



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0096844
(43) 공개일자 2023년06월30일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01J 3/28 (2006.01) G01J 3/02 (2006.01)
G01J 3/04 (2006.01) G01J 3/12 (2006.01)
G01J 3/14 (2006.01) G01J 3/18 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
G01J 3/2823 (2013.01)
G01J 3/0208 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2022-0158421
- (22) 출원일자 2022년11월23일
심사청구일자 2022년11월23일
- (30) 우선권주장
17/561,441 2021년12월23일 미국(US)

- (71) 출원인
옵티즈 인코포레이티드
미국 캘리포니아주 94303 팔로 알토 이스트 베이 쇼어 로드 2225
- (72) 발명자
희만 립
네덜란드 펠트호번 5509엔엑스 스테이트 51
월터링크 에드윈
네덜란드 팔켄스바르트 5554엔에이치 크롭스트라 트 62
- (74) 대리인
특허법인태평양

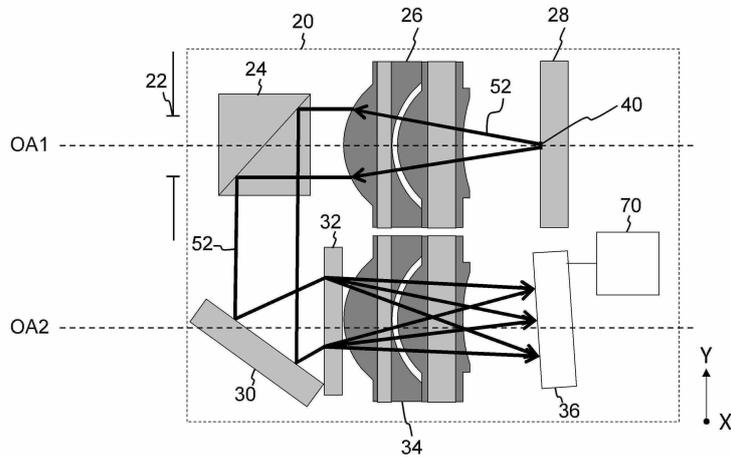
전체 청구항 수 : 총 19 항

(54) 발명의 명칭 초분광 카메라

(57) 요약

카메라는 반사 슬릿 어셈블리 상에 입사광을 포커싱하도록 구성된 제1 렌즈를 포함한다. 반사 슬릿 어셈블리는 복귀광으로서 입사광의 전부가 아닌 일부를 반사하도록 구성된 반사 재료의 연장 스트립을 포함한다. 제1 렌즈는 반사 재료의 연장 스트립으로부터의 복귀광을 적어도 부분적으로 콜리메이트하도록 구성된다. 제1 거울은 제1 렌즈로부터의 복귀광을 반사하도록 구성된다. 제2 거울은 제1 거울로부터의 복귀광을 반사하도록 구성된다. 광학 소자는 파장의 함수로서 제1 거울로부터의 복귀광을 분리하도록 구성된다. 제2 렌즈는 광학 소자로부터의 복귀광을 제1 검출기 상에 포커싱하도록 구성된다. 제1 검출기는 제1 검출기 상의 2차원 위치의 함수로서 복귀광의 강도를 측정하도록 구성된다.

대표도 - 도10



(52) CPC특허분류

G01J 3/04 (2013.01)

G01J 3/14 (2013.01)

G01J 3/18 (2013.01)

G01J 2003/1208 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

반사 슬릿 어셈블리 상에 입사광을 포커싱하도록 구성된 제1 렌즈-상기 반사 슬릿 어셈블리는 복귀광으로서 상기 입사광의 전부가 아닌 일부를 반사하도록 구성된 반사 재료의 연장 스트립을 포함하고, 상기 제1 렌즈는 반사 재료의 상기 연장 스트립으로부터의 상기 복귀광을 적어도 부분적으로 콜리메이트하도록 구성됨-;

상기 제1 렌즈로부터의 상기 복귀광을 반사하도록 구성된 제1 거울;

상기 제1 거울로부터의 상기 복귀광을 반사하도록 구성된 제2 거울;

파장의 함수로서 상기 제1 거울로부터의 상기 복귀광을 분리하도록 구성된 광학 소자; 및

상기 광학 소자로부터의 상기 복귀광을 제1 검출기 상에 포커싱하도록 구성된 제2 렌즈-상기 제1 검출기는 상기 제1 검출기 상의 2차원 위치의 함수로서 상기 복귀광의 강도를 측정하도록 구성됨-를 포함하는, 카메라.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 제1 검출기에 의해 측정되는 광의 상기 강도로부터 초분광 이미지를 생성하도록 구성된 프로세서를 더 포함하는, 카메라.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 제1 거울, 상기 제1 렌즈 및 상기 반사 슬릿 어셈블리는 제1 광축을 따라 배열되고,

상기 제2 거울, 상기 제2 렌즈 및 상기 제1 검출기는 상기 제1 광축과 평행한 제2 광축을 따라 배열되는, 카메라.

청구항 4

청구항 3에 있어서,

상기 광학 소자는 상기 제2 광축을 따라 배열되는, 카메라.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 광학 소자는 투과 회절 격자인, 카메라.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 광학 소자는 프리즘인, 카메라.

청구항 7

청구항 1에 있어서,

반사 재료의 상기 연장 스트립은 길이 L 과 폭 W 를 가지고,

상기 길이 L 은 상기 폭 W 보다 크고,

상기 길이 L 은 제1 방향으로 연장되고,

상기 광학 소자는 상기 제1 방향과 직교하는 제2 방향에서 과장의 함수로서 상기 복귀광을 분리하도록 구성된, 카메라.

청구항 8

청구항 7에 있어서,

상기 광학 소자는 상기 제1 방향에서 길이 방향으로 연장되는 회절선을 포함하는, 카메라.

청구항 9

청구항 1에 있어서,

상기 광학 소자는 상기 제2 거울 및 상기 제2 렌즈 사이에 배치되는, 카메라.

청구항 10

청구항 1에 있어서,

상기 광학 소자는 상기 제1 거울 및 상기 제2 거울 사이에 배치되는, 카메라.

청구항 11

청구항 1에 있어서,

상기 제1 거울은 상기 입사광을 상기 제1 렌즈로 전송하도록 구성된, 카메라.

청구항 12

청구항 11에 있어서,

상기 제1 거울은 50 퍼센트 빔 스플리터인, 카메라.

청구항 13

청구항 1에 있어서,

상기 제1 렌즈는 적어도 네 개의 비구면 표면을 갖는 렌즈 스택을 포함하는, 카메라.

청구항 14

청구항 1에 있어서,

상기 제2 렌즈는 적어도 네 개의 비구면 표면을 갖는 렌즈 스택을 포함하는, 카메라.

청구항 15

청구항 1에 있어서,

상기 제1 렌즈는,

두 개의 반대를 향하는 볼록 구면을 포함하는 제1 렌즈 구성요소; 및

상기 제1 렌즈 구성요소와 마주하는 제1 오목면 및 제2 평면을 포함하는 제2 렌즈 구성요소를 포함하는, 카메라.

청구항 16

청구항 1에 있어서,

상기 제2 렌즈는,

두 개의 반대를 향하는 볼록 구면을 포함하는 제1 렌즈 구성요소; 및

상기 제1 렌즈 구성요소와 마주하는 제1 오목면 및 제2 평면을 포함하는 제2 렌즈 구성요소를 포함하는, 카메라.

청구항 17

청구항 1에 있어서,

상기 반사 슬릿 어셈블리는 반사 재료의 상기 연장 스트립에 바로 인접한 광 흡수 재료를 포함하는, 카메라.

청구항 18

청구항 1에 있어서,

상기 반사 슬릿 어셈블리는 제2 검출기 상의 2차원 위치의 함수로서 상기 제1 렌즈에 의해 포커싱된 입사광의 강도를 측정하도록 구성된 상기 제2 검출기를 더 포함하는, 카메라.

청구항 19

청구항 18에 있어서,

상기 제1 검출기에 의해 측정된 광의 상기 강도 및 상기 제2 검출기에 의해 측정된 광의 상기 강도로부터 오버레이 이미지를 생성하도록 구성된 프로세서를 더 포함하는, 카메라.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 분광 이미징에 관한 것으로, 보다 구체적으로 푸시 브룸 초분광 이미징을 위한 소형 광학 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 초분광 이미징은 장면의 이미지에서 각각의 픽셀에 대한 분광 데이터 수집을 수반한다. 분광 데이터는, 데이터가 발생된 공간 위치(즉, 픽셀)와 결합하여, 물체를 찾거나, 재료를 식별하거나, 또는 프로세스를 검출하는 데 사용될 수 있다. 분광 이미저(imager)에는 세 가지 일반적인 유형이 있다. 시간 경과에 따른 공간 스캔을 수반하는 푸시 브룸(라인) 스캐너 및 위스크 브룸(포인트) 스캐너, 상이한 파장에서 영역의 이미지를 획득하는 분광 스캐닝을 수반하는 대역 순차 스캐너, 및 어레이를 사용하여 순간적으로 이미지를 생성하는 스냅샷 초분광 이미징이 있다. 초분광 이미징은 전자기 스펙트럼의 광대한 부분을 사용하여 물체를 관측한다. 특정 물체는 전자기 스펙트럼에 고유한 '지문'을 남기며, 특히 이미지 내의 공간적 위치와 결합할 때 그렇다. 스펙트럼 서명으로도 알려진 이러한 '지문'을 통해, 스캔된 장면을 구성하는 재료 또는 물체를 식별할 수 있다.

[0003] 푸시 브룸 초분광 이미징은 장면의 스트립을 캡처하고 스트립으로부터 스펙트럼 데이터를 수집하기 위해 프리즘 또는 격자를 사용하여 슬릿 이미지를 스펙트럼으로 분산시키는 것을 수반한다. 도 1은 장면(3)의 스트립(2)으로부터의 광(1)이 카메라(4)에 의해 캡처되는, 푸시 브룸 이미징의 개념을 개념적으로 보여준다. 이 예에서 광(1)은 X 방향에서 장면(3)의 전체 치수로부터, 그리고 직교하는 Y 방향에서 장면(3)의 치수의 좁은 일부로부터 발생한다. 그러나, X 방향에서 장면 치수의 일부를 여러 번 스캔하는 것도 가능하다. 광(1)은 도 2에 개념적으로 도시된 바와 같이, 하나 이상의 렌즈(5)에 의해 콜리메이트되고, 하나 이상의 광학 소자(6)(예를 들어, 회절 격자, 프리즘 등)를 사용하여 파장에 따라 분리되고, 그리고 하나 이상의 렌즈(8)에 의해 검출기(7) 상에 포커싱된다. 주어진 임의의 시간에서 장면으로부터 광(1)의 스트립만을 캡처하기 위해, 장면으로부터의 광은 렌즈(5)와 검출기(7) 사이의 광학 경로에 배치된 투과 스트립(미도시)을 통과하여, 장면(3)으로부터 발생하는 모든 광 중 일부 광(1)의 스트립만을 투과한다. 장면으로부터의 나머지 광은 차단되거나, 산란되거나 또는 반사되어 검출기(7)에 도달하지 않는다. 투과 스트립은 예를 들어, 광(1)의 스트립이 통과하는 연장된 구멍(즉, 슬릿)을 갖는 투명 시트일 수 있다. 검출기(7)는 이미지의 X 방향 치수에 걸쳐 각각의 위치에 대한 광(1)의 스트립의 파장 성분의 진폭을 측정한다. 장면(3)의 스트립(2)에 대한 공간 및 스펙트럼 데이터는 도 3에 도시된 바와 같이, 두 개의 공간 차원(X, Y) 및 한 개의 스펙트럼 차원(λ)을 갖는 초분광 데이터 큐브(9)라고도 지칭되는 초분광 이미지로 표현될 수 있다. 장면(3)의 스트립(2)은 별도로 스캔되고, 스트립으로부터의 공간/스펙트럼 데이터는 도 4에 도시된 바와 같이, 장면(3)의 전체 초분광 데이터 큐브(9)를 생성하기 위해 함께 연결된다. 큐브 내의 각각의 픽셀에 대한 데이터 값은 장면(3) 내의 한 공간 위치에서 검출된 특정 파장의 값을 나타낸다. 종래의 푸시 브룸 초분광 카메라는 필요한 광학 구성요소의 수가 많기 때문에 크고 부피가 크다.

[0004] 더 간단하고 더 소형의 광학 설계를 활용하는 푸시 브룸 초분광 이미징 디바이스가 필요하다.

발명의 내용

[0005] 전술한 문제점 및 필요성은 반사 슬릿 어셈블리 상에 입사광을 포커싱시키도록 구성된 제1 렌즈를 포함하는 카메라에 의해 해결된다. 반사 슬릿 어셈블리는 복귀광으로서 입사광의 진부가 아닌 일부를 반사하도록 구성된 반사 재료의 연장 스트립을 포함한다. 제1 렌즈는 반사 재료의 연장 스트립으로부터의 복귀광을 적어도 부분적으로 콜리메이트하도록 구성된다. 제1 거울은 제1 렌즈로부터의 복귀광을 반사하도록 구성된다. 제2 거울은 제1 거울로부터의 복귀광을 반사하도록 구성된다. 광학 소자는 파장의 함수로서 제1 거울로부터의 복귀광을 분리하도록 구성된다. 제2 렌즈는 광학 소자로부터의 복귀광을 제1 검출기 상에 포커싱시키도록 구성된다. 제1 검출기는 제1 검출기 상의 2차원 위치의 함수로서 복귀광의 강도를 측정하도록 구성된다.

[0006] 본 발명의 다른 목적 및 특징은 발명의 설명, 청구범위 및 첨부된 도면의 검토에 의해 명백해질 것이다.

도면의 간단한 설명

[0007] 도 1은 종래의 초분광 카메라의 사시도이다.
 도 2는 종래의 초분광 카메라의 개략도이다.
 도 3은 초분광 데이터 큐브 내의 단일 픽셀 라인의 그래픽적 도면이다.
 도 4는 초분광 데이터 큐브 내의 모든 픽셀의 그래픽적 도면이다.
 도 5는 카메라의 개략도이다.
 도 6은 반사 슬릿의 사시도이다.
 도 7a는 파장의 함수로서 광을 분리하는 광학 소자인 회절 격자의 측면도이다.
 도 7b는 파장의 함수로서 광을 분리하는 광학 소자인 프리즘의 측면도이다.
 도 8은 제1 또는 제2 렌즈의 측단면도이다.
 도 9는 카메라로 향하는 입사광의 경로를 도시하는 카메라의 개략도이다.
 도 10은 카메라 내부의 복귀광의 경로를 도시하는 카메라의 개략도이다.
 도 11은 카메라 내에서 파장의 함수로서의 광의 분리를 도시하는 개략도이다.
 도 12는 반사 슬릿 어셈블리의 대안적인 예의 사시도이다.
 도 13은 반사 슬릿 어셈블리의 대안적인 예의 사시도이다.
 도 14는 카메라의 대안적인 예의 개략도이다.
 도 15a 및 15b는 카메라의 대안적인 예의 개략도이다.
 도 16a 및 16b는 카메라의 대안적인 예의 개략도이다.
 도 17은 제1 또는 제2 렌즈의 대안적인 예의 측단면도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0008] 장면의 스트립 이미지로부터 공간 및 스펙트럼 데이터를 캡처하기 위한 간단하고 소형의 광학 구성을 활용하는 푸시 브룸 초분광 이미징 디바이스 유형 카메라가 개시된다. 도 5는 입사 동공(22)(entrance pupil), 제1 거울(24), 제1 렌즈(26), 반사 슬릿 어셈블리(28), 제2 거울(30), 파장의 함수로서 광을 분리하는 광학 소자(32), 제2 렌즈(34) 및 (제1) 검출기(36)를 포함하는 카메라(20)의 예를 도시한다.

[0009] 입사 동공(22)은 선택적이며, 장면으로부터의 광이 통과하는 다른 불투명 재료의 개구 또는 투과 재료일 수 있다. 제1 거울(24)은 입사 동공(22)을 통해 들어오는 광의 적어도 일부가 제1 거울(24)을 통과(즉, 투과)하는 것을 허용하도록 반투명하다. 제1 거울(24)의 비제한적인 예는, 어느 방향에서도, 광의 50 퍼센트를 투과하고 광의 50 퍼센트를 반사하는 50 퍼센트 스플리터 큐브(splitter cube) 또는 다른 유형의 50 퍼센트 빔 스플리터 또는 거울이다. 제1 렌즈(26)는 제1 거울(24)로부터의 광을 반사 슬릿 어셈블리(28) 상에 포커싱한다. 반사 슬릿

어셈블리(28)(도 6에 더 잘 도시됨)는 (제1) X 방향에서의 길이(L)와 (제2) Y 방향에서의 폭(W)(즉, (제1) X 방향은 (제2) Y 방향과 직교한다)을 가지고, 길이(L)는 폭(W)보다 큰 반사 재료(40)의 연장 스트립(본 명세서에서 거울 스트립(40)으로도 지칭됨)을 제외하고, 광 흡수 또는 산란 재료(38)로 제조되거나, 또는 이에 의해 덮인 상부 표면을 갖는다(즉, 광 흡수 재료(38)는 거울 스트립(40)에 바로 인접함). 거울 스트립(40)은 바람직하게는 X 방향에서 반사 슬릿 어셈블리(28)에 도달하는 이미지의 전체 치수와 일치하도록 구성되고, Y 방향에서 반사 슬릿 어셈블리(28)에 도달하는 이미지의 작은 치수만 일치하도록 구성되며, 이는 폭(W)보다 큰 길이(L)를 가짐으로써 달성된다. 광 흡수 또는 산란 재료(38)는 거울 스트립(40)을 둘러싸고 거울 스트립(40)에 의해 반사되지 않는 광을 흡수하거나 또는 산란하도록 위치된다. 광 흡수 또는 산란 재료(38)는 예를 들어, 블랙 크롬(산화크롬), 산화은(Ag₂O), 에칭된 무전해 니켈-인(etched electroless nickel-phosphor), 산화철, 블랙 매트릭스, 탄소, 유전체 코팅, 구리 셀렌화물(CuSe₅), 그래핀과 같은 금속 산화물일 수 있을 뿐만 아니라, Acktar Black, Vantablack, 다이아몬드 백 ADLC, 및 양극 산화 처리된 표면과 같은 상업적으로 이용 가능한 것일 수도 있다. 거울 스트립(40)은 예를 들어, TiO₂, SiO₂, Ta₂O₅, Cr, Al, Au, Ag 등과 같은 임의의 우수한 광 반사 재료일 수 있다. 비제한적인 예로서, 폭(W)은 예를 들어, 1.5 μm일 수 있고, 길이(L)는 예를 들어 3-5mm(예를 들어, 검출기(36)의 X 방향 치수와 유사함)일 수 있다.

[0010] 제1 거울(24)은 거울 스트립(40)에 의해 반사된(그리고 제1 렌즈(26)를 통과하는) 광의 적어도 일부를 제2 거울(30)을 향해 반사하도록 구성된다. 제2 거울(30)은 제1 거울(24)로부터의 광을 광학 소자(32)를 향해 반사하며, 이는 입사광을 파장에 기초하여 상이한 방향으로 분리한다(예를 들어, 회절 또는 굴절을 통해). 비제한적인 예로서, 광학 소자(32)는 도 7a에 도시된 바와 같은 투과 회절 격자일 수 있다. 투과 회절 격자는 그 위에 또는 내부에 형성된 주기적 구조(32b)를 갖는 투명 기관(32a)을 포함할 수 있으며, 이는 이를 통과하는 광을 광의 파장의 함수로서 상이한 각도로 회절시킨다. 주기적 구조(32b)는 예를 들어, X 방향에서 길이 방향으로 연장되는 밀리미터 당 500개의 회절선(즉, 연장된 돌출부 및/또는 함몰부)일 수 있다. 다른 비제한적인 예로서, 광학 소자(32)는 도 7b에 도시된 바와 같은 프리즘일 수 있다. 프리즘은 평행하지 않은 측면들(32d)(X 방향에서 볼 때)을 갖는 투명 기관(32c)을 포함할 수 있다. 제2 렌즈(34)는 광학 소자(32)로부터의 광을 검출기(36) 상에 포커싱한다. 검출기(36)는 어레이 상의 2차원 위치의 함수로서 광 강도를 측정함으로써 카메라(20)의 광학 소자에 의해 생성된 2차원 이미지를 분해할 수 있는 2차원 픽셀 센서 어레이(즉, 이미지 센서)일 수 있다. 검출기(36)의 비제한적인 예는 2800 μm²의 정사각형이고, 픽셀 당 약 1 μm의 해상도(즉, 픽셀 크기)를 갖는다. 검출기(36)로부터의 출력 신호는 프로세서(70)에 제공된다.

[0011] 제1 및 제2 렌즈(26/34)는 서로 동일할 수 있다. 제1 및 제2 렌즈(26/34) 각각의 하나의 비제한적인 예는, 도 8에 도시된 바와 같이 각각의 렌즈(26/34)에 대해 네 개의 비구면 표면(44)이 있도록 함께 적층된 두 개의 렌즈 구성요소(42)를 갖는 렌즈 스택일 수 있다. 네 개 이상의 비구면 표면(44)이 필요한 경우 두 개 이상의 렌즈 구성요소(42)가 함께 적층될 수 있다. 렌즈(26/34) 각각의 두 개의 렌즈 구성요소(42)의 치수는 서로 다를 수 있고, 및/또는 상이한 재료로 만들어질 수 있다(비제한적인 예로서, 아크릴레이트계 중합체(acrylate-based polymer) 및 에폭시계 중합체(epoxy-based polymer)와 같은 두 개의 상이한 중합체 재료는 향상된 색채 성능을 위해 각각 두 개의 렌즈 구성요소(42)에 사용될 수 있다). 렌즈(26/34)는 플라스틱 사출 성형 렌즈(PIM; Plastic Injection Molded Lens), 성형 유리, 기계 가공 및 광택 유리, 유리 렌즈의 조합(예를 들어, 아크로맷(achromats)), 유리 복제 렌즈, 웨이퍼-수준 광학계, 또는 이들의 조합일 수 있다.

[0012] 도 9 및 도 10에 도시된 바와 같이, 입사 동공(22), 제1 거울(24), 제1 렌즈(26) 및 반사 슬릿 어셈블리(28)는 제1 광축(OA1)을 따라 배열되고(즉, 각각의 광학 소자의 적어도 일부는 제1 광축 상에 위치됨), 제2 거울(30), 광학 소자(32), 제2 렌즈(34) 및 검출기(36)는 제2 광축(OA2)을 따라 배열된다. 필수적인 것은 아니나, 바람직하게는 광축(OA1 및 OA2)은 서로 평행하다. 이 경우 광학 소자가 차지하는 공간을 최소화하는 이점이 있다(즉, 모든 광학 소자가 차지하는 공간을 최소화할 수 있다). 또한 이는 광학 소자의 설계를 단순화한다(예를 들어, 웨이퍼의 렌즈가 동일한 피치를 갖기 때문에, 웨이퍼 규모로 만들어질 수 있다).

[0013] 동작 시, 도 9에 도시된 바와 같이, 스캔 중인 장면으로부터의 입사광(50)은 입사 동공(22)(사용되는 경우)을 통해 카메라(20)에 들어가고, 제1 거울(24)을 통해 투과되고, 제1 렌즈(26)에 의해 반사 슬릿 어셈블리(28)에 포커싱된다. 예를 들어, 장면의 이미지는 반사 슬릿 어셈블리의 2차원 영역 상에 포커싱된다. 반사 슬릿 어셈블리(28) 상에 포커싱된 대부분의 광은 흡수되거나 또는 산란된다. 그러나, 거울 스트립(40) 상에 포커싱된 입사광(50)의 일부는 도 10에 도시된 바와 같이, 복귀광(52)으로서 반사된다. 거울 스트립(40)으로부터의 복귀광(52)(장면의 이미지의 스트립에만 대응함)은 콜리메이트되거나 또는 적어도 부분적으로 콜리메이트되는 제1 렌

즈(26)를 통과한다. 제1 렌즈(26)로부터의 복귀광은 제1 거울(24)에 의해 제2 거울(30)을 향해 반사된다. 제1 거울(24)로부터의 복귀광은 제2 거울(30)에 의해 광학 소자(32)를 향해 반사된다. 광학 소자(32)는 거울 스트립(40)의 길이 방향에 직교하는(즉, 광이 방출되는 장면의 스트립의 길이 방향에 직교) 차원의 파장에 기초하여 제1 및 제2 거울(26/30)로부터의 복귀광(52)을 분리하고, 제2 렌즈(34)는 제1/제2 거울(26/30) 및 광학 소자(32)로부터의 복귀광을 검출기(36) 상에 포커싱한다. 구체적으로, 광학 소자(32)는 거울 스트립(40)의 길이 방향이 연장되는 X 방향에 직교하는 Y 방향의 파장에 기초하여 복귀광(52)을 분리하도록 구성된다(도 6 및 도 10 비교). 따라서, 카메라(20)의 광학 구성은 거울 스트립(40)에 의해 반사되는 대로 X 방향에서의 이미지 내의 광의 원래 공간 위치를 유지하는 한편, X 방향을 따라 주어진 임의의 위치에 대한 Y 방향에서의 광의 색상 성분을 분리한다. 이 결과는 도 11에 도시되어 있으며, 여기서 거울 스트립(40)의 X 방향을 따른 각각의 위치에 대해, 복귀광(52)의 청색 파장 성분(52b)은 검출기(36)의 상부로 지향되고(Y 방향에 대해), 복귀광(52)의 녹색 파장 성분(52g)은 검출기(36)의 중앙 부분으로 지향되고(Y 방향에 대해), 복귀광(52)의 적색 파장 성분(52r)은 검출기(36)의 하부로 지향된다(Y 방향에 대해). 따라서, 검출기(36)에 도달하는 이미지의 일부는 Y 방향으로 파장에 따라 분리되면서 X 방향으로 공간적으로 보존된다. 이미지는 검출기(36) 상의 2차원 위치의 함수로서 광의 강도를 측정함으로써 검출기(36)에 의해 캡처된다. 바람직하게는, 검출기(36)는 청색 파장 성분(52b)을 수용하는 검출기(36)의 부분이 적색 파장 성분(52r)을 수용하는 검출기(36)의 부분보다 제2 렌즈(34)에 더 가깝도록 틸트각(θ)만큼 기울어져, 광의 상이한 파장에 대한 상이한 초점 거리를 수용할 수 있다. 비제한적인 예로서, 틸트각(θ)은 4도 일 수 있다. 거울(30)의 각도는 또한 광학 소자(32)의 회절/굴절 각도와 가장 잘 일치하도록 선택될 수도 있음에 유의해야 한다.

[0014] 도 9 내지 도 11에 도시된 바와 같이, 임의의 주어진 시간에서 스캔되는 장면의 이미지 내의 단일의 좁은 스트립으로부터의 광만이 검출기(36)로 향한다. 전체 장면을 스캔하기 위해, 카메라(20)는 스캔되는 장면에 대해 이동할 수 있거나, 또는 광학계를 사용하여 카메라의 광학계에 대해 입사광을 이동시킬 수 있고, 이로써 스캔되는 장면의 개별 스트립에 대한 데이터를 순차적으로 캡처할 수 있다. 카메라(20)는 예를 들어, 검출기(36)로부터의 신호에 의해 표현되는 공간 및 스펙트럼 데이터를 처리하기 위해, 검출기(36)로부터의 신호를 처리하기 위한 프로세서(70)를 포함할 수 있다(또는 이에 연결될 수 있다). 해당 데이터 처리는 순차적으로 스캔되는 장면의 개별 스트립으로부터 수집된 데이터를 함께 연결하는 것을 포함하여, 수집된 데이터를 나타내고 차례로 스캔되는 장면을 나타내는 초분광 데이터 큐브 또는 다른 초분광 이미지를 생성하는 것을 포함할 수 있다. 데이터 처리는 또한, 장면, 장면의 하나 이상의 물체, 및/또는 장면의 재료를 식별하기 위해 공간 및 스펙트럼 데이터를 알려진 값의 라이브러리와 비교하는 것을 포함할 수 있다.

[0015] 도 12는 반사 슬릿 어셈블리(28)가 투과 재료(58)와 거울 스트립(40)에 의해 덮인(제2) 검출기(60)를 포함하는 대안적인 예를 도시하며, 제1 렌즈(26)에 의해 반사 슬릿 어셈블리(28) 상에 포커싱되는 장면의 전체 이미지가 캡처되고 측정될 수 있다(즉, 검출기(60) 상의 2차원 위치의 함수로서 광의 강도를 측정함으로써). 검출기(60)에 의해 검출된 이미지는 거울 스트립(40)의 위치에 대응하는, 얇은 스트립 누락을 가질 수 있다. 원하는 경우, 이미지의 누락된 스트립은 인접한 데이터로부터 외삽하거나 누락된 이미지의 해당 부분을 나타내는 검출기(36)로부터의 신호를 사용함으로써 프로세서(70)에 의해 채워질 수 있다. 도 13은 투과성 재료(58)가 생략된 다른 대안적인 예를 도시한다.

[0016] 복귀광(52)이 제2 거울(30)에 의해 반사된 후에 파장 분리가 발생할 필요는 없다. 예를 들어, 도 14에 도시된 바와 같이(그러나 광학 소자(32) 이후의 광선이 단순화되어 표현됨), 광학 소자(32)는 도 5에 도시된 바와 같은 제2 거울(30)과 제2 렌즈(34) 사이 대신에, 제1 및 제2 거울(24/30) 사이에 배치될 수 있다. 이 예에서, 제1 거울(24)로부터의 복귀광(52)은 제2 거울(30)에 의해 반사되기 전에 파장에 의해 분리된다.

[0017] 도 15a 및 도 15b는 제1 거울(24)이, 입사광(50)이 제1 렌즈(26)에 도달할 때, 제1 거울(24)을 우회하도록 위치되는 대안적인 예를 도시한다(예를 들어, 제1 거울(24)은 입사 동공(22)과 제1 렌즈(26) 사이에 직접적으로 위치되지 않아, 입사광은 제1 거울(24)을 만나지 않고 제1 렌즈(26)로 진행할 수 있다). 제1 거울(24)은 반사 슬릿 어셈블리(28)로부터의 모든 복귀광(52)을 반사하도록 위치된다. 이러한 광학 구성의 이점은 제1 거울(24)을 통과함으로써 야기되는 입사광(50)의 일부의 손실이 없다는 것이다. 입사광(50)은 제1 거울(24)을 완전히 벗어난다. 또한, 제1 거울(24)은 복귀광(52)의 전부(또는 사실상 전부)를 반사하는 고반사 소자일 수 있다. 입사광(50)(제1 거울(24)을 통과하지 않아도 됨으로써) 및 복귀광(52)(제1 거울(24)이 복귀광(52)의 일부만 반사하도록 구성하는 것을 방지함으로써) 모두에 대한 광 손실을 방지하는 것은, 검출기(36)에 도달하는 광의 레벨을 증가시킨다(즉, 임의의 신호 대 잡음비 증가). 도 16a 및 도 16b는, 광학 소자(32)가 제2 거울(30) 및 제2 렌즈

(34) 사이 대신에, 제1 및 제2 거울(24/30) 사이에 배치된다는 점을 제외하고, 도 15a 및 도 15b의 광학적 구성을 도시한다(그러나 광학 소자(32) 이후의 광선이 단순화되어 표현됨).

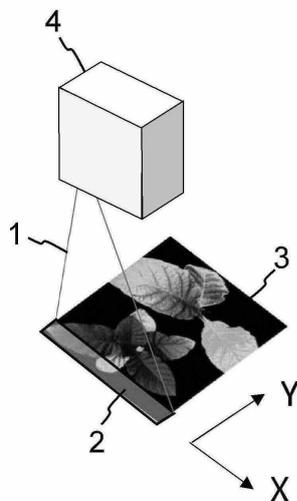
[0018] 도 17은 제1 렌즈 구성요소(80) 및 제2 렌즈 구성요소(84)를 포함하는 제1 및 제2 렌즈(26/34)에 대한 다른 비제한적인 예를 도시한다. 제1 렌즈 구성요소(80)는 두 개의 반대를 향하는 볼록한 구면(82)을 포함한다. 제1 렌즈 구성요소는 단일의 소자일 수 있거나, 또는 도 17에 도시된 바와 같이 접촉된 두 개의 소자일 수 있다. 비제한적인 예로서, 제1 렌즈 구성요소(80)는 N-BAK4 유형의 유리로 형성될 수 있다. 구형 표면(82)은 코팅되지 않을 수 있거나, 또는 코팅될 수 있다(비제한적인 예로서, 코팅은 시야에 걸쳐 해상도를 최적화할 수 있는, 약 0.03mm 두께의 아크릴 중합체일 수 있다). 제2 렌즈 구성요소(84)는 두 개의 반대를 향하는 표면(86, 88)을 포함하며, 여기서 표면(86)은 오목하고, 구형이며 제1 렌즈 구성요소(80)를 향하고, 표면(88)은 평면이다. 비제한적인 예로서, 제2 렌즈 구성요소(84)는 N-SF11 유형의 유리로 형성될 수 있다. 표면(86 및 88)은 코팅되지 않을 수 있거나 또는 코팅될 수 있다. 비제한적인 예로서, 제1 및 제2 렌즈 구성요소(80 및 84)의 총 두께는 대략 10mm일 수 있다.

[0019] 카메라(20)는 많은 장점을 가진다. 카메라는 두 개의 렌즈(26/34)(여기서 렌즈(26)는 반사 슬릿 어셈블리(28) 상에 광을 포커싱시키고 반사 슬릿 어셈블리(28)로부터 반사된 광을 집 포커싱시키도록 양방향으로 사용됨), 두 개의 거울 및 광학 구성요소가 두 개의 평행한 광축 상에 배열된 접힌 디자인을 포함한다. 따라서, 카메라의 크기는 카메라(20)가 착용 가능하도록 하거나, 또는 휴대폰과 같은 모바일 장치에 통합되도록, 상대적으로 작게 만들어질 수 있다. 카메라(20)는 움직이는 부분이 없어, 동작을 단순화하고, 전력 소모를 줄이며, 향상된 신뢰성을 제공한다. 광학 시스템은 더 크고 더 많은 광학 구성요소가 있는 카메라 시스템에 비해 향상된 해상도를 제공한다. 반사 슬릿 어셈블리(28)의 사용은 거울 스트립(40)에 의해 광학 소자(32) 및 검출기(36)로 반사된 광을 차단하지 않고 제1 광축(OA1)을 따라 위치된 선택적인 검출기(60)의 포함을 허용한다. 프로세서(70)는 검출기(36) 및 검출기(60) 모두로부터의 데이터를 결합하여 일반 이미지(검출기(60)로부터의) 및 초분광 이미지(검출기(36)로부터의)의 오버레이 이미지를 생성할 수 있다.

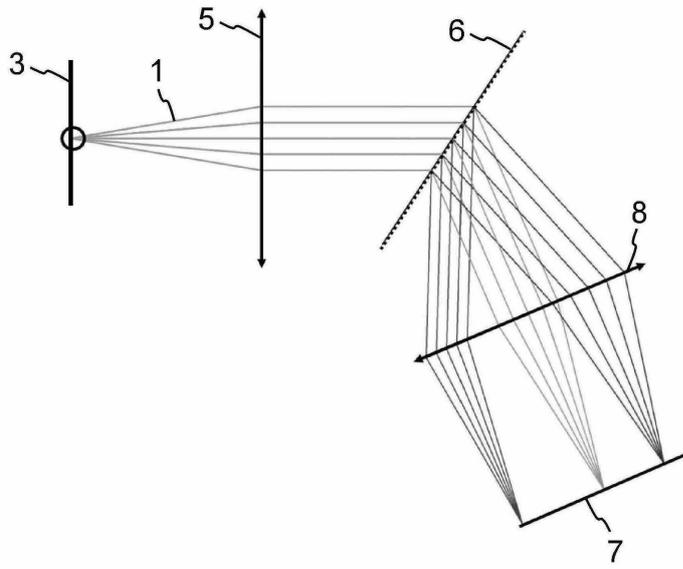
[0020] 본 발명은 상기에서 설명되고 본 명세서에서 예시된 예들로 제한되지 않고, 임의의 청구범위의 범위 내에 속하는 임의의 모든 변형을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 예를 들어, 본 명세서에서 본 발명에 대한 참조는 임의의 청구범위 또는 청구범위 용어의 범위를 제한하려는 것이 아니라, 그 대신에 하나 이상의 청구항에 의해 포함될 수 있는 하나 이상의 특징을 단지 참조하는 것이다. 상기 설명된 재료, 공정 및 수치적 예는 단지 예시일 뿐이며, 청구범위를 제한하는 것으로 간주되어서는 안된다.

도면

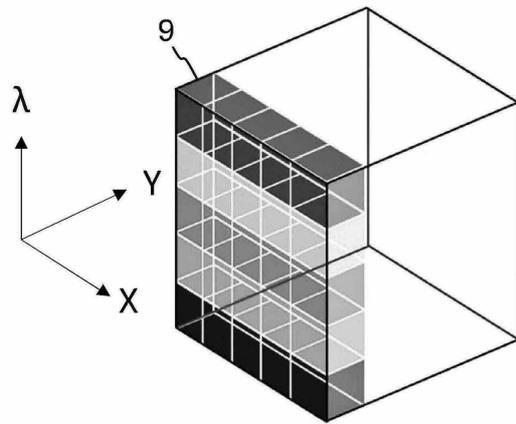
도면1



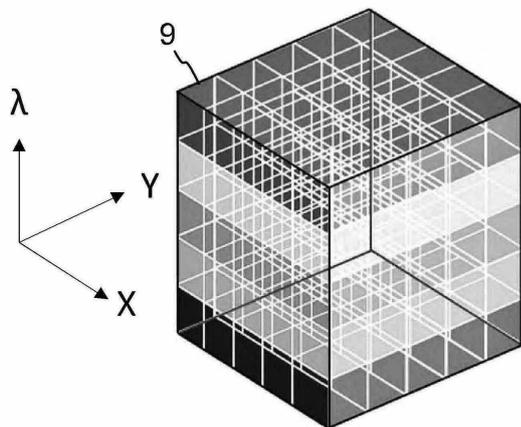
도면2



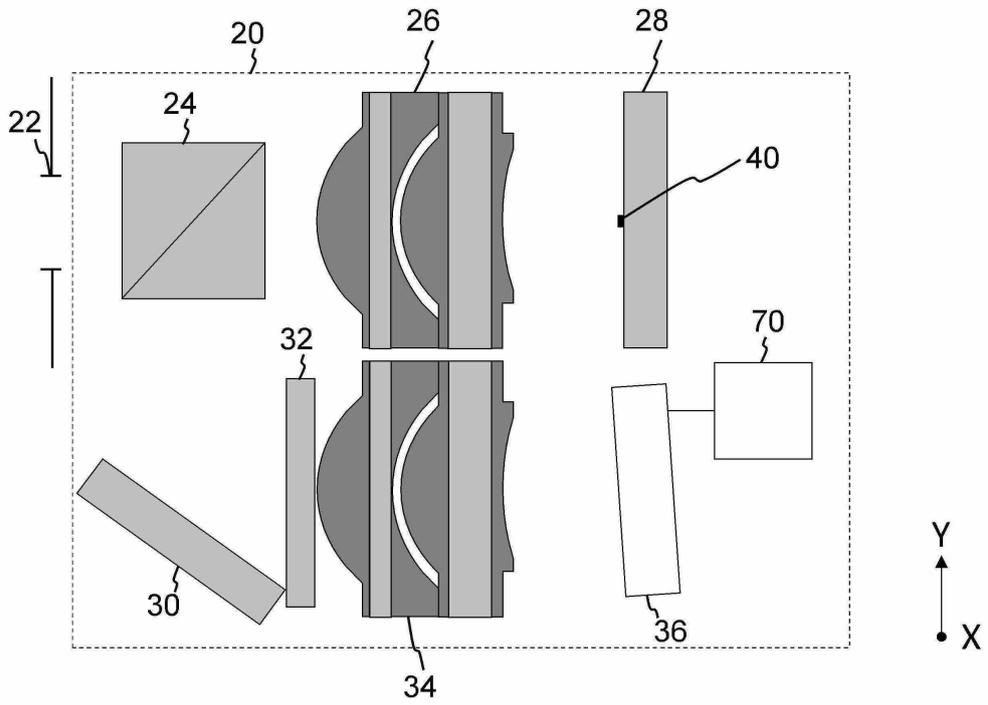
도면3



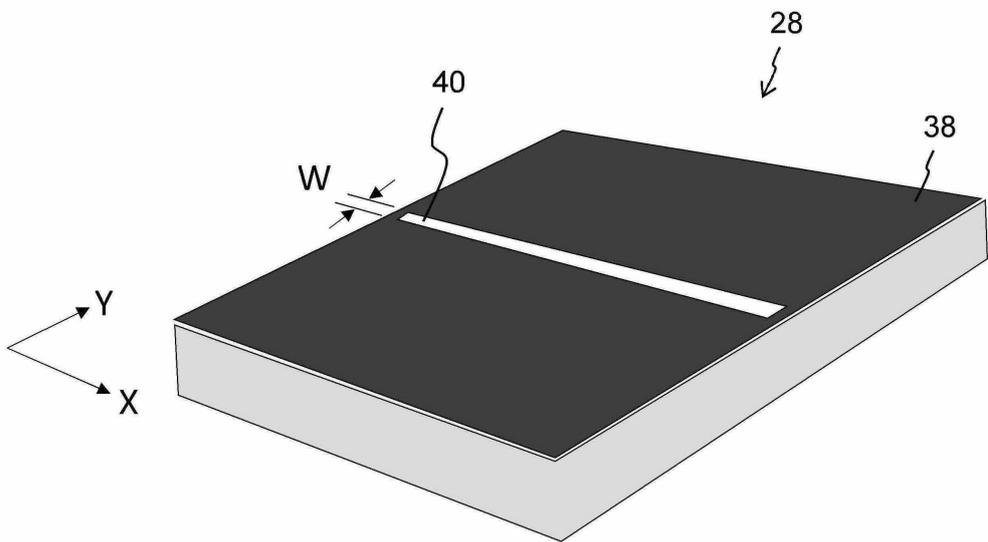
도면4



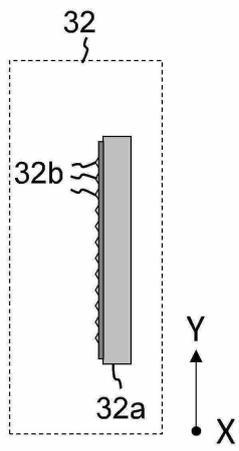
도면5



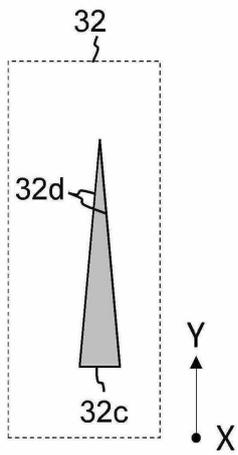
도면6



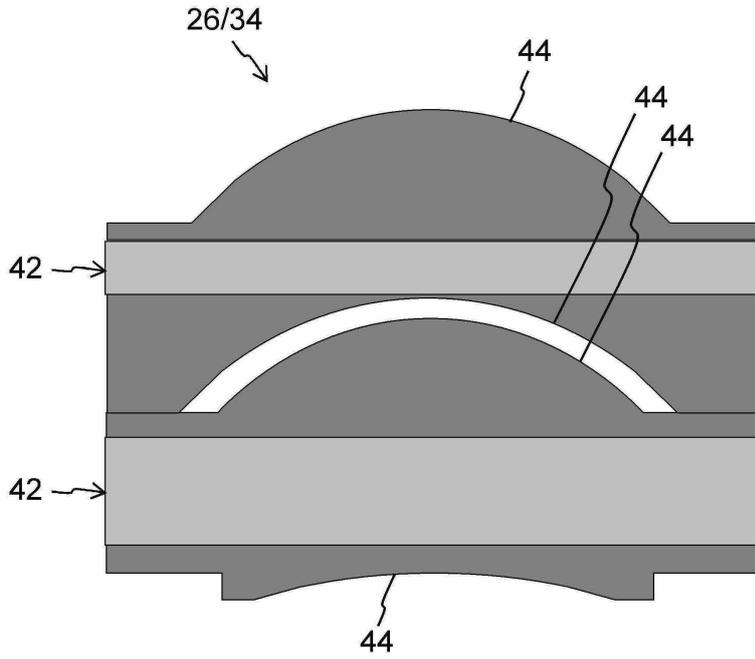
도면7a



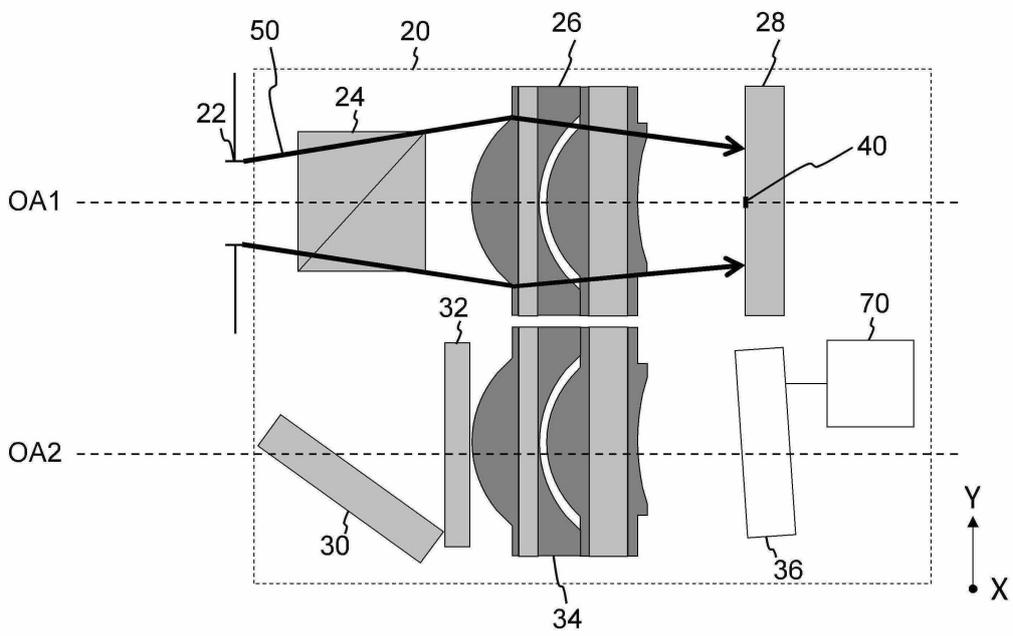
도면7b



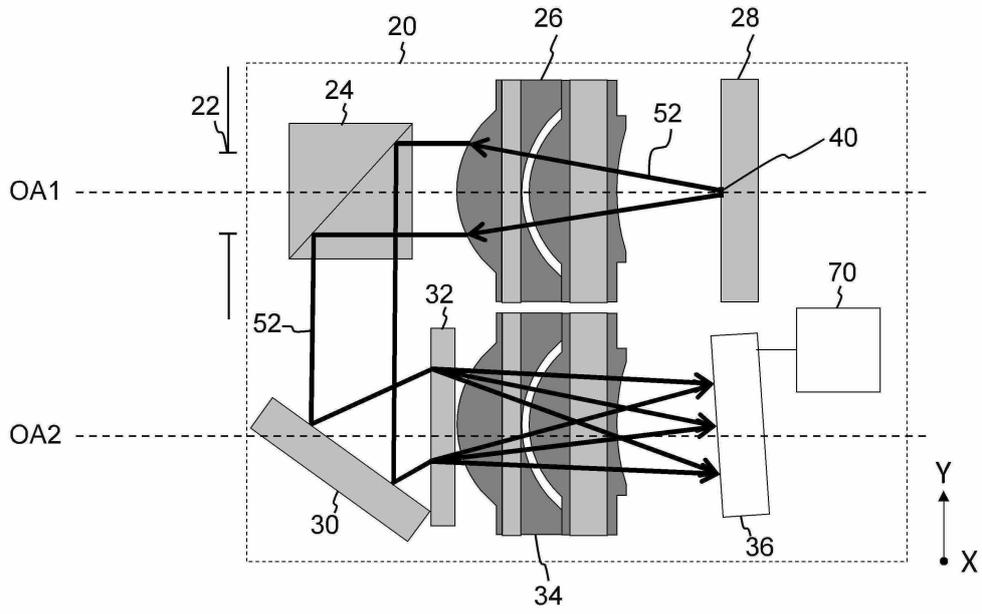
도면8



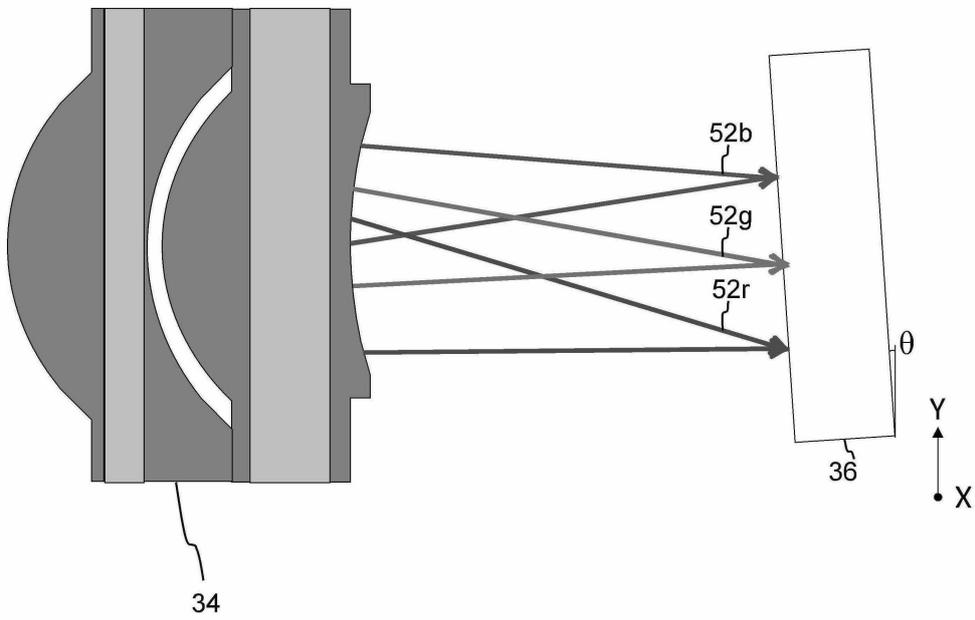
도면9



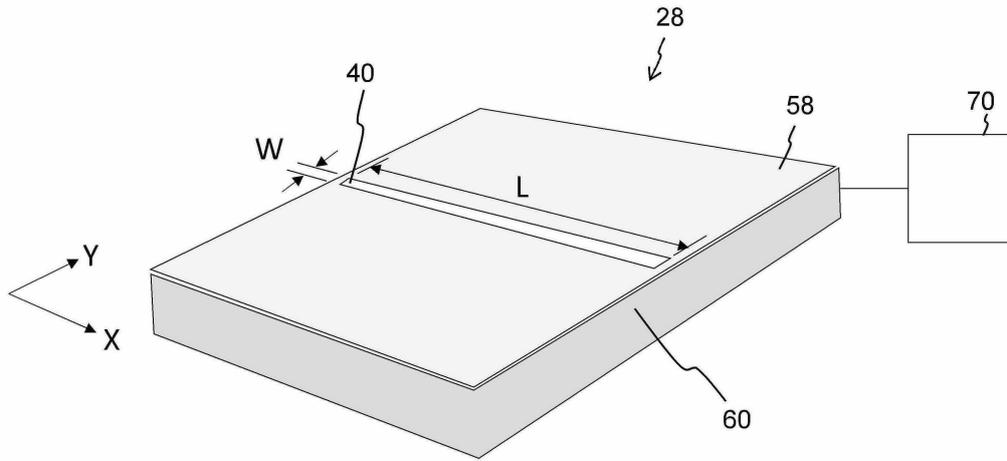
도면10



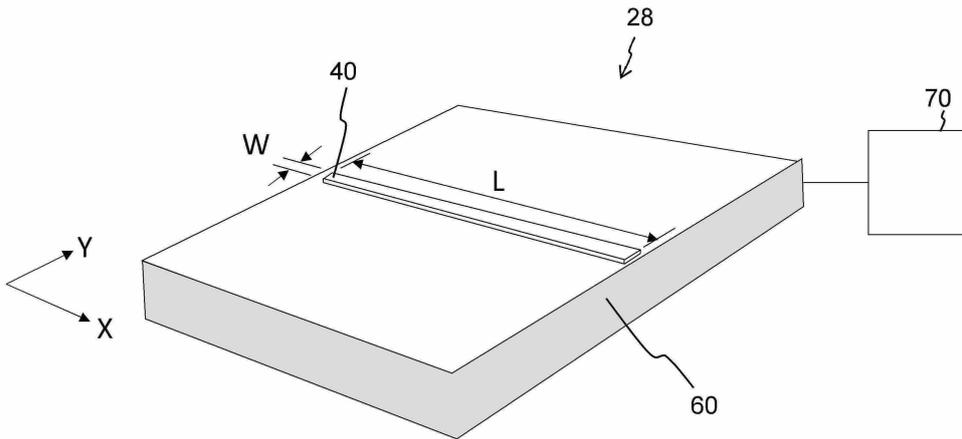
도면11



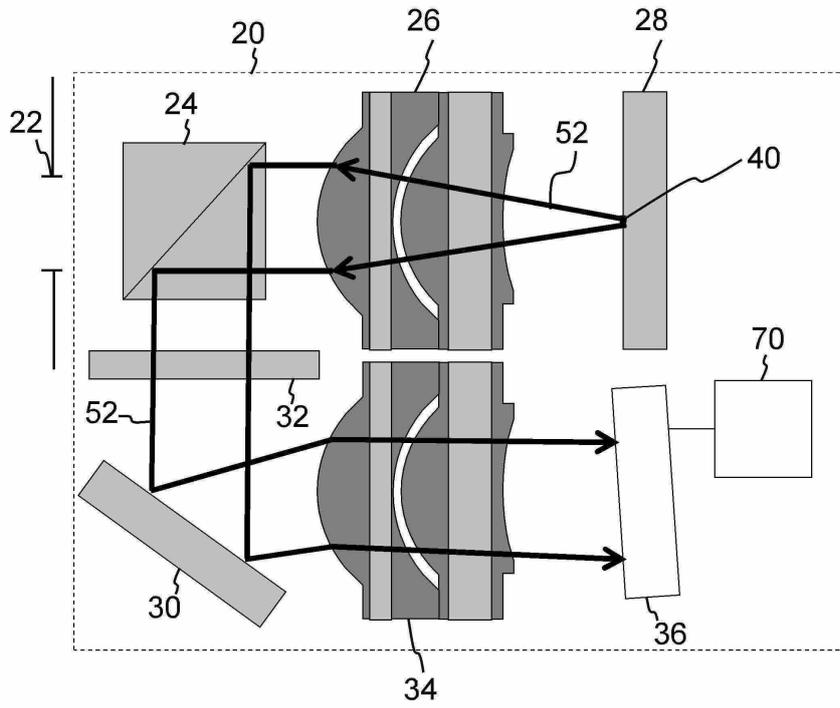
도면12



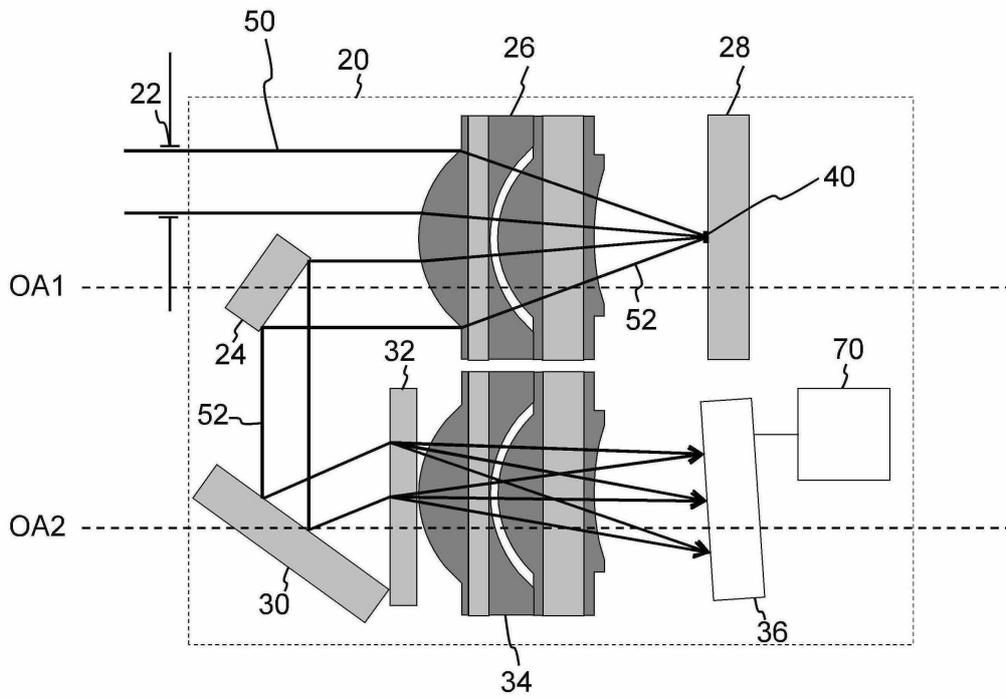
도면13



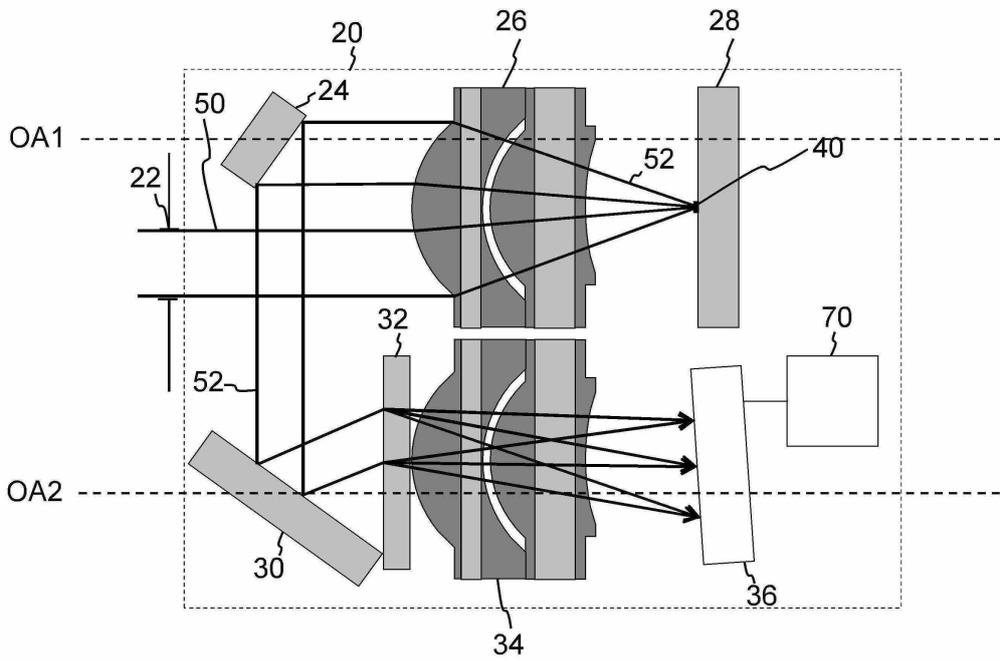
도면14



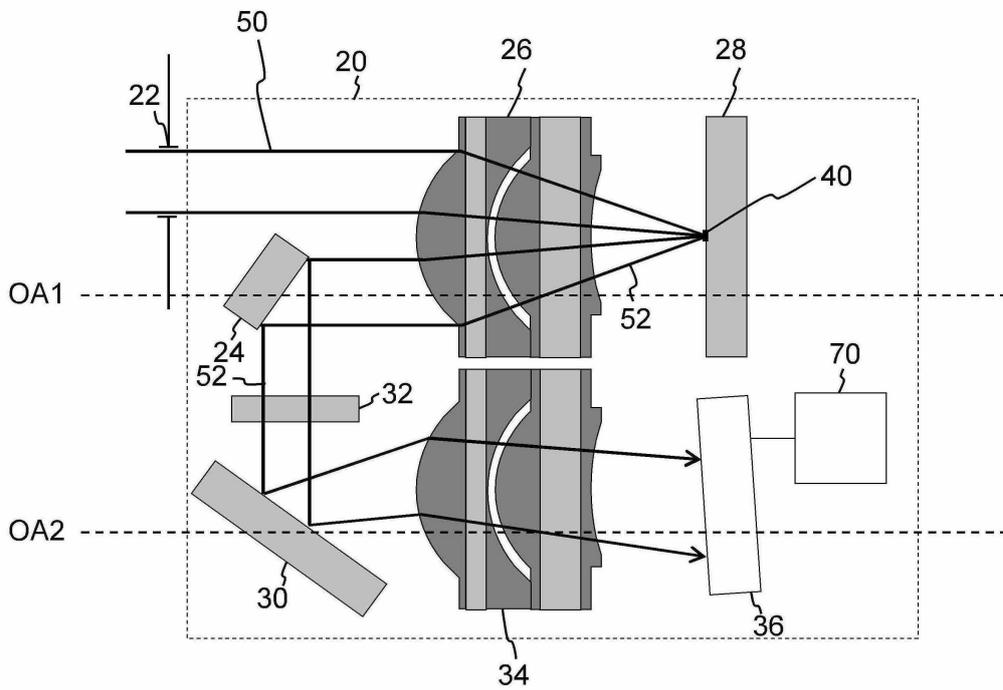
도면15a



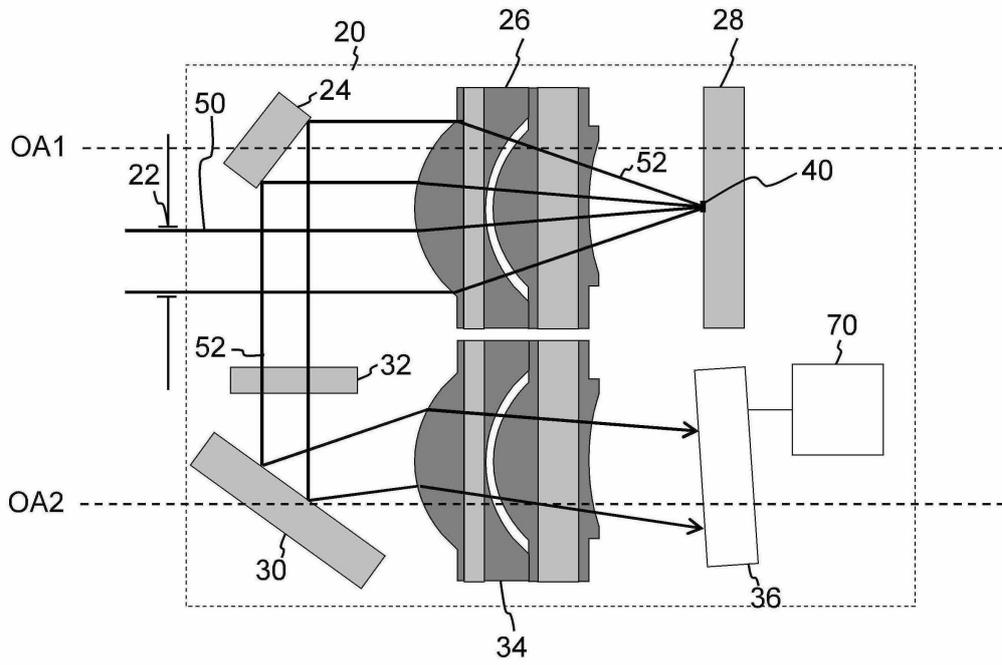
도면15b



도면16a



도면16b



도면17

