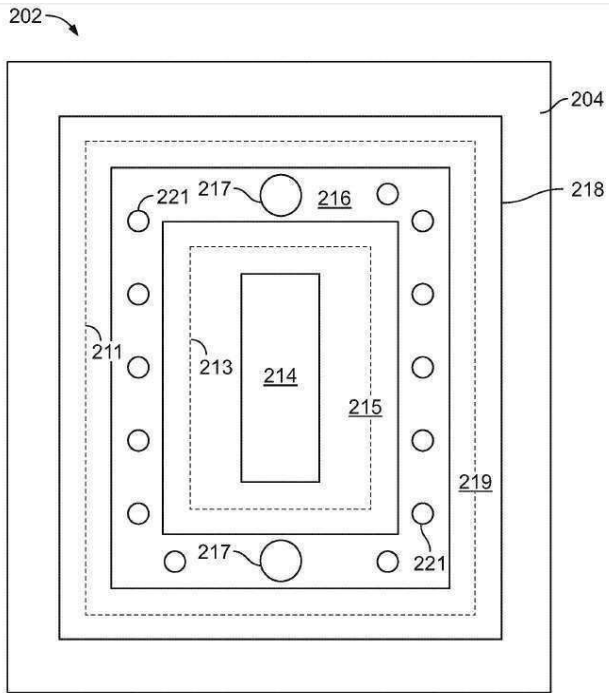
[0164] 몇몇 예시가 상세하게 기재되었지만, 개시된 예시는 변형될 수 있다는 것으로 이해된다. 따라서, 상기 기재는 비제한적인 것으로 간주된다.

도면

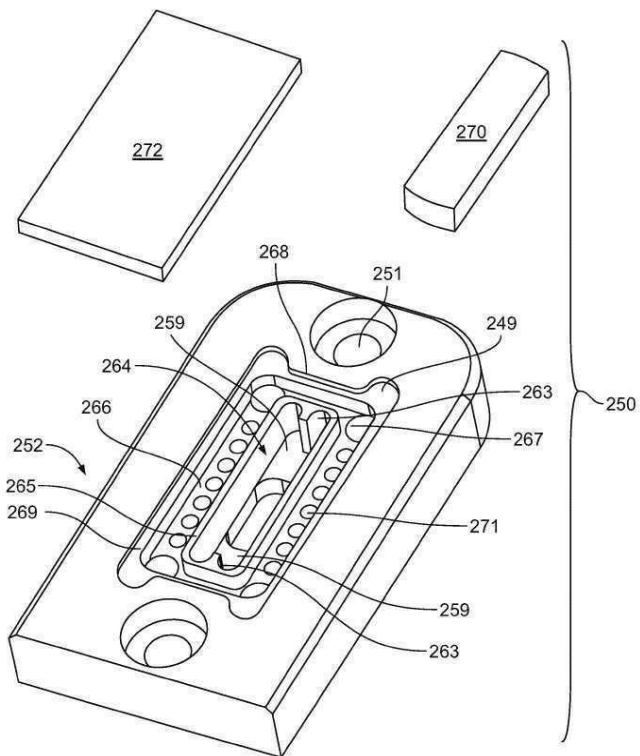
도면1a



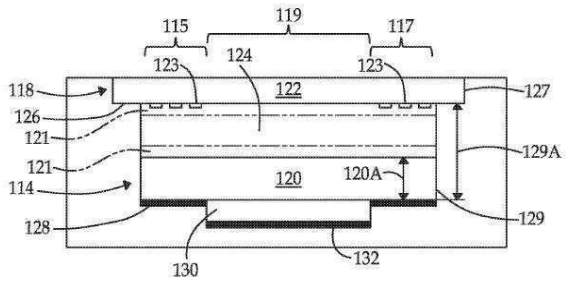
도면1b



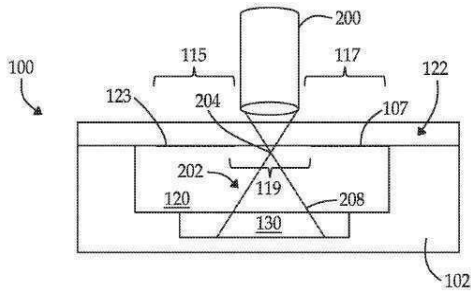
도면1c



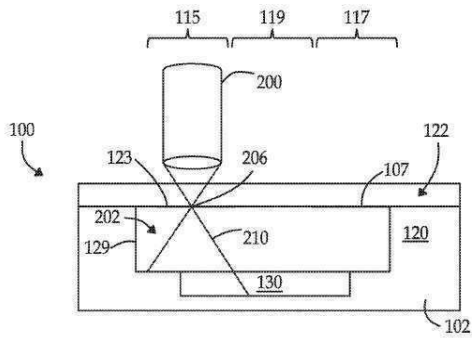
도면2a



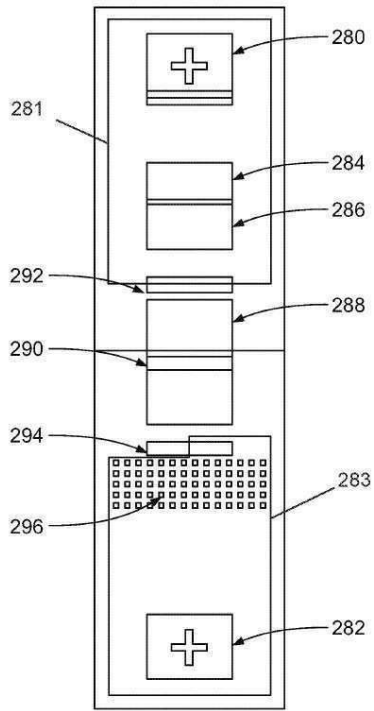
도면2b



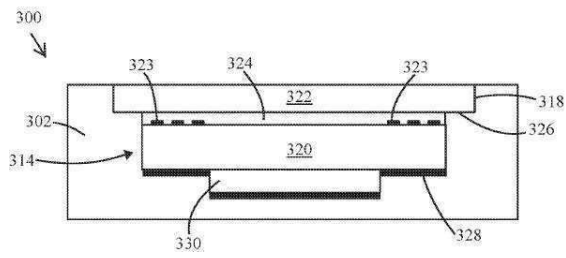
도면2c



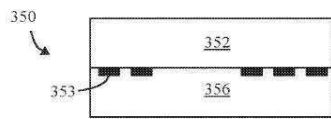
도면2d



도면2e

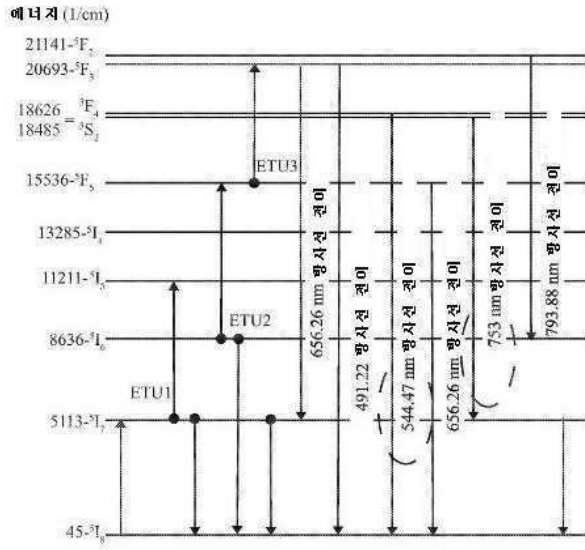


도면2f



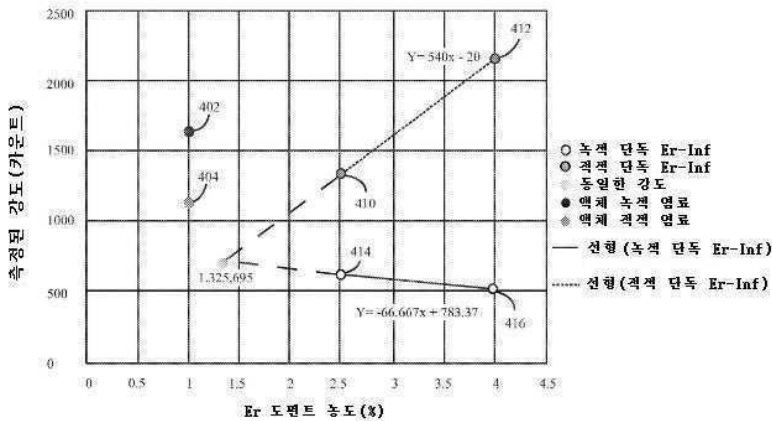
도면3c

Ho³⁺ - 이온 에너지 준위 다이어그램



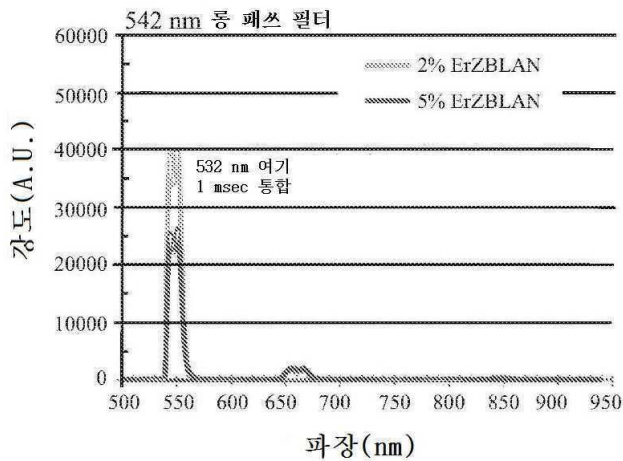
도면4

ErInF0에 의한 형광 및 하나의 색상 여기

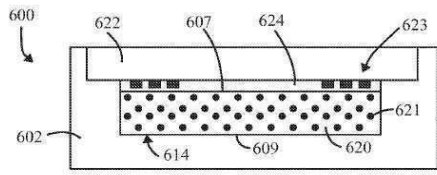


도면5

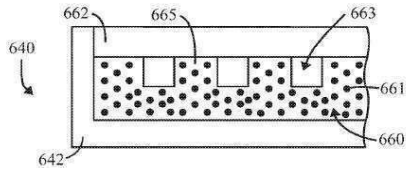
형광 Er: ZBLAN 유리



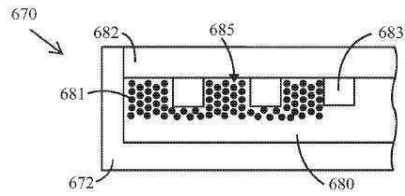
도면6a



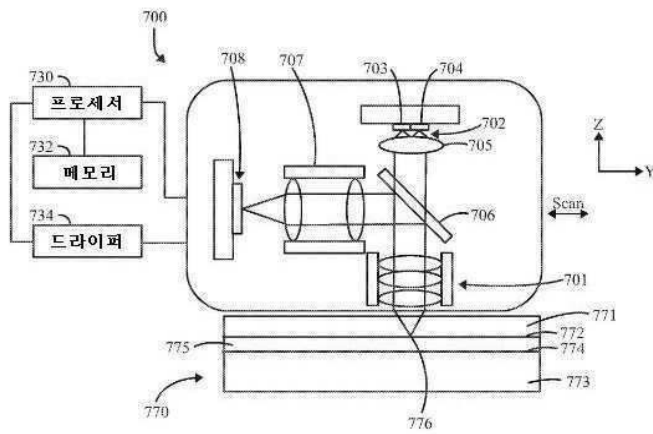
도면6b



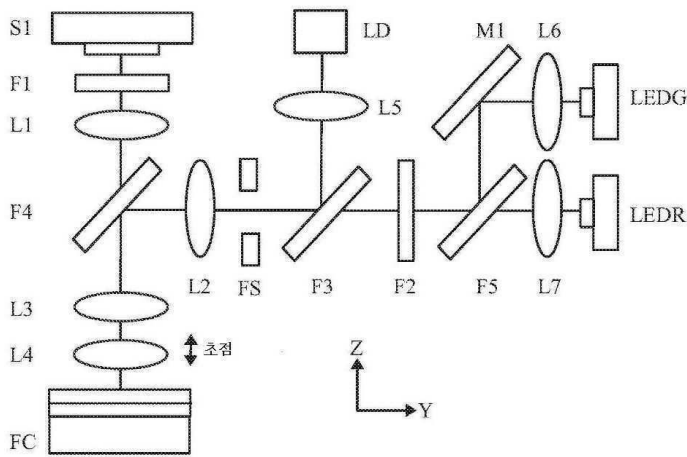
도면6c



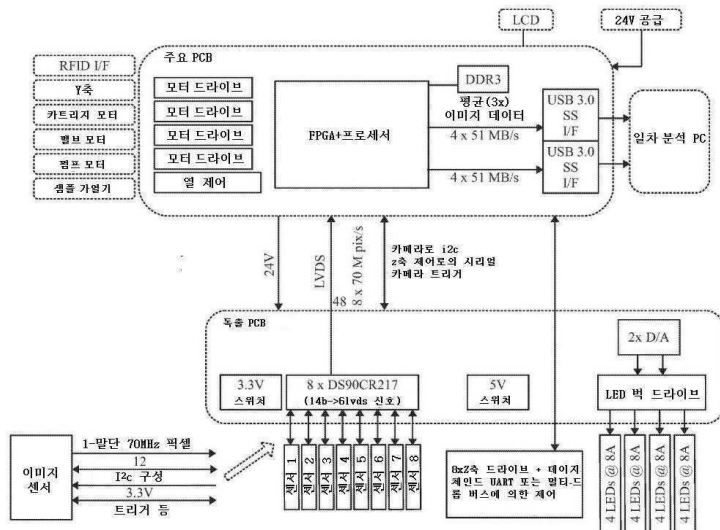
도면7



도면8



도면9



도면10

