



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0078588
(43) 공개일자 2020년07월01일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01J 1/10 (2006.01) G01B 9/00 (2006.01)
G01J 1/16 (2006.01) G01J 1/42 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
G01J 1/10 (2013.01)
G01B 9/00 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2020-7015150
(22) 출원일자(국제) 2018년10월29일
심사청구일자 2020년06월11일
- (85) 번역문제출일자 2020년05월27일
(86) 국제출원번호 PCT/US2018/058059
(87) 국제공개번호 WO 2019/084569
국제공개일자 2019년05월02일
- (30) 우선권주장
62/578,354 2017년10월27일 미국(US)
15/821,591 2017년11월22일 미국(US)

- (71) 출원인
주식회사 스트라티오코리아
서울특별시 서초구 명달로 106, 2층(서초동, 원영빌딩)
- (72) 발명자
이제형
미국 캘리포니아주 95131 산호세 컨코스 드라이브 1863
- 김영식
서울특별시 서초구 명달로 106, 2층
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
최윤서

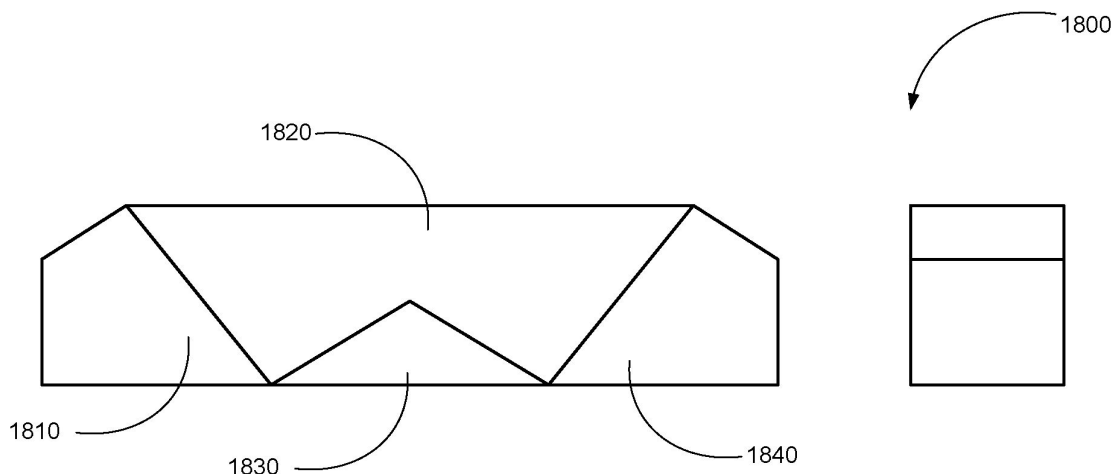
전체 청구항 수 : 총 70 항

(54) 발명의 명칭 오정렬의 자체 보상을 갖는 분광계

(57) 요약

광을 분석하기 위한 장치는, 광을 수신하기 위한 입력 개구; 상기 입력 개구로부터의 광을 중계하도록 구성된 하나 이상의 렌즈의 제1 세트; 및 상기 하나 이상의 렌즈의 제1 세트로부터의 광을 분산시키도록 구성되는 프리즘 조립체를 포함한다. 상기 프리즘 조립체는 제1 프리즘, 상기 제1 프리즘과 구분되는 제2 프리즘, 및 상기 제1 프리즘 및 상기 제2 프리즘과 구분되는 제3 프리즘을 포함하는 복수의 프리즘을 포함한다. 상기 제1 프리즘은 상기 제2 프리즘과 기계적으로 커플링되고, 상기 제2 프리즘은 상기 제3 프리즘과 기계적으로 커플링된다. 상기 장치는 또한 상기 프리즘 조립체로부터 분산된 광을 포커싱하도록 구성된 하나 이상의 렌즈의 제2 세트; 및 상기 하나 이상의 렌즈의 제2 세트로부터의 광을 전기 신호들로 변환하도록 구성된 어레이 검출기를 포함한다.

대표도



(52) CPC특허분류

G01J 1/16 (2013.01)

G01J 1/42 (2013.01)

(72) 발명자

나을

서울특별시 서초구 명달로 106, 2층

강주형

서울특별시 서초구 명달로 106, 2층

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1711097769

부처명 미래창조과학부

연구관리전문기관 정보통신기획평가원

연구사업명 ICT핵심기술 고도화 지원

연구과제명 유해 물질 탐색이 가능한 스마트폰 연동 근적외선 스마트 카메라 및 초분광 영상 시스템

개발

기 여 율 1/2

주관기관 (주)스트라티오코리아

연구기간 2019.07.01 ~ 2020.12.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 1415165436

부처명 산업통상자원부

연구관리전문기관 한국산업기술진흥원

연구사업명 민간투자연계형

연구과제명 스마트폰 연동 인공지능 근적외선 초분광 영상 시스템과 적외선 잉크를 활용한 보안 솔루션

선 개발

기 여 율 1/2

주관기관 (주)스트라티오코리아

연구기간 2019.04.01 ~ 2020.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

광을 분석하기 위한 장치로서,

광을 수신하기 위한 입력 개구;

상기 입력 개구로부터의 광을 중계하도록 구성된 하나 이상의 렌즈의 제1 세트;

상기 하나 이상의 렌즈의 제1 세트로부터의 광을 분산시키도록 구성되는 프리즘 조립체로서, 상기 프리즘 조립체는 제1 프리즘, 상기 제1 프리즘과 구분되는 제2 프리즘, 및 상기 제1 프리즘 및 상기 제2 프리즘과 구분되는 제3 프리즘을 포함하는 복수의 프리즘을 포함하고, 상기 제1 프리즘은 상기 제2 프리즘과 기계적으로 커플링되고, 상기 제2 프리즘은 상기 제3 프리즘과 기계적으로 커플링되는, 프리즘 조립체;

상기 프리즘 조립체로부터 분산된 광을 포커싱하도록 구성된 하나 이상의 렌즈의 제2 세트; 및

상기 하나 이상의 렌즈의 제2 세트로부터의 광을 전기 신호들로 변환하도록 구성된 어레이 검출기를 포함하는, 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1 프리즘은 상기 제2 프리즘과 광학적으로 커플링되고, 상기 제2 프리즘은 상기 제3 프리즘과 광학적으로 커플링되는, 장치.

청구항 3

제1항 또는 제2항에 있어서,

상기 프리즘 조립체는 상기 제1 프리즘, 상기 제2 프리즘 및 상기 제3 프리즘과 구분되는 제4 프리즘, 및 상기 제1 프리즘, 상기 제2 프리즘, 상기 제3 프리즘 및 상기 제4 프리즘과 구분되는 제5 프리즘을 포함하고;

상기 제3 프리즘은 상기 제4 프리즘과 기계적으로 커플링되고;

상기 제4 프리즘은 상기 제5 프리즘과 기계적으로 커플링되는, 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 제1 프리즘은 제1 광학 표면 및 상기 제1 광학 표면과 구분되고 평행하지 않은 제2 광학 표면을 가지고;

상기 제2 프리즘은 제1 광학 표면 및 상기 제1 광학 표면과 구분되고 평행하지 않은 제2 광학 표면을 가지고;

상기 제3 프리즘은 제1 광학 표면 및 상기 제1 광학 표면과 구분되고 평행하지 않은 제2 광학 표면을 가지고;

상기 제4 프리즘은 제1 광학 표면 및 상기 제1 광학 표면과 구분되고 평행하지 않은 제2 광학 표면을 가지고;

상기 제5 프리즘은 제1 광학 표면 및 상기 제1 광학 표면과 구분되고 평행하지 않은 제2 광학 표면을 가지고;

상기 제1 프리즘의 상기 제2 광학 표면은 상기 제2 프리즘의 상기 제1 광학 표면과 광학적으로 커플링되고;

상기 제2 프리즘의 상기 제2 광학 표면은 상기 제3 프리즘의 상기 제1 광학 표면과 광학적으로 커플링되고;

상기 제3 프리즘의 상기 제2 광학 표면은 상기 제4 프리즘의 상기 제1 광학 표면과 광학적으로 커플링되고;

상기 제4 프리즘의 상기 제2 광학 표면은 상기 제5 프리즘의 상기 제1 광학 표면과 광학적으로 커플링되는, 장치.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 제1 프리즘의 상기 제2 광학 표면은 상기 제2 프리즘의 상기 제1 광학 표면과 실질적으로 평행하고;

상기 제2 프리즘의 상기 제2 광학 표면은 상기 제3 프리즘의 상기 제1 광학 표면과 실질적으로 평행하고;

상기 제3 프리즘의 상기 제2 광학 표면은 상기 제4 프리즘의 상기 제1 광학 표면과 실질적으로 평행하고;

상기 제4 프리즘의 상기 제2 광학 표면은 상기 제5 프리즘의 상기 제1 광학 표면과 실질적으로 평행한, 장치.

청구항 6

제4항 또는 제5항에 있어서,

상기 제1 프리즘은 상기 제1 광학 표면 및 상기 제2 광학 표면과 구분되고 평행하지 않은 제3 표면을 가지고;

상기 제5 프리즘은 상기 제1 광학 표면 및 상기 제2 광학 표면과 구분되고 평행하지 않은 제3 표면을 가지고;

상기 제1 프리즘의 상기 제3 표면은 상기 제1 프리즘의 상기 제1 광학 표면에 실질적으로 수직이고;

상기 제5 프리즘의 상기 제3 표면은 상기 제5 프리즘의 상기 제2 광학 표면에 실질적으로 수직인, 장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 제2 프리즘은 상기 제1 광학 표면 및 상기 제2 광학 표면과 구분되고 평행하지 않은 제3 표면을 가지고;

상기 제3 프리즘은 상기 제1 광학 표면 및 상기 제2 광학 표면과 구분되고 평행하지 않은 제3 표면을 가지고;

상기 제4 프리즘은 상기 제1 광학 표면 및 상기 제2 광학 표면과 구분되고 평행하지 않은 제3 표면을 가지고;

상기 제1 프리즘의 상기 제3 표면은 상기 제2 프리즘의 상기 제3 표면, 상기 제3 프리즘의 상기 제3 표면, 상기 제4 프리즘의 상기 제3 표면 및 상기 제5 프리즘의 상기 제3 표면과 실질적으로 평행한, 장치.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 제2 프리즘의 상기 제1 광학 표면 및 상기 제2 프리즘의 상기 제3 표면에 의해 규정된 각도는, 상기 제2 프리즘의 상기 제2 광학 표면 및 상기 제2 프리즘의 상기 제3 표면에 의해 규정된 각도에 대응하고;

상기 제3 프리즘의 상기 제1 광학 표면 및 상기 제3 프리즘의 상기 제3 표면에 의해 규정된 각도는, 상기 제3 프리즘의 상기 제2 광학 표면 및 상기 제3 프리즘의 상기 제3 표면에 의해 규정된 각도에 대응하고;

상기 제4 프리즘의 상기 제1 광학 표면 및 상기 제4 프리즘의 상기 제3 표면에 의해 규정된 각도는, 상기 제4 프리즘의 상기 제2 광학 표면 및 상기 제4 프리즘의 상기 제3 표면에 의해 규정된 각도에 대응하는, 장치.

청구항 9

제3항 내지 제8항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1 프리즘의 상기 제1 광학 표면은 상기 제5 프리즘의 상기 제2 광학 표면과 실질적으로 평행한, 장치.

청구항 10

제3항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1 프리즘 및 상기 제5 프리즘은 동일한 형상을 갖는, 장치.

청구항 11

제3항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1 프리즘은 리트로우(Littrow) 프리즘이고, 상기 제2 프리즘은 삼각 구성 요소 프리즘이고, 상기 제3 프리

리즘은 삼각 구성 요소 프리즘이고, 상기 제4 프리즘은 삼각 구성 요소 프리즘이고, 상기 제5 프리즘은 리트로 우 프리즘인, 장치.

청구항 12

제3항 내지 제11항 중 어느 한 항에 있어서,
상기 제2 프리즘은 등변 프리즘이고;
상기 제3 프리즘은 등변 프리즘이고;
상기 제4 프리즘은 등변 프리즘인, 장치.

청구항 13

제1항 또는 제2항에 있어서,
상기 제1 프리즘은 제1 광학 표면 및 상기 제1 광학 표면과 구분되고 평행하지 않은 제2 광학 표면을 가지고;
상기 제2 프리즘은 제1 광학 표면 및 상기 제1 광학 표면과 구분되고 평행하지 않은 제2 광학 표면을 가지고;
상기 제3 프리즘은 제1 광학 표면 및 상기 제1 광학 표면과 구분되고 평행하지 않은 제2 광학 표면을 가지고;
상기 제1 프리즘의 상기 제2 광학 표면은 상기 제2 프리즘의 상기 제1 광학 표면과 광학적으로 커플링되고;
상기 제2 프리즘의 상기 제2 광학 표면은 상기 제3 프리즘의 상기 제1 광학 표면과 광학적으로 커플링되는, 장치.

청구항 14

제13항에 있어서,
상기 제1 프리즘의 상기 제2 광학 표면은 상기 제2 프리즘의 상기 제1 광학 표면과 실질적으로 평행하고;
상기 제2 프리즘의 상기 제2 광학 표면은 상기 제3 프리즘의 상기 제1 광학 표면과 실질적으로 평행한, 장치.

청구항 15

제13항 또는 제14항에 있어서,
상기 제1 프리즘은 상기 제1 광학 표면 및 상기 제2 광학 표면과 구분되고 평행하지 않은 제3 표면을 가지고;
상기 제3 프리즘은 상기 제1 광학 표면 및 상기 제2 광학 표면과 구분되고 평행하지 않은 제3 표면을 가지고;
상기 제1 프리즘의 상기 제3 표면은 상기 제1 프리즘의 상기 제1 광학 표면에 실질적으로 수직이고;
상기 제3 프리즘의 상기 제3 표면은 상기 제3 프리즘의 상기 제2 광학 표면에 실질적으로 수직인, 장치.

청구항 16

제15항에 있어서,
상기 제2 프리즘은 상기 제2 프리즘의 상기 제1 광학 표면 및 상기 제2 프리즘의 상기 제2 광학 표면과 구분되고 평행하지 않은 제3 표면을 갖는, 장치.

청구항 17

제16항에 있어서,
상기 제2 프리즘의 상기 제3 표면은 상기 제1 프리즘의 상기 제3 표면 및 상기 제3 프리즘의 상기 제3 표면에 실질적으로 평행한, 장치.

청구항 18

제16항 또는 제17항에 있어서,

상기 제2 프리즘의 상기 제1 광학 표면 및 상기 제2 프리즘의 상기 제3 표면은 제1 각도를 규정하고;
 상기 제2 프리즘의 상기 제2 광학 표면 및 상기 제2 프리즘의 상기 제3 표면은 제2 각도를 규정하고;
 상기 제2 각도는 상기 제1 각도에 대응하는, 장치.

청구항 19

제13항 내지 제18항 중 어느 한 항에 있어서,
 상기 제1 프리즘의 상기 제1 광학 표면은 상기 제3 프리즘의 상기 제2 광학 표면과 실질적으로 평행한, 장치.

청구항 20

제13항 내지 제19항 중 어느 한 항에 있어서,
 상기 제1 프리즘 및 상기 제3 프리즘은 동일한 형상을 갖는, 장치.

청구항 21

제13항 내지 제20항 중 어느 한 항에 있어서,
 상기 제1 프리즘은 리트로우 프리즘이고, 상기 제2 프리즘은 삼각 구성 요소 프리즘이고, 상기 제3 프리즘은 리트로우 프리즘인, 장치.

청구항 22

제13항 내지 제21항 중 어느 한 항에 있어서,
 상기 제2 프리즘은 등변 프리즘인, 장치.

청구항 23

제1항 내지 제22항 중 어느 한 항에 있어서,
 상기 프리즘 조립체는 상기 프리즘 조립체가 상기 하나 이상의 렌즈의 제1 세트로부터 상기 광을 수용하도록 구성되는 입구 표면을 갖고;
 상기 프리즘 조립체는 상기 프리즘 조립체가 하나 이상의 렌즈의 제2 세트를 향해 상기 분산된 광을 투과시키도록 구성되는 출구 표면을 갖고;
 상기 프리즘 조립체의 상기 입구 표면은 상기 프리즘 조립체의 상기 출구 표면과 실질적으로 평행한, 장치.

청구항 24

제1항 내지 제23항 중 어느 한 항에 있어서,
 상기 프리즘 조립체의 각각의 프리즘은 600 nm 내지 1500 nm의 파장 범위의 광을 분산시키도록 구성되는, 장치.

청구항 25

제1항 내지 제24항 중 어느 한 항에 있어서,
 상기 제1 프리즘은 제1 재료로 이루어지고;
 상기 제2 프리즘은 상기 제1 재료와 구분되는 제2 재료로 이루어지고;
 상기 제1 재료는 제1 아베(Abbe) 수를 갖고, 상기 제2 재료는 상기 제1 아베 수 미만의 제2 아베 수를 갖는, 장치.

청구항 26

제1항 내지 제24항 중 어느 한 항에 있어서,
 상기 제3 프리즘은 제3 재료로 이루어지고;

상기 제2 프리즘은 상기 제3 재료와 구분되는 제2 재료로 이루어지고;

상기 제3 재료는 제3 아베 수를 갖고, 상기 제2 재료는 상기 제3 아베 수 미만의 제2 아베 수를 갖는, 장치.

청구항 27

제1항 내지 제24항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1 프리즘은 제1 재료로 이루어지고;

상기 제2 프리즘은 상기 제1 재료와 구분되는 제2 재료로 이루어지고;

상기 제3 프리즘은 상기 제2 재료와 구분되는 제3 재료로 이루어지고;

상기 제1 재료는 제1 아베 수를 가지고;

상기 제3 재료는 제3 아베 수를 가지고;

상기 제2 재료는 상기 제1 아베 수 및 상기 제3 아베 수 미만의 제2 아베 수를 갖는, 장치.

청구항 28

제27항에 있어서,

상기 제1 재료와 상기 제3 재료는 동일한, 장치.

청구항 29

제27항 또는 제28항에 있어서,

상기 제1 아베 수는 30 초과이고;

상기 제2 아베 수는 50 미만이고;

상기 제3 아베 수는 30 초과인, 장치.

청구항 30

제27항 또는 제28항에 있어서,

상기 제1 아베 수는 40 초과이고;

상기 제2 아베 수는 40 미만이고;

상기 제3 아베 수는 40 초과인, 장치.

청구항 31

제1항 내지 제30항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 프리즘 조립체의 각각의 프리즘은 기준 굴절률의 20% 내에 있는 굴절률을 갖는, 장치.

청구항 32

제31항에 있어서,

상기 프리즘 조립체의 각각의 프리즘은 상기 기준 굴절률의 20% 내에 있는 굴절률을 갖는 접착제를 사용하여 상기 프리즘 조립체의 하나 이상의 프리즘과 커플링되는, 장치.

청구항 33

제1항 내지 제32항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 하나 이상의 렌즈의 제2 세트에 의해 포커싱된 광은 600 nm 내지 1500 nm의 파장 범위의 광을 포함하는, 장치.

청구항 34

제1항 내지 제33항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 어레이 검출기는 가시 파장 성분 및 단파장 적외선 파장 성분을 전기 신호들로 변환할 수 있는 연속 검출기 어레이를 포함하는, 장치.

청구항 35

제34항에 있어서,

상기 연속 검출기 어레이는 1500 nm 파장의 광에 대해 적어도 20%의 양자 효율을 갖는, 장치.

청구항 36

제34항 또는 제35항에 있어서,

상기 연속 검출기 어레이는 600 nm 파장의 광에 대해 적어도 20%의 양자 효율을 갖는, 장치.

청구항 37

제34항 내지 제36항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 연속 검출기 어레이는 게르마늄 검출기 어레이인, 장치.

청구항 38

제34항 내지 제37항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 연속 검출기 어레이는 광을 감지하기 위한 디바이스들의 2-차원 어레이를 포함하는, 장치.

청구항 39

제1항 내지 제38항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 어레이 검출기는 전하 변조 디바이스들의 2-차원 어레이를 포함하는, 장치.

청구항 40

제1항 내지 제39항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 입력 개구는 선형 개구인, 장치.

청구항 41

제1항 내지 제40항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 입력 개구는 기관을 포함하고, 상기 기관은 상기 입력 개구 상에 수신된 상기 광의 투과를 차단하기 위해 코팅된 유리 기관의 제1 부분, 및 상기 제1 부분과 구분되고 상기 입력 개구 상에 수신된 상기 광의 적어도 일부의 투과를 허용하도록 구성된 상기 기관의 제2 부분을 갖는, 장치.

청구항 42

제1항 내지 제41항 중 어느 한 항에 있어서,

물체로부터의 광을 상기 입력 개구 상으로 포커싱하기 위한 하나 이상의 렌즈의 제3 세트를 더 포함하는, 장치.

청구항 43

제1항 내지 제42항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 가시 파장 성분에 대응하는 광 및 상기 단파장 적외선 파장 성분에 대응하는 광을 동시에 방출하도록 구성된 광대역 광원을 더 포함하는, 장치.

청구항 44

제1항 내지 제43항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 가시 파장 성분에 대응하는 광을 방출하도록 구성된 하나 이상의 가시 광원, 및 상기 단파장 적외선 파장 성분에 대응하는 광을 방출하도록 구성된 하나 이상의 단파장 적외선 광원을 더 포함하는, 장치.

청구항 45

제1항 내지 제44항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 입력 개구 및 상기 하나 이상의 렌즈의 제1 세트는 상기 입력 개구로부터의 상기 광이 임의의 미러에 의해 반사되지 않고 상기 하나 이상의 렌즈의 제1 세트를 통과하도록 위치되는, 장치.

청구항 46

제1항 내지 제45항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 하나 이상의 렌즈의 제1 세트 및 상기 프리즘 조립체는 상기 하나 이상의 렌즈의 제1 세트로부터의 상기 광이 임의의 미러에 의해 반사되지 않고 상기 프리즘 조립체를 통과하도록 위치되는, 장치.

청구항 47

제1항 내지 제46항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 프리즘 조립체 및 상기 하나 이상의 렌즈의 제2 세트는 상기 프리즘 조립체로부터의 상기 광이 임의의 미러에 의해 반사되지 않고 상기 하나 이상의 렌즈의 제2 세트를 통과하도록 위치되는, 장치.

청구항 48

제1항 내지 제47항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 하나 이상의 렌즈의 제2 세트 및 상기 어레이 검출기는 상기 하나 이상의 렌즈의 제2 세트로부터의 상기 광이 임의의 미러에 의해 반사되지 않고 상기 어레이 검출기로 향하도록 위치되는, 장치.

청구항 49

제1항 내지 제47항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 하나 이상의 렌즈의 제2 세트 및 상기 어레이 검출기는 상기 하나 이상의 렌즈의 제2 세트로부터의 상기 광이 단지 하나의 미러에 의해 반사된 후 상기 어레이 검출기로 향하도록 위치되는, 장치.

청구항 50

프리즘 조립체로서,

하나 이상의 프리즘의 세트;

상기 하나 이상의 프리즘의 세트와 구분되고 상기 하나 이상의 프리즘의 세트와 기계적으로 커플링된 제1 프리즘;

상기 하나 이상의 프리즘의 세트 및 상기 제1 프리즘과 구분되고 상기 하나 이상의 프리즘의 세트와 기계적으로 커플링된 제2 프리즘; 및

상기 하나 이상의 프리즘의 세트, 상기 제1 프리즘 및 상기 제2 프리즘과 구분되고 상기 하나 이상의 프리즘의 세트와 기계적으로 커플링된 제3 프리즘을 포함하는, 프리즘 조립체.

청구항 51

제50항에 있어서,

상기 제3 프리즘은 상기 제1 프리즘과 분리되는, 프리즘 조립체.

청구항 52

제50항 또는 제51항에 있어서,

상기 프리즘 조립체는:

상기 제2 프리즘이 상기 제1 프리즘과 분리되고; 및/또는

상기 제3 프리즘이 상기 제2 프리즘과 분리되는 것 중 적어도 하나를 특징으로 하는, 프리즘 조립체.

청구항 53

제50항 내지 제52항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1 프리즘은 제1 재료로 이루어지는, 프리즘 조립체.

청구항 54

제53항에 있어서,

상기 하나 이상의 프리즘의 세트는 상기 제1 재료와 구분되는 제2 재료로 이루어지는, 프리즘 조립체.

청구항 55

제54항에 있어서,

제2 프리즘은 상기 제1 재료 및 상기 제2 재료와 구분되는 제3 재료로 이루어지는, 프리즘 조립체.

청구항 56

제55항에 있어서,

상기 제3 프리즘은 상기 제1 재료로 이루어지는, 프리즘 조립체.

청구항 57

제50항 내지 제56항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제1 프리즘과 상기 제3 프리즘은 동일한 형상을 갖는, 프리즘 조립체.

청구항 58

제50항 내지 제57항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 하나 이상의 프리즘의 세트는 반사 대칭 형상을 갖는, 프리즘 조립체.

청구항 59

제50항 내지 제58항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 제2 프리즘은 반사 대칭 형상을 갖는, 프리즘 조립체.

청구항 60

제50항 내지 제59항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 프리즘 조립체는 광 축을 규정하고;

상기 제1 프리즘은 제1 광학 표면 및 제2 광학 표면을 포함하는 적어도 2개의 광학 표면을 가지며, 상기 제1 광학 표면은 상기 광 축에 수직이 아닌, 프리즘 조립체.

청구항 61

제60항에 있어서,

상기 제1 프리즘의 상기 제2 광학 표면은 상기 광 축에 수직이 아닌, 프리즘 조립체.

청구항 62

제60항 또는 제61항에 있어서,

상기 제3 프리즘은 제1 광학 표면 및 제2 광학 표면을 포함하는 적어도 2개의 광학 표면을 가지며, 상기 제1 광

학 표면은 상기 광 축에 수직이지 않은, 프리즘 조립체.

청구항 63

제62항에 있어서,

상기 제3 프리즘의 상기 제2 광학 표면은 상기 광 축에 수직이지 않은, 프리즘 조립체.

청구항 64

제50항 내지 제63항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 하나 이상의 프리즘의 세트는 단일 프리즘을 포함하는, 프리즘 조립체.

청구항 65

제50항 내지 제63항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 하나 이상의 프리즘의 세트는 2개의 프리즘으로 구성되는, 프리즘 조립체.

청구항 66

제50항 내지 제63항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 하나 이상의 프리즘의 세트는 3개의 프리즘으로 구성되는, 프리즘 조립체.

청구항 67

제50항 내지 제52항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 하나 이상의 프리즘의 세트는 4개 이상의 프리즘을 포함하는, 프리즘 조립체.

청구항 68

광을 분석하기 위한 장치로서,

광을 수신하기 위한 입력 개구;

상기 입력 개구로부터의 광을 중계하도록 구성된 하나 이상의 렌즈의 제1 세트;

제50항 내지 제67항 중 어느 한 항에 따른 프리즘 조립체로서, 상기 프리즘 조립체는 상기 하나 이상의 렌즈의 제1 세트로부터의 광을 분산시키도록 구성되는, 프리즘 조립체;

상기 프리즘 조립체로부터 분산된 광을 포커싱하도록 구성된 하나 이상의 렌즈의 제2 세트; 및

상기 하나 이상의 렌즈의 제2 세트로부터의 광을 전기 신호들로 변환하도록 구성된 어레이 검출기를 포함하는, 장치.

청구항 69

광을 분석하기 위한 방법으로서,

제1항 내지 제49항 및 제68항 중 어느 한 항에 따른 장치로 광을 수신하는 단계; 및

각각의 파장에 대해 수신된 광의 강도를 획득하기 위해 상기 장치의 상기 어레이 검출기로부터의 전기 신호들을 프로세싱하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 70

제69항에 있어서,

상기 광은 가시 파장 성분 및 단파장 적외선 파장 성분을 포함하고;

상기 가시 파장 성분의 적어도 일부 및 상기 단파장 적외선 파장 성분의 적어도 일부가 상기 어레이 검출기에 동시에 충돌하고;

상기 어레이 검출기로부터의 상기 전기 신호들을 프로세싱하는 단계는 상기 가시 파장 성분에 대한 강도 정보 및 상기 단파장 적외선 파장 성분의 강도 정보를 획득하는 단계를 포함하는, 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 출원은 일반적으로 분광계와 같은 광 분석을 위한 장치에 관한 것이다. 보다 구체적으로, 개시된 실시예는 회전 오정렬과 같은 오정렬을 감소시키는 광 분석을 위한 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 분광계는 광을 분석하는 데 사용되는 장치이다. 분광계는 통상적으로 컬러에 기초하여 광을 분리하고 분리된 광 성분(종종 "스펙트럼"이라고 칭함)을 기록 및/또는 측정한다. 분광계는 광을 방출, 반사 또는 흡수하는 물체의 검출, 인식, 식별 및 추가 분석에 사용된다.

[0003] 그러나, 종래의 분광계는 종종 정확한 동작을 위해 교정을 필요로 한다. 예를 들어, 동일한 제조자에 의해 생산된 분광계는 디바이스별 편차를 가질 수 있으므로, 제조자는 분광계를 선적하기 전에 각각의 분광계를 교정할 필요가 있다. 또한, 분광계 내의 광학 구성 요소는 사용, 운송 및/또는 저장 중에 기계적 힘(예를 들어, 충격 및 진동)으로 인해 움직일 수 있으며, 분광계는 자주 재교정될 필요가 있다. 이는 분광계의 사용성 및 분광계의 정확도 및 재현성을 감소시키며, 이는 종래의 분광계의 적용을 제한하였다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 따라서, 감소된 오정렬을 갖는 광을 분석하기 위한 장치(예를 들어, 분광계)에 대한 필요성이 있다. 이러한 장치는 강인하며 덜 빈번한 교정을 필요로 한다.

[0005] 상술한 제한 및 불리한 점을 극복하는 다수의 실시예가 아래에 보다 상세하게 제시된다. 이들 실시예는 교정 및 재교정에 대한 감소된 필요성을 갖는, 광을 분석하기 위한 장치 및 방법을 제공한다.

[0006] 또한, 단파장 적외선은 가시광에서는 이용할 수 없는 정보를 제공한다. 단파장 적외선 광 및 가시광 모두를 수집 및 분석하는 것은 단파장 적외선 및 가시광을 방출, 반사 또는 흡수하는 물체의 검출, 인식, 식별 및 추가 분석을 향상시킬 수 있다.

[0007] 그러나, 종래의 기구는 가시광 및 적외선 광 모두를 분석하기에는 효율적으로 설계되지 않았다. 이러한 기구는 통상적으로 상이한 파장 범위에 대해 별도의 검출기 및 별도의 광학 구성 요소를 갖는다. 예를 들어, 이러한 기구는 가시광을 분석하기 위한 가시광 검출기 및 관련 광학 구성 요소를 포함하고, 적외선 광을 분석하기 위한 적외선 광 검출기 및 관련 광학 구성 요소를 별도로 포함한다. 이러한 기구는 부피가 크고 무겁고 고가이며, 이는 종래의 기구의 적용을 제한하였다. 본 개시에 설명된 일부 실시예는 가시광 및 단파장 적외선 광을 분석하기 위한 디바이스를 사용하기 위한 장치 및 방법을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0008] 보다 상세하게 후술하는 바와 같이, 일부 실시예는 광을 분석하기 위한 장치를 포함한다. 본 장치는 광을 수신하기 위한 입력 개구; 입력 개구로부터의 광을 중계하도록 구성된 하나 이상의 렌즈의 제1 세트; 및 하나 이상의 렌즈의 제1 세트로부터의 광을 분산시키도록 구성되는 프리즘 조립체를 포함한다. 프리즘 조립체는 제1 프리즘, 제1 프리즘과 구분되는 제2 프리즘, 및 제1 프리즘 및 제2 프리즘과 구분되는 제3 프리즘을 포함하는 복수의 프리즘을 포함한다. 제1 프리즘은 제2 프리즘과 기계적으로 커플링되고, 제2 프리즘은 제3 프리즘과 기계적으로 커플링된다. 본 장치는 또한 프리즘 조립체로부터 분산된 광을 포커싱하도록 구성된 하나 이상의 렌즈의 제2 세트; 및 하나 이상의 렌즈의 제2 세트로부터의 광을 전기 신호들로 변환하도록 구성된 어레이 검출기를 포함한다.

[0009] 일부 실시예에 따르면, 광을 분석하기 위한 방법은 본원에 설명되는 임의의 장치로 광을 수신하는 단계; 및 각각의 파장에 대해 수신된 광의 강도를 획득하기 위해 장치의 어레이 검출기로부터의 전기 신호들을 프로세싱하는 단계를 포함한다.

- [0010] 일부 실시예에 따르면, 가시광 및 단파장 적외선 광을 동시에 분석하기 위한 장치는 가시 파장 성분 및 단파장 적외선 파장 성분을 포함하는 광을 수신하기 위한 입력 개구; 상기 입력 개구로부터의 광을 중계하도록 구성된 하나 이상의 렌즈의 제1 세트; 가시 파장 성분 및 단파장 적외선 파장 성분을 포함하는, 하나 이상의 렌즈의 제1 세트로부터의 광을 분산시키도록 구성된 하나 이상의 분산 광학 요소; 가시 파장 성분 및 단파장 적외선 파장 성분을 포함하는, 하나 이상의 분산 광학 요소로부터의 분산된 광을 포커싱하도록 구성된 하나 이상의 렌즈의 제2 세트; 및 하나 이상의 렌즈의 제2 세트로부터의 광을 가시 파장 성분의 강도를 나타내는 전기 신호들 및 단파장 적외선 파장 성분의 강도를 나타내는 전기 신호들을 포함하는 전기 신호들로 변환하도록 구성된 어레이 검출기를 포함한다.
- [0011] 일부 실시예에 따르면, 가시광 및 단파장 적외선 광을 동시에 분석하기 위한 방법은 가시 파장 성분의 적어도 일부 및 단파장 적외선 파장 성분의 적어도 일부가 장치의 어레이 검출기 상에 동시에 충돌하도록, 본원에 설명되는 장치로 가시 파장 성분 및 단파장 적외선 파장 성분을 포함하는 광을 수신하는 단계; 및 가시 파장 성분의 강도 및 단파장 적외선 파장 성분의 강도를 획득하기 위해 어레이 검출기로부터의 전기 신호들을 프로세싱하는 단계를 포함한다.
- [0012] 일부 실시예에 따르면, 광을 감지하는 디바이스는 제 1 타입의 도펀트로 도핑된 제 1 반도체 영역 및 제 2 타입의 도펀트로 도핑된 제 2 반도체 영역을 포함한다. 제 2 반도체 영역은 제 1 반도체 영역 위에 배치되며, 제 1 타입은 제 2 타입과 다르다. 디바이스는 제 2 반도체 영역 위에 배치된 게이트 절연층; 게이트 절연층 위에 배치된 게이트; 제 2 반도체 영역과 전기적으로 커플링된 소스; 및 제 2 반도체 영역과 전기적으로 커플링된 드레인을 포함한다. 제 2 반도체 영역은 게이트 절연층 쪽에 배치되는 최상부 표면을 가지며, 제 2 반도체 영역은 제 2 반도체 영역의 최상부 표면에 대향하게 배치되는 최하부 표면을 가진다. 제 2 반도체 영역은 제 2 반도체 영역의 최상부 표면을 포함하는 상부 부분을 가진다. 제 2 반도체 영역은 또한 제 2 반도체 영역의 최하부 표면을 포함하며 상부 부분과 상호 배타적인 하위 부분을 가진다. 제 1 반도체 영역은 제 2 반도체 영역의 상부 부분과 하위 부분 모두와 접촉하고 있다. 제 1 반도체 영역은, 적어도 게이트 아래에 배치된 위치에서, 제 2 반도체 영역의 상부 부분과 접촉하고 있다.
- [0013] 일부 실시예들에 따라, 광을 감지하는 디바이스를 형성하는 방법은 실리콘 기판 위에, 제 1 타입의 도펀트로 도핑된 제 1 반도체 영역을 형성하는 단계 및 실리콘 기판위에, 제 2 타입의 도펀트로 도핑된 제 2 반도체 영역을 형성하는 단계를 포함한다. 제 2 반도체 영역은 제 1 반도체 영역 위에 배치된다. 제 1 타입은 제 2 타입과 다르다. 방법은 또한 제 2 반도체 영역 위에 게이트 절연층을 형성하는 단계를 포함한다. 제 2 반도체 영역의 하나 이상의 부분들은 소스 및 드레인을 정의하기 위하여 게이트 절연층으로부터 노출된다. 제 2 반도체 영역은 게이트 절연층을 향하는 최상부 표면을 가진다. 제 2 반도체 영역은 제 2 반도체 영역의 최상부 표면에 대향하는 최하부 표면을 가진다. 제 2 반도체 영역은 제 2 반도체 영역의 최상부 표면을 포함하는 상부 부분을 가진다. 제 2 반도체 영역은 제 2 반도체 영역의 최하부 표면을 포함하며 상부 부분과 상호 배타적인 하위 부분을 가진다. 제 1 반도체 영역은 제 2 반도체 영역의 상부 부분과 하위 부분 모두와 접촉하고 있다. 제 1 반도체 영역은, 적어도 게이트 아래에 배치된 위치에서, 제 2 반도체 영역의 상부 부분과 접촉하고 있다. 방법은 게이트 절연층 위에 배치된 게이트를 형성하는 단계를 더 포함한다.
- [0014] 일부 실시예들에 따라, 센서 어레이를 형성하는 방법은 앞서 설명된 방법들 중 임의의 방법을 사용하여 공통 실리콘 기판상에 복수의 디바이스들을 동시에 형성하는 단계를 포함한다.
- [0015] 일부 실시예들에 따라, 센서 회로는 소스 단자, 게이트 단자, 드레인 단자 및 몸체 단자를 가진 포토-감지 요소를 포함한다. 센서 회로는 또한 소스 단자, 게이트 단자 및 드레인 단자를 가진 선택 트랜지스터를 포함한다. 선택 트랜지스터의 드레인 단자는 포토-감지 요소의 소스 단자와 전기적으로 커플링되거나 또는 선택 트랜지스터의 소스 단자는 포토-감지 요소의 드레인 단자와 전기적으로 커플링된다.
- [0016] 일부 실시예들에 따라, 변환기 회로는 포토-감지 요소의 소스 단자 또는 드레인 단자와 전기적으로 커플링되지 않는, 앞서 설명된 센서 회로들 중 임의의 센서 회로에 대응하는 제 1 센서 회로의 선택 트랜지스터의 소스 단자 또는 드레인 단자와 전기적으로 커플링된 입력 단자를 가진 제 1 트랜스임피던스 증폭기를 포함한다. 제 1 트랜스임피던스 증폭기는 포토-감지 요소로부터의 전류 입력을 전압 출력으로 변환하도록 구성된다. 변환기 회로는 또한 2개의 입력 단자들을 가진 차동 증폭기를 포함하며, 2개의 입력 단자들 중 제 1 입력 단자는 제 1 트랜스임피던스 증폭기의 전압 출력과 전기적으로 커플링되며, 2개의 입력 단자들 중 제 2 입력 단자는 포토-감지 요소에 의해 제공된 베이스 전류(base current)에 대응하는 전압을 제공하도록 구성되는 전압원과 전기적으로 커플링된다. 차동 증폭기는 전압원에 의해 제공된 전압과 전압 출력 사이의 전압차에 기초하여 전압을 출력하도록

록 구성된다.

[0017] 일부 실시예들에 따라, 이미지 센서 디바이스는 센서들의 어레이를 포함한다. 센서들의 어레이의 개별 센서는 앞서 설명된 센서 회로들 중 임의의 센서 회로를 포함한다.

[0018] 일부 실시예들에 따라, 한 방법은 앞서 설명된 센서 회로들 중 임의의 센서 회로의 포토-감지 요소를 노출시키는 단계를 포함한다. 방법은 또한 포토-감지 요소의 소스 단자에 고정 전압을 제공하는 단계 및 포토-감지 요소의 드레인 전류를 측정하는 단계를 포함한다.

[0019] 일부 실시예들에 따라, 한 방법은 앞서 설명된 이미지 센서 디바이스들 중 임의의 이미지 센서 디바이스의 센서들의 어레이를 광의 패턴에 노출시키는 단계를 포함한다. 이러한 방법은 또한 센서들의 어레이의 개별 센서의 포토-감지 요소에 대하여, 개별 센서의 포토-감지 요소의 소스 단자에 개별 전압을 제공하는 단계; 및 포토-감지 요소의 드레인 전류를 측정하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

[0020] 따라서, 설명된 방법, 디바이스 및 장치는 가시광 및 단파장 적외선 광을 분석하는 데 있어서 효율적이고 컴팩트하며 낮은 비용의 장치를 제공한다. 이러한 방법, 디바이스 및 장치는 가시광 및 단파장 적외선 광을 분석하기 위한 종래의 방법, 디바이스 및 장치를 보완하거나 대체할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0021] 전술한 양상들 뿐만 아니라 추가 양상들 및 이의 실시예들을 더 잘 이해하기 위해서는 하기의 도면들과 함께 이하의 실시예들의 설명이 참조되어야 한다.

도 1a는 일부 실시예들에 따른 반도체 광 센서 디바이스의 부분 단면도이다.

도 1b는 일부 실시예들에 따라 도 1a에 도시된 반도체 광 센서 디바이스의 부분 단면도이다.

도 2a는 일부 실시예들에 따른 반도체 광 센서 디바이스의 동작을 도시하는 개략도이다.

도 2b는 일부 실시예들에 따라 도 2a에 도시된 반도체 광 센서 디바이스의 동작을 도시하는 개략도이다.

도 3은 일부 실시예들에 따른 예시적인 밴드 다이어그램들을 예시한다.

도 4a는 일부 실시예들에 따른, 반도체 광 센서 디바이스의 단일 채널 구성을 도시하는 개략도이다.

도 4b는 일부 실시예들에 따른, 반도체 광 센서 디바이스의 멀티-채널 구성을 도시하는 개략도이다.

도 5는 일부 실시예들에 따른 반도체 광 센서 디바이스들의 부분 단면도이다.

도 6은 일부 실시예들에 따른 예시적인 센서 회로를 도시한다.

도 7a는 일부 실시예들에 따른 예시적인 3T-APS 회로를 도시한다.

도 7b는 일부 실시예들에 따른 예시적인 1T-MAPS 회로를 도시한다.

도 8a 내지 도 8h는 일부 실시예들에 따른 예시적인 센서 회로들을 도시한다.

도 9a 내지 도 9c는 일부 실시예들에 따른 예시적인 변환기 회로들을 도시한다.

도 10은 일부 실시예들에 따른 예시적인 이미지 센서 디바이스를 도시한다.

도 11a 내지 도 11e는 일부 실시예들에 따라 반도체 광 센서 디바이스를 제조하기 위한 예시적인 방법을 도시한다.

도 12a 내지 도 12e는 일부 실시예에 따른 분광계를 도시한다.

도 13은 일부 실시예에 따른 분광계를 도시한다.

도 14a 내지 도 14c는 일부 실시예에 따른 프리즘 조립체 및 그 구성 요소를 도시한다.

도 15a 내지 도 15c는 일부 실시예에 따른 프리즘 조립체 및 그 구성 요소를 도시한다.

도 16은 일부 실시예에 따른 각각의 광학 요소의 회전에 의해 야기된 스펙트럼의 시프팅을 도시한다.

도 17은 일부 실시예에 따른 3-구성 요소 프리즘 조립체 및 5-구성 요소 프리즘 조립체에 의해 야기된 이미지 왜곡을 도시한다.

도 18a 및 도 18b는 일부 실시예에 따른 프리즘 조립체 및 그 구성 요소를 도시한다.

도 18c 및 도 18d는 일부 실시예에 따른 프리즘 조립체 및 그 구성 요소를 도시한다.

도 18e 및 도 18f는 일부 실시예에 따른 프리즘 조립체 및 그 구성 요소를 도시한다.

도 19a는 일부 실시예에 따른 도 18a 및 도 18b에 나타난 프리즘 조립체를 통과하는 광선을 도시한다.

도 19b는 일부 실시예에 따른 도 18a 및 도 18b에 나타난 프리즘 조립체를 갖는 분광계에서의 광선을 도시한다.

도 20a는 일부 실시예에 따른 도 19b에 나타난 분광계에서의 광의 분산을 도시한다.

도 20b는 일부 실시예에 따른 프리즘 조립체의 움직임에 의해 야기된 스펙트럼의 시프팅을 도시한다.

도면들 전반에 걸쳐 유사한 참조부호들은 대응하는 부분들을 지칭한다.

달리 언급하지 않는 한, 도면들은 실척대로 도시되지 않는다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0022] CMOS(complementary metal-oxide-semiconductor) 센서들 및 전하 변조 디바이스들과 같은 종래의 광 센서들은, 암 전류 및 양자 효율과 약한 채널 변조 사이의 트레이드-오프를 겪는다.
- [0023] 게다가, 단파 적외선 광을 검출하려 할 때 문제들이 악화된다. 실리콘으로 만들어진 종래의 센서들은 단파 적외선 광 (예컨대, 1400 nm 내지 3000 nm의 파장 범위내의 광)을 감지하여 이미징하기에 충분치 않는데, 왜냐하면 실리콘은 1100 nm(이는 실리콘의 밴드 갭에 대응함)보다 더 긴 파장을 가진 광에 투명한 것으로 여겨지기 때문이다.
- [0024] 인듐 갈륨 비소(InGaAs) 및 게르마늄(Ge)으로 만들어진 적외선 센서들은 높은 암 전류를 겪는다. 많은 InGaAs 및 센서들은 낮은 온도(예컨대, -70°C)로 동작하도록 냉각된다. 그러나, 냉각은, 냉각 유닛의 비용, 냉각 유닛으로 인하여 증가된 디바이스의 크기, 디바이스를 냉각시키기 위하여 증가된 동작 시간 및 디바이스를 냉각시키기 위하여 증가된 전력 소비와 같은 많은 이유들로 인해 불리하다.
- [0025] 또한, 가시광 및 적외선 광 모두를 분석하기 위한 종래의 기구는 통상적으로 상이한 파장 범위에 대해 별도의 검출기 및 별도의 광학 구성 요소를 갖는다. 예를 들어, 이러한 기구는 가시광을 분석하기 위한 가시광 검출기 및 관련 광학 구성 요소를 포함하고, 적외선 광을 분석하기 위한 적외선 광 검출기 및 관련 광학 요소를 별도로 포함한다. 이러한 기구는 부피가 크고 무겁고 고가이며, 이는 종래의 기구의 적용을 제한하였다.
- [0026] 상술한 문제를 해결하는 디바이스, 장치 및 방법이 본 개시에 설명된다. 가시광 및 단파장 적외선 광 모두를 전기 신호로 변환하도록 구성된 어레이 검출기를 포함하는 장치를 제공함으로써, 가시광 및 단파장 적외선 광을 분석하기 위한 컴팩트하고, 가볍고, 감소된 비용의 디바이스 및 장치가 제공될 수 있다.
- [0027] 일부 실시예에서, 이러한 디바이스 및 장치는 하이퍼스펙트럼 이미징에 사용되고, 이에 의해 수집된 광의 공간 분석(예를 들어, 수집된 광의 공간 분포의 분석)을 가능하게 한다.
- [0028] 특정 실시예들이 참조될 것이며, 이들의 예들은 첨부 도면들에 도시된다. 근본적인 원리들이 실시예들과 함께 설명될지라도, 청구범위를 이들 특정 실시예들만으로 제한하는 것으로 의도되지 않는다는 것이 이해될 것이다. 이에 반하여, 청구항들은 청구범위 내에 있는 대안들, 수정들 및 균등물들을 커버하는 것으로 의도된다.
- [0029] 더욱이, 하기의 설명에서, 본 발명의 철저한 이해를 제공하기 위하여 다수의 특정 세부사항들이 제시된다. 그러나, 이들 특정 세부사항들 없이도 본 발명이 실시될 수 있다는 것이 당업자에게 명백할 것이다. 다른 경우들에서, 당업자에게 잘 알려진 방법들, 절차들, 구성 요소들 및 네트워크들은, 근본적인 원리들의 양상들을 불명료하게 하는 것을 방지하기 위하여 상세히 설명되지 않는다.
- [0030] 비록 제 1, 제 2 등의 용어들이 다양한 요소들을 설명하기 위하여 본 개시에서 사용될 수 있을지라도, 이들 요소들이 이들 용어들에 의해 제한되지 않아야 한다는 것이 또한 이해될 것이다. 이들 용어들은 단지 하나의 요소를 다른 요소로부터 구별하기 위하여 사용된다. 예컨대, 청구범위로부터 벗어나지 않고, 제 1 반도체 영역은 제 2 반도체 영역으로 지칭될 수 있고, 유사하게 제 2 반도체 영역은 제 1 반도체 영역으로 지칭될 수 있다. 제 1

반도체 및 제 2 반도체 영역은 둘다 반도체 영역들이나, 이들은 동일한 반도체 영역들이 아니다.

- [0031] 본 개시의 실시예들의 설명에서 사용되는 용어는 단순히 특정 실시예들만을 설명하기 위한 것이며, 청구범위를 제한하는 것으로 의도되지 않는다. 상세한 설명 및 첨부된 청구항들에서 사용되는 바와 같이, "한", "하나의" 및 "그"의 단수 형태들은 문맥이 달리 명확하게 표시하지 않는 한 복수의 형태들을 또한 포함하는 것으로 의도된다. 본 개시에서 사용되는 용어 "및/또는"은 연관되어 열거된 항목들 중 하나 이상의 항목의 임의의 및 모든 가능한 조합들을 지칭하고 이들을 포함한다는 것이 또한 이해될 것이다. 용어들 "포함한다" 및/또는 "포함하는"은 본 명세서에서 사용될 때 언급된 특징들, 정수들, 단계들, 동작들, 요소들, 및/또는 구성 요소들의 존재를 특정하나, 하나 이상의 다른 특징들, 정수들, 단계들, 동작들, 요소들, 구성 요소들 및/또는 이들의 그룹들의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다는 것이 또한 이해될 것이다.
- [0032] 도 1a는 일부 실시예들에 따른 반도체 광 센서 디바이스(100)의 부분 단면도이다.
- [0033] 일부 실시예들에서, 디바이스(100)는 게이트-제어 전하 변조된 디바이스(gate-controlled charge modulated device, GCMD)로 불린다(또한 본 개시에서 게이트-제어 전하 변조(modulation) 디바이스라고도 함).
- [0034] 디바이스(100)는 제 1 타입의 도펀트(예컨대, 인 또는 비소와 같은 n-타입 반도체)로 도핑된 제 1 반도체 영역(104) 및 제 2 타입의 도펀트(예컨대, 붕소와 같은 고농도의 p-타입 반도체, 이는 종종 p+ 심볼을 사용하여 표시됨)로 도핑된 제 2 반도체 영역(106)을 포함한다. 제 2 반도체 영역(106)은 제 1 반도체 영역(104)의 상방에(above) 배치된다. 제 1 타입(예컨대, n-타입)은 제 2 타입(예컨대, p-타입)과 구분된다. 일부 실시예들에서, 제 2 반도체 영역(106)은 제 1 반도체 영역(104)의 위에(over) 배치된다.
- [0035] 디바이스는 제 2 반도체 영역(106)의 상방에 배치된 게이트 절연층(110) 및 게이트 절연층(110)의 상방에 배치된 게이트(112)를 포함한다. 일부 실시예들에서, 게이트 절연층(110)은 제 2 반도체 영역(106)의 위에 배치된다. 일부 실시예들에서, 게이트 절연층(110)은 제 2 반도체 영역(106)과 접촉하고 있다. 일부 실시예들에서, 게이트(112)는 게이트 절연층(110)의 위에 배치된다. 일부 실시예들에서, 게이트(112)는 게이트 절연층(110)과 접촉하고 있다.
- [0036] 디바이스는 또한 제 2 반도체 영역(106)과 전기적으로 커플링된 소스(114) 및 제 2 반도체 영역(106)과 전기적으로 커플링된 드레인(116)을 포함한다.
- [0037] 제 2 반도체 영역(106)은 게이트 절연층(110) 쪽에 배치되는 최상부 표면(120)을 가진다. 제 2 반도체 영역(106)은 또한 제 2 반도체 영역(106)의 최상부 표면(120)에 대향하게 배치되는 최하부 표면(122)을 가진다. 제 2 반도체 영역(106)은 제 2 반도체 영역(106)의 최상부 표면(120)을 포함하는 상위 부분(124)을 가진다. 제 2 반도체 영역(106)은 또한 제 2 반도체 영역(106)의 최하부 표면(122)을 포함하는 하위 부분(126)을 가진다. 하위 부분(126)은 상위 부분(124)과 상호 배타적이다. 본 개시에서 사용되는 바와 같이, 상위 부분(124) 및 하위 부분(126)은 제 2 반도체 영역(106)의 상이한 부분들을 지칭한다. 따라서, 일부 실시예들에서, 상위 부분(124) 및 하위 부분(126)은 물리적으로 분리되지 않는다. 일부 실시예들에서, 하위 부분(126)은 상위 부분(124)이 아닌, 제 2 반도체 영역(106)의 부분을 지칭한다. 일부 실시예들에서, 상위 부분(124)은 1 nm, 2 nm, 3 nm, 4 nm, 5 nm, 6 nm, 7 nm, 8 nm, 9 nm, 또는 10 nm 미만의 두께를 가진다. 일부 실시예들에서, 상위 부분(124)은 소스(114)로부터 드레인(116)까지 균일한 두께를 가진다. 일부 실시예들에서, 상위 부분(124) 및 하위 부분(126)은 게이트(112)의 직하방의(directly below) 수평 위치에서 동일한 두께를 가진다.
- [0038] 일부 실시예들에서, 제 1 타입은 n-타입이며, 제 2 타입은 p-타입이다. 예컨대, 제 1 반도체 영역은 n-타입 반도체로 도핑되며, 소스(114), 드레인(116), 및 소스(114)와 드레인(116) 사이의 채널은 p-타입 반도체로 도핑되는데, 이는 PMOS 구조로 불린다.
- [0039] 일부 실시예들에서, 제 1 타입은 p-타입이며, 제 2 타입은 n-타입이다. 예컨대, 제 1 반도체 영역은 p-타입 반도체로 도핑되며, 소스(114), 드레인(116), 및 소스(114)와 드레인(116) 사이의 채널은 n-타입 반도체로 도핑되는데, 이는 NMOS 구조로 불린다.
- [0040] 일부 실시예들에서, 제 1 반도체 영역(104)은 게르마늄을 포함한다. 일부 실시예들에서, 제 2 반도체 영역(106)은 게르마늄을 포함한다. 게르마늄의 직접 밴드 갭 에너지(direct band gap energy)는 실온에서 대략 0.8 eV이며, 이는 1550 nm의 파장에 대응한다. 따라서, (예컨대, 제 1 반도체 영역 및 제 2 반도체 영역에서) 게르마늄을 포함하는 반도체 광 센서 디바이스는 (예컨대, 게르마늄 없이) 단지 실리콘만을 포함하는 반도체 광 센서 디바이스보다 단파 적외선 광에 더 민감하다.

- [0041] 일부 실시예들에서, 게이트 절연층(110)은 산화물 층(예컨대, SiO_2 , GeO_x , ZrO_x , HfO_x , Si_xN_y , $\text{Si}_x\text{O}_y\text{N}_z$, Ta_xO_y , Sr_xO_y 또는 Al_xO_y)을 포함한다. 일부 실시예들에서, 게이트 절연층(110)은 옥시나이트라이드 층(oxynitride layer)(예컨대, SiON)을 포함한다. 일부 실시예들에서, 게이트 절연층(110)은 HfO_2 , HfSiO , 또는 Al_2O_3 와 같은 고- κ 유전체 재료를 포함한다.
- [0042] 일부 실시예들에서, 디바이스는 제 1 반도체 영역(104)의 하방에(below) 배치된 기판 절연층(108)을 포함한다. 기판 절연층은 SiO_2 , GeO_x , ZrO_x , HfO_x , Si_xN_y , $\text{Si}_x\text{O}_y\text{N}_z$, Ta_xO_y , Sr_xO_y 또는 Al_xO_y 중 하나 이상을 포함한다. 일부 실시예들에서, 기판 절연층(108)은 고- κ 유전체 재료를 포함한다. 일부 실시예들에서, 제 1 반도체 영역(104)은 기판 절연층(108)의 위에 배치된다. 일부 실시예들에서, 제 1 반도체 영역(104)은 기판 절연층(108)과 접촉하고 있다. 일부 실시예들에서, 기판 절연층(108)은 기판(102)(예컨대, 실리콘 기판)의 위에 배치된다. 일부 실시예들에서, 기판 절연층(108)은 기판(102)과 접촉하고 있다.
- [0043] 일부 실시예들에서, 디바이스는 제 2 타입(예컨대, p-타입)의 도펀트로 도핑된 게르마늄을 포함하는 제 3 반도체 영역(108)을 포함한다. 제 3 반도체 영역(108)은 제 1 반도체 영역(104)의 하방에 배치된다.
- [0044] 일부 실시예들에서, 제 2 반도체 영역(106)에서 제 2 타입의 도펀트의 도핑 농도는 제 3 반도체 영역(108)에서 제 2 타입의 도펀트의 도핑 농도보다 더 높다. 예컨대, 제 2 반도체 영역(106)은 (예컨대, 10,000개의 원자들 당 하나의 도펀트 원자인 농도 이상의) p+ 도핑을 가지며, 제 3 반도체 영역(108)은 (예컨대, 100,000,000개의 원자들 당 하나의 도펀트 원자인 농도의) p 도핑을 가진다.
- [0045] 일부 실시예들에서, 디바이스는 실리콘 기판(102)을 포함한다. 예컨대, 제 3 반도체 영역(108), 제 1 반도체 영역(104) 및 제 2 반도체 영역(106)은 실리콘 기판(102)의 위에 형성된다.
- [0046] 일부 실시예들에서, 게이트(112)는 폴리실리콘, 비정질 실리콘, 실리콘 카바이드 및 금속 중 하나 이상을 포함한다. 일부 실시예들에서, 게이트(112)는 폴리게르마늄, 비정질 게르마늄, 폴리실리콘, 비정질 실리콘, 실리콘 카바이드 및 금속 중 하나 이상으로 구성된다.
- [0047] 일부 실시예들에서, 제 2 반도체 영역(106)은 소스(114)로부터 드레인(116)까지 연장된다.
- [0048] 일부 실시예들에서, 제 1 반도체 영역(104)은 소스(114)로부터 드레인(116)까지 연장된다.
- [0049] 일부 실시예들에서, 게이트 절연층(110)은 소스(114)로부터 드레인(116)까지 연장된다.
- [0050] 일부 실시예들에서, 제 2 반도체 영역(106)은 100 nm 미만의 두께를 가진다. 일부 실시예들에서, 제 2 반도체 영역(106)은 1 nm 내지 100 nm의 두께를 가진다. 일부 실시예들에서, 제 2 반도체 영역(106)은 5 nm 내지 50 nm의 두께를 가진다. 일부 실시예들에서, 제 2 반도체 영역(106)은 50 nm 내지 100 nm의 두께를 가진다. 일부 실시예들에서, 제 2 반도체 영역(106)은 10 nm 내지 40 nm의 두께를 가진다. 일부 실시예들에서, 제 2 반도체 영역(106)은 10 nm 내지 30 nm의 두께를 가진다. 일부 실시예들에서, 제 2 반도체 영역(106)은 10 nm 내지 20 nm의 두께를 가진다. 일부 실시예들에서, 제 2 반도체 영역(106)은 20 nm 내지 30 nm의 두께를 가진다. 일부 실시예들에서, 제 2 반도체 영역(106)은 30 nm 내지 40 nm의 두께를 가진다. 일부 실시예들에서, 제 2 반도체 영역(106)은 40 nm 내지 50 nm의 두께를 가진다.
- [0051] 일부 실시예들에서, 제 1 반도체 영역(104)은 1000 nm 미만의 두께를 가진다. 일부 실시예들에서, 제 1 반도체 영역(104)은 1 nm 내지 1000 nm의 두께를 가진다. 일부 실시예들에서, 제 1 반도체 영역(104)은 5 nm 내지 500 nm의 두께를 가진다. 일부 실시예들에서, 제 1 반도체 영역(104)은 500 nm 내지 1000 nm의 두께를 가진다. 일부 실시예들에서, 제 1 반도체 영역(104)은 10 nm 내지 500 nm의 두께를 가진다. 일부 실시예들에서, 제 1 반도체 영역(104)은 10 nm 내지 400 nm의 두께를 가진다. 일부 실시예들에서, 제 1 반도체 영역(104)은 10 nm 내지 300 nm의 두께를 가진다. 일부 실시예들에서, 제 1 반도체 영역(104)은 10 nm 내지 200 nm의 두께를 가진다. 일부 실시예들에서, 제 1 반도체 영역(104)은 20 nm 내지 400 nm의 두께를 가진다. 일부 실시예들에서, 제 1 반도체 영역(104)은 20 nm 내지 300 nm의 두께를 가진다. 일부 실시예들에서, 제 1 반도체 영역(104)은 20 nm 내지 200 nm의 두께를 가진다. 일부 실시예들에서, 제 1 반도체 영역(104)은 20 nm 내지 400 nm의 두께를 가진다. 일부 실시예들에서, 제 1 반도체 영역(104)은 20 nm 내지 300 nm의 두께를 가진다. 일부 실시예들에서, 제 1 반도체 영역(104)은 20 nm 내지 200 nm의 두께를 가진다. 일부 실시예들에서, 제 1 반도체 영역(104)은 20 nm 내지 100 nm의 두께를 가진다.
- [0052] 도 1a는 또한 평면 AA를 나타내며 이를 기준으로 도 1b에 도시된 도면이 작성된다.

- [0053] 도 1b는 일부 실시예들에 따라 도 1a에 도시된 반도체 광 센서 디바이스의 부분 단면도이다.
- [0054] 도 1b에서, 제 1 반도체 영역(104), 제 2 반도체 영역(106), 게이트 절연층(110), 게이트(112), 기관 절연층 또는 제 3 반도체 영역(108) 및 기관(102)이 예시된다. 간결성을 위하여, 이들 요소들의 설명은 여기에서 반복하지 않는다.
- [0055] 도 1b에 도시된 바와 같이, 제 1 반도체 영역(104)은 제 2 반도체 영역(106)의 상위 부분(124) 및 하위 부분(126) 모두와 접촉하고 있다. 제 1 반도체 영역(104)은 적어도 게이트(112)의 아래에(under) 배치된 위치에서 제 2 반도체 영역(106)의 상위 부분(124)과 접촉하고 있다. 일부 실시예들에서, 제 1 반도체 영역(104)은 적어도 게이트(112) 바로 아래에(directly under) 배치된 위치에서 제 2 반도체 영역(106)의 상위 부분(124)과 접촉하고 있다. 일부 실시예들에서, 제 1 반도체 영역(104)은 적어도 제 2 반도체 영역(106)의 최상부 표면(120)의 에지 상에서 제 2 반도체 영역(106)의 최상부 표면(120)과 접촉하고 있다. 일부 실시예들에서, 제 1 반도체 영역(104)은, 적어도 게이트(112) 바로 아래의 위치에 있는 제 2 반도체 영역(106)의 최상부 표면(120)의 에지에서, 제 2 반도체 영역(106)의 최상부 표면(120)과 접촉하고 있다.
- [0056] 일부 실시예들에서, 제 2 반도체 영역(106)은 소스(114)(도 1a)로부터 드레인(116)(도 1a)까지 연장되고 최상부 표면(120) 및 최하부 표면(122)과 구분되는 제 1 측면 표면(예컨대, 상위 부분(124)의 측면 표면(128) 및 하위 부분(126)의 측면 표면(130)의 조합)을 가진다. 제 2 반도체 영역(106)은 소스(114)(도 1a)로부터 드레인(116)(도 1a)까지 연장되며 최상부 표면(120) 및 최하부 표면(122)과 구분되는 제 2 측면 표면(예컨대, 상위 부분(124)의 측면 표면(132) 및 하위 부분(126)의 측면 표면(134)의 조합)을 가진다. 제 1 측면 표면 및 제 2 측면 표면은 제 2 반도체 영역(106)의 대향하는 측면들에 위치한다. 일부 실시예들에서, 제 1 반도체 영역(104)은 제 1 측면 표면의 부분(128)을 통해 제 2 반도체 영역(106)의 상위 부분(124)과 접촉하고 있다. 일부 실시예들에서, 제 1 반도체 영역(104)은 제 2 측면 표면의 부분(132)을 통해 제 2 반도체 영역(106)의 상위 부분(124)과 접촉하고 있다. 일부 실시예들에서, 제 1 반도체 영역(104)은 게이트(112) 바로 아래에 있는 위치에서 제 1 측면 표면의 부분(128)을 통해 제 2 반도체 영역(106)의 상위 부분(124)과 접촉하고 있으며, 제 1 반도체 영역(104)은 또한 게이트(112) 바로 아래에 있는 위치에서 제 2 측면 표면의 부분(132)을 통해 제 2 반도체 영역(106)의 상위 부분(124)과 접촉하고 있다.
- [0057] 일부 실시예들에서, 상위 부분(124)의 측면 표면(128)은 1 nm, 2 nm, 3 nm, 4 nm, 5 nm, 6 nm, 7 nm, 8 nm, 9 nm, 또는 10 nm 미만의 두께를 가진다. 일부 실시예들에서, 상위 부분(124)의 측면 표면(132)은 1 nm, 2 nm, 3 nm, 4 nm, 5 nm, 6 nm, 7 nm, 8 nm, 9 nm, 또는 10 nm 미만의 두께를 가진다. 일부 실시예들에서, 상위 부분(124)의 측면 표면(128)은 하위 부분(126)의 측면 표면(130)의 두께 미만의 두께를 가진다. 일부 실시예들에서, 상위 부분(124)의 측면 표면(132)은 하위 부분(126)의 측면 표면(134)의 두께 미만의 두께를 가진다.
- [0058] 도 2a 내지 도 2b는 일부 실시예들에 따른 반도체 광 센서 디바이스의 동작 원리들을 예시하기 위하여 이하에서 사용된다. 그러나, 도 2a 내지 도 2b 및 설명된 원리들은 청구범위를 제한하는 것으로 의도되지 않는다.
- [0059] 도 2a는 일부 실시예들에 따른 반도체 광 센서 디바이스의 동작을 도시하는 개략도이다.
- [0060] 도 2a에 도시된 디바이스는 도 1a에 도시된 디바이스와 유사하다. 간결성을 위하여, 도 1a와 관련하여 앞서 설명된 요소들의 설명은 여기에서 반복하지 않는다.
- [0061] 도 2a에서, 제 1 반도체 영역(104)은 n-타입 반도체로 도핑된다. 제 2 반도체 영역(106)은 p-타입 반도체로 고농도로 도핑된다. 제 3 반도체 영역(108)은 p-타입 반도체로 도핑된다. 일부 실시예들에서, 제 3 반도체 영역(108)은 p-타입 반도체로 저농도로 도핑된다.
- [0062] 전압 V_g 가 게이트(112)에 인가되는 동안, 포텐셜 우물(potential well)(202)은 제 2 반도체 영역(106)과 게이트 절연층(110) 사이에 형성된다. 디바이스(특히, 제 1 반도체 영역(104))가 광에 노출되는 동안, 포토-발생 캐리어(photo-generated carrier)들이 생성된다. 전압 V_g 가 게이트(112)에 인가되는 동안, 포토-발생 캐리어들은 포텐셜 우물(202)로 이동한다.
- [0063] 도 2b는 일부 실시예들에 따라, 도 2a에 도시된 반도체 광 센서 디바이스의 동작을 도시하는 개략도이다.
- [0064] 도 2b는 도 2a와 유사하다. 간결성을 위하여, 도 1b와 관련하여 앞서 설명된 동일한 요소들의 설명은 여기에서 반복하지 않는다.
- [0065] 도 2b에서, 제 2 반도체 영역(106)과 게이트 절연층(110) 사이에 위치한 포텐셜 우물(202)까지의 포토-발생 캐리

어들의 이동 경로가 표시된다. 포토-발생 캐리어들은 제 2 반도체 영역(106)의 측면 표면들을 통해 포텐셜 우물(202)내에 도착한다. 일부 실시예들에서, 포토-발생 캐리어들 중 적어도 일부는 제 2 반도체 영역(106)의 최하부 표면을 직접 통과하여 포텐셜 우물(202)에 도달한다. 이는 제 2 반도체 영역(106)이 얇고 제 2 반도체 영역(106)과 포텐셜 우물(202) 사이의 배리어가 낮기 (예컨대, Ge의 밴드 갭보다 낮기) 때문에 가능하다. 포토-발생 캐리어들이 제 2 반도체 영역(106)의 최하부 표면을 통해 이동할 때, 제 2 반도체 영역(106)에서 캐리어 재결합이 발생할 수 있다.

- [0066] 제 1 반도체 영역(104)과 포텐셜 우물(202) 사이의 이러한 직접 접촉은 제 1 반도체 영역(104)으로부터 포텐셜 우물(202)로의 포토-발생 캐리어들의 이동을 상당히 증가시킨다. 따라서, 온/오프 신호 변조를 증가시키기 위하여 포토-발생 캐리어들이 포텐셜 우물(202)에 효과적으로 전달되면서도, 양자 효율을 증가시키기 위하여 두꺼운 제 1 반도체 영역(104)이 사용될 수 있다.
- [0067] 광에 노출되지 않을 때, 디바이스는 특정 드레인 전류(본원에서는 I_{off} 로 칭함)를 가질 것이다. 그러나, 디바이스가 광에 노출될 때, 포토-발생 캐리어들은 드레인 전류를 변조시킨다(예컨대, 드레인 전류는 I_{on} 까지 증가한다).
- [0068] 도 3은 일부 실시예들에 따른 예시적인 밴드 다이어그램들을 도시한다. 비록 도 3이 반도체 광 센서 디바이스의 동작 원리들을 도시하기 위하여 사용될지라도, 도 3 및 설명된 원리들은 청구범위를 제한하는 것으로 의도되지 않는다.
- [0069] 도 3의 밴드 다이어그램들은 반도체 광 센서 디바이스의 게이트로부터 반도체 광 센서 디바이스의 기판까지의 전자 에너지 레벨들을 표현한다.
- [0070] GCMD는 채널 주위에 연결된 큰 커패시턴스 및 작은 커패시턴스를 갖는 것으로 표현될 수 있다.
- [0071] 밴드 다이어그램 (a)는 디바이스가 오프 상태에 있음을 표현한다.
- [0072] 밴드 다이어그램 (b)는 입사광이 기판 영역에서 흡수되고 캐리어들이 작은 커패시턴스에서 광에 의해 발생된다(photo-generated)는 것을 표현한다. 매립된 홀 채널 및 기판에서 의사-페르미 준위 분할이 존재한다.
- [0073] 밴드 다이어그램 (c)는 낮은 커패시턴스 영역으로부터의 포토-발생 캐리어들이 적절한 게이트 바이어스에 의해 자동적으로 큰 커패시턴스 영역(산화물-표면 인터페이스)으로 전달됨을 표현한다. 산화물-표면 인터페이스에 전달된 포토-발생 캐리어들은 소스/드레인과 매립된 홀 채널 사이의 밴드 밴딩(band bending)을 감소시키며, 결국 드레인 전류를 증가시킨다.
- [0074] 입사 광을 가진 채널의 밴드는 낮은 게이트 전압을 가진 밴드와 유사하며, 이는 밴드 다이어그램(d)에서 표현된다.
- [0075] 도 4a 및 도 4b는 반도체 광 센서 디바이스의 단일 채널 구성 및 멀티-채널 구성을 도시하는 개략도들이다. 도 4a 및 도 4b의 개략도들은 반도체 광 센서 디바이스의 탑-다운 뷰(top-down view)들에 기초한다. 그러나, 도 4a 및 도 4b의 개략도들이 다양한 요소들의 상대적인 크기들 및 위치들을 표현하기 위하여 사용되며, 도 4a 및 도 4b의 개략도들이 단면도들이 아니라는 것에 주목해야 한다.
- [0076] 도 4a는 일부 실시예들에 따른 반도체 광 센서 디바이스의 단일 채널 구성을 도시하는 개략도이다.
- [0077] 도 4a는 디바이스가 게이트(406), 소스(402) 및 드레인(404)을 가짐을 도시한다. 디바이스는 또한 소스(402)로부터 드레인(404)까지 연장되는 채널(412)을 포함한다. 채널(412)은 통상적으로 제 2 반도체 영역에 의해 정의된다. 예컨대, 채널(412)의 형상은 제 2 반도체 영역을 형성할 때 이온 주입의 패턴에 의해 결정된다. 소스(402)는 채널(412)과의 다수의 콘택들(408)을 가지며, 드레인(404)은 채널(412)과의 다수의 콘택들(408)을 가진다.
- [0078] 도 4b는 일부 실시예들에 따른 반도체 광 센서 디바이스의 멀티-채널 구성을 도시하는 개략도이다.
- [0079] 도 4b는 디바이스가 소스(402)와 드레인(404) 사이의 다수의 채널들(414)을 가지는 것을 제외하고 도 4a와 유사하다. 일부 실시예들에서, 제 2 반도체 영역은 소스(402)와 드레인(404) 사이의 다수의 채널들(414)을 정의한다. 도 4b의 각각의 채널(414)은 소스(402)의 단일 콘택(408)과 드레인(404)의 단일 콘택(410)을 연결한다. 따라서, 도 4b의 채널(414)의 폭은 도 4a의 채널(412)의 폭보다 작다. 채널의 감소된 폭은 디바이스의 큰 커패시턴스 영역(예컨대, 제 2 반도체 영역과 게이트 절연층 사이의 인터페이스)으로 포토-발생 캐리어를 용이

하게 전달하는 것으로 여겨진다.

- [0080] 도 5는 일부 실시예들에 따른 반도체 광 센서 디바이스들의 부분 단면도이다.
- [0081] 도 5는 복수의 반도체 광 센서 디바이스들(예컨대, 디바이스들(502-1 및 502-2))가 공통 기판상에 형성되는 것을 도시한다. 다수의 디바이스들은 센서 어레이를 형성한다. 비록 도 5가 2개의 반도체 광 센서 디바이스들을 도시할지라도, 센서 어레이는 2개보다 많은 반도체 광 센서 디바이스들을 포함할 수 있다. 일부 실시예들에서, 센서 어레이는 반도체 광 센서 디바이스들의 2-차원 어레이를 포함한다.
- [0082] 도 5는 또한 디바이스들(502-1 및 502-2)의 게이트(112), 소스 및 드레인을 연결하기 위하여비아들(506)이 형성되는 것을 도시한다.
- [0083] 일부 실시예들에서, 복수의 디바이스들(예컨대, 디바이스들(502-1 및 502- 2))은 공통 평면상에서 제 1 반도체 영역(104)을 가진다. 일부 실시예들에서, 복수의 디바이스들의 제 1 반도체 영역(104)은 (예컨대, 제 1 반도체 영역(104)의 에피택셜 성장을 사용하여) 동시에 형성된다.
- [0084] 일부 실시예들에서, 복수의 디바이스들(예컨대, 디바이스들(502-1 및 502- 2))은 공통 평면상에서 제 2 반도체 영역(106)을 가진다. 일부 실시예들에서, 복수의 디바이스들의 제 2 반도체 영역(106)은 (예컨대, 이온 주입을 사용하여) 동시에 형성된다.
- [0085] 일부 실시예들에서, 복수의 디바이스들(예컨대, 디바이스들(502-1 및 502- 2))은 공통 평면 상에서 제 3 반도체 영역(108)을 가진다. 일부 실시예들에서, 복수의 디바이스들의 제 3 반도체 영역(108)은 (예컨대, 게르마늄 섬들의 에피택셜 성장을 사용하여) 동시에 형성된다.
- [0086] 일부 실시예들에서, 복수의 디바이스들은 하나 이상의 트렌치들에 의해 분리된다. 예컨대, 디바이스(502-1) 및 디바이스(502-2)는 트렌치에 의해 분리된다. 일부 실시예들에서, 하나 이상의 트렌치들은 절연체로 충전된다. 일부 실시예들에서, 트렌치는 얇은 트렌치 격리체이다.
- [0087] 일부 실시예들에서, 복수의 디바이스들은 공통 실리콘 기판(102) 상에 형성된 개별 게르마늄 섬들상에 배치된다. 예컨대, 일부 실시예들에서, 제 3 반도체 영역들(108)(예컨대, 게르마늄 섬들)은 기판(102) 상에 형성되며, 디바이스들(502-1 및 502-2)의 나머지는 제 3 반도체 영역들(108)의 위에 형성된다.
- [0088] 일부 실시예들에서, 센서 어레이는 복수의 디바이스들의 위에 패시베이션층을 포함한다. 예컨대, 도 5에서, 패시베이션층(504)은 디바이스들(502-1 및 502-2)의 위에 배치된다.
- [0089] 일부 실시예들에서, 센서 어레이는 복수의 디바이스들 사이의 패시베이션 층(504)을 포함한다. 예컨대, 도 5에서, 패시베이션층(504)은 디바이스들(502-1 및 502-2) 사이에 배치된다.
- [0090] 도 6은 일부 실시예들에 따른 예시적인 센서 회로를 도시한다.
- [0091] 센서 회로는 포토-감지 요소(602)를 포함한다. 포토-감지 요소(602)는 소스 단자, 게이트 단자, 드레인 단자 및 몸체 단자(body terminal)를 가진다. 센서 회로는 또한 소스 단자, 게이트 단자 및 드레인 단자를 가진 선택 트랜지스터(604)를 포함한다. 일부 실시예들에서, 선택 트랜지스터(604)의 드레인 단자는 포토-감지 요소(602)의 소스 단자와 (예컨대, 지점(606)에서) 전기적으로 커플링된다. 일부 실시예들에서, 선택 트랜지스터(604)의 소스 단자는 포토-감지 요소(602)의 드레인 단자와 (예컨대, 지점(606))에서 전기적으로 커플링된다.
- [0092] 일부 실시예들에서, 포토-감지 요소는 GCMD (예컨대, 디바이스(100), 도 1a)이다.
- [0093] 일부 실시예들에서, 선택 트랜지스터(604)의 소스 단자 또는 드레인 단자와 전기적으로 커플링되지 않는, 포토-감지 요소(602)의 소스 단자 또는 드레인 단자가 접지에 연결된다. 예컨대, V_2 는 접지에 연결된다.
- [0094] 일부 실시예들에서, 선택 트랜지스터(604)의 소스 단자 또는 드레인 단자와 전기적으로 커플링되는, 포토-감지 요소(602)의 소스 단자 또는 드레인 단자는 접지에 연결되지 않는다. 예컨대, 지점(606)은 접지에 연결되지 않는다.
- [0095] 일부 실시예들에서, 선택 트랜지스터(604)의 소스 단자 또는 드레인 단자와 전기적으로 커플링되지 않는, 포토-감지 요소(602)의 소스 단자 또는 드레인 단자는 제 1 전압원과 전기적으로 커플링된다. 예컨대, V_2 는 제 1 전압원에 연결된다.
- [0096] 일부 실시예들에서, 제 1 전압원은 접지와 구분되는 전압과 같은 제 1 고정 전압을 제공한다.

- [0097] 일부 실시예들에서, 포토-감지 요소(620)의 소스 단자 또는 드레인 단자와 전기적으로 커플링되지 않은 선택 트랜지스터(604)의 소스 단자 또는 드레인 단자는 제 2 전압원과 전기적으로 커플링된다. 예컨대, V_1 은 제 2 전압원에 연결된다. 일부 실시예들에서, 제 2 전압원은 제 2 고정 전압을 제공한다.
- [0098] 일부 실시예들에서, 센서 회로는 2개를 초과하지 않는 트랜지스터들을 포함하며, 2개의 트랜지스터들은 선택 트랜지스터(604)를 포함한다. 일부 실시예들에서, 센서 회로는 또한 포토-감지 요소의 게이트에 전기적으로 커플링되는 게이트 제어 트랜지스터를 포함한다.
- [0099] 일부 실시예들에서, 센서 회로는 1개를 초과하지 않는 트랜지스터를 포함하며, 하나의 트랜지스터는 선택 트랜지스터(604)이다.
- [0100] 도 6의 센서 회로는 그 센서 회로가 단일 트랜지스터 및 수정된 활성-화소 센서(modified active-pixel sensor)를 포함하기 때문에 본 개시에서는 1T-MAPS(one-transistor modified active-pixel sensor)로 불린다. 1T-MAPS와 3T-APS(three-transistor active-pixel sensor)로 불리는 종래의 센서 회로 사이의 차이는 도 7a 내지 도 7b와 관련하여 아래에서 설명된다.
- [0101] 도 7a는 일부 실시예들에 따른 예시적인 3T-APS 회로를 도시한다.
- [0102] 3T-APS 회로는 포토-감지 요소(예컨대, 포토다이오드) 및 3개의 트랜지스터들, 즉 리셋 트랜지스터(Mrst), 소스-팔로워 트랜지스터(Msf) 및 선택 트랜지스터(Msel)를 포함한다.
- [0103] 리셋 트랜지스터(Mrst)는 리셋 스위치로서 작용한다. 예컨대, Mrst는 게이트 신호(RST)를 수신하며, 이는 리셋 전압(V_{rst})이 포토-감지 요소에 제공되도록 하여 포토-감지 요소를 리셋시킨다..
- [0104] 소스-팔로워 트랜지스터(Msf)는 버퍼로서의 역할을 한다. 예컨대, Msf는 포토-감지 요소로부터 입력(예컨대, 전압 입력)을 수신하며, 이는 고전압 V_{dd} 이 선택 트랜지스터(Msel)의 소스에 출력되도록 한다.
- [0105] 선택 트랜지스터(Msel)는 판독 스위치로서 작용한다. 예컨대, Msel는 행 선택 신호(ROW)를 수신하며, 이는 소스-팔로워 트랜지스터(Msf)로부터의 출력이 열 라인에 제공되도록 한다.
- [0106] 도 7b는 일부 실시예들에 따른 예시적인 1T-MAPS 회로를 도시한다.
- [0107] 도 6과 관련하여 앞서 설명된 바와 같이, 1T-MAPS 회로는 하나의 포토-감지 요소(예컨대, GCMD) 및 하나의 트랜지스터, 즉 선택 트랜지스터(Msel)를 포함 한다.
- [0108] 선택 트랜지스터(Msel)는 행 선택 신호(ROW)를 수신하며, 이는 열 라인으로부터의 전류가 포토-감지 요소의 입력으로 흐르도록 한다. 대안적으로, 선택 트랜지스터(Msel)에 제공되는 행 선택 신호(ROW)는, 포토-감지 요소로부터의 전류가 열 라인으로 흐르도록 한다. 일부 실시예들에서, 열 라인은 고정 전압으로 세팅된다.
- [0109] 일부 실시예들에서, 1T-MAPS 회로는 리셋 스위치를 요구하지 않는데, 왜냐하면 GCMD에 저장된 포토-발생 캐리어들이 짧은 시간 기간(예컨대, 0.1초)에 소멸하기 때문이다.
- [0110] 도 7a에 도시된 3T-APS 회로 및 도 7b에 도시된 1T-MAPS 회로의 비교는 1T-MAPS 회로가 3T-APS 회로보다 훨씬 더 작은 크기를 가진다는 것을 나타낸다. 따라서, 1T-MAPS 회로는 동일한 재료로 만들어진 3T-APS 회로보다 비용면에서 더 유리하다. 게다가, 보다 작은 크기로 인해, 다이의 동일한 영역상에 3T-APS 회로들보다 더 많은 1T-MAPS 회로들이 배치될 수 있으므로, 다이 상에 화소들의 수가 증가될 수 있다.
- [0111] 도 8a 내지 도 8h는 일부 실시예들에 따른 예시적인 센서 회로들을 도시한다. 도 8a 내지 도 8h에서, 스위치 심볼은 선택 트랜지스터를 표현한다.
- [0112] 도 8a 내지 도 8d는 PMOS-타입 GCMD를 포함하는 예시적인 센서 회로들을 도시한다.
- [0113] 도 8a에서, GCMD의 게이트는 접지(V_G)에 연결되며, GCMD의 드레인은 저전압원(V_1)(예컨대, 접지)에 연결된다. GCMD의 소스는 스위치(또는 선택 트랜지스터)에 연결되며, 이는 고정 전압 $V_{constant2}$ 에 연결된다. 일부 실시예들에서, 몸체는 고전압원(V_{DD})에 연결된다.
- [0114] 도 8b에서, GCMD의 게이트는 고정 전압($V_{constant1}$)에 연결되며, GCMD의 드레인은 저전압원(V_1)(예컨대, 접지)에 연결된다. GCMD의 소스는 스위치(또는 선택 트랜지스터)에 연결되며, 이는 고정 전압 $V_{constant2}$ 에 연결된다. 일부 실시예들에서, 몸체는 고전압원(V_{DD})에 연결된다.

- [0115] 도 8c에서, GCMD의 게이트는 고정 전압($V_{\text{constant1}}$)에 연결되며, GCMD의 소스는 고전압원(V_{DD})에 연결된다. GCMD의 드레인은 스위치(또는 선택 트랜지스터)에 연결되며, 이는 고정 전압 $V_{\text{constant2}}$ 에 연결된다. 일부 실시예들에서, 몸체는 고전압원(V_{DD2})에 연결된다.
- [0116] 도 8d에서, GCMD의 게이트는 고정 전압($V_{\text{constant1}}$)에 연결되며, GCMD의 소스는 고전압원(V_{DD})에 연결된다. GCMD의 드레인은 스위치(또는 선택 트랜지스터)에 연결되며, 이는 가변 전압 V_{variable} 에 연결된다. 일부 실시예들에서, 몸체는 고전압원(V_{DD2})에 연결된다.
- [0117] 도 8e 내지 도 8h는 NMOS 타입 GCMD를 포함하는 예시적인 센서 회로들을 도시한다.
- [0118] 도 8e에서, GCMD의 게이트 및 드레인은 고전압원(V_{DD})에 연결된다. GCMD의 소스는 스위치(또는 선택 트랜지스터)에 연결되며, 이는 고정 전압 $V_{\text{constant2}}$ 에 연결된다. 일부 실시예들에서, 몸체는 접지에 연결된다.
- [0119] 도 8f에서, GCMD의 게이트는 고정 전압($V_{\text{constant1}}$)에 연결되며, GCMD의 드레인은 고전압원(V_{DD})에 연결된다. GCMD의 소스는 스위치(또는 선택 트랜지스터)에 연결되며, 이는 고정 전압 $V_{\text{constant2}}$ 에 연결된다. 일부 실시예들에서, 몸체는 접지에 연결된다.
- [0120] 도 8g에서, GCMD의 게이트는 고정 전압($V_{\text{constant1}}$)에 연결되며, GCMD의 소스는 접지에 연결된다. GCMD의 드레인은 스위치(또는 선택 트랜지스터)에 연결되며, 이는 고정 전압 $V_{\text{constant2}}$ 에 연결된다. 일부 실시예들에서, 몸체는 접지에 연결된다.
- [0121] 도 8h에서, GCMD의 게이트는 고정 전압($V_{\text{constant1}}$)에 연결되며, GCMD의 소스는 접지에 연결된다. GCMD의 드레인은 스위치(또는 선택 트랜지스터)에 연결되며, 이는 가변 전압 V_{variable} 에 연결된다. 일부 실시예들에서, 몸체는 접지에 연결된다.
- [0122] 도 8a 내지 도 8h에서, GCMD의 드레인 전류는 GCMD가 광에 노출되는지의 여부에 따라 변화한다. 따라서, 일부 실시예들에서, GCMD는, GCMD가 광에 노출될 때 I_{on} 를 제공하며 GCMD가 광에 노출되지 않을 때 I_{off} 를 제공하는 전류원으로서 모델링된다.
- [0123] 도 9a 내지 도 9c는 일부 실시예들에 따른 예시적인 변환기 회로들을 도시한다.
- [0124] 도 9a는 일부 실시예들에 따른 예시적인 변환기 회로(902)를 도시한다.
- [0125] 변환기 회로(902)는, 포토-감지 요소의 소스 단자 또는 드레인 단자와 전기적으로 커플링되지 않는, 제 1 센서 회로(예컨대, 도 6의 센서 회로)의 선택 트랜지스터의 소스 단자 또는 드레인 단자(예컨대, 도 6에서 전압 V_1 를 가진 단자)와 전기적으로 커플링된 입력 단자(예컨대, GCMD와 같은 포토-감지 요소로부터 I_{GCMD} 를 수신하는 입력 단자)를 가지는 제 1 트랜스임피던스 증폭기(904)(예컨대, 연산 증폭기)를 포함한다. 제 1 트랜스임피던스 증폭기(904)는 포토-감지 요소로부터의 전류 입력(예컨대, I_{GCMD})을 전압 출력(예컨대, V_{tamp})으로 변환시키도록 구성된다.
- [0126] 변환기 회로(902)는 또한 2개의 입력 단자들을 가진 차동 증폭기(906)를 포함한다. 2개의 입력 단자들 중 제 1 입력 단자는 제 1 트랜스임피던스 증폭기(904)의 전압 출력(예컨대, V_{tamp})과 전기적으로 커플링되며, 2개의 입력 단자들 중 제 2 입력 단자는 포토-감지 요소에 의해 제공된 베이스 전류에 대응하는 전압(예컨대, V_{BASE})을 제공하도록 구성되는 전압원과 전기적으로 커플링된다. 차동 증폭기는 전압 출력(예컨대, V_{tamp})과 전압원에 의해 제공된 전압(예컨대, V_{BASE}) 사이의 전압차에 기초하여 전압(예컨대, V_{damp})을 출력하도록 구성된다. 일부 실시예들에서, 차동 증폭기(906)는 연산 증폭기를 포함한다. 일부 실시예들에서, 차동 증폭기(906)는 트랜지스터 롱테일 페어(transistor long tailed pair)를 포함한다.
- [0127] 일부 실시예들에서, 변환기 회로(922)는 차동 증폭기(906)의 출력(예컨대, V_{tamp})에 전기적으로 커플링된 아날로그-대-디지털 변환기(908), 차동 증폭기(906)의 출력(예컨대, 전압 출력)(예컨대, V_{tamp})을 디지털 신호로 변환하도록 구성된 아날로그-대-디지털 변환기를 포함한다.

- [0128] 도 9b는 일부 실시예들에 따른 예시적인 변환기 회로(912)를 도시한다. 변환기 회로(912)는 도 9a에 도시된 변환기 회로(902)와 유사하다. 도 9a와 관련하여 설명된 특징들 중 일부는 변환기 회로(912)에 적용가능하다. 간결성을 위하여, 이러한 특징들의 설명은 여기에서 반복하지 않는다.
- [0129] 도 9b는 일부 실시예들에서 변환기 회로(912)의 제 1 트랜스임피던스 증폭기(904)가 연산 증폭기(910)를 포함한다는 것을 도시한다. 연산 증폭기(910)는 제 1 센서 회로의 선택 트랜지스터의 소스 단자 또는 드레인 단자(예컨대, 도 6에서 전압 V_1 을 가진 단자)와 전기적으로 커플링되는 비-반전(non-inverting) 입력 단자를 가진다. 연산 증폭기(910)는 또한 기준(reference) 전압 V_{REF} 를 제공하는 기준 전압원과 전기적으로 커플링되는 반전(inverting) 입력 단자를 가진다. 연산 증폭기(910)는 출력 단자를 가지며, 저항값 R 을 가진 저항기는, 그 저항기의 제 1 단부 상에서 비-반전 입력 단자에 연결되고 제 1 단부에 대항하는 저항기의 제 2 단부 상에서 출력 단자에 전기적으로 커플링된다.
- [0130] 동작시에, 전압 출력 V_{tamp} 는 다음과 같이 결정된다:
- [0131]
$$V_{tamp} = V_{REF} + R \cdot I_{GCMD}$$
- [0132] 또한, GCMD로부터의 전류는 다음과 같이 모델링될 수 있다:
- [0133]
$$I_{GCMD} = I_{off} \quad (\text{광 없음})$$
- [0134]
$$I_{GCMD} = I_{\Delta} + I_{off} \quad (\text{광})$$
- [0135] 일부 실시예들에서, 베이스 전류는 포토-감지 요소가 실질적으로 광을 수신하지 않는 동안 포토-감지 요소에 의해 제공되는 전류(I_{off})에 대응한다. I_{off} 가 제 1 트랜스임피던스 증폭기(904)에 의해 변환될 때, 대응하는 전압 V_{BASE} 는 다음과 같이 결정된다:
- [0136]
$$V_{BASE} = V_{REF} + R \cdot I_{off}$$
- [0137] 이후, V_{tamp} 와 V_{BASE} 사이의 전압차는 다음과 같다:
- [0138]
$$V_{tamp} - V_{BASE} = R \cdot I_{\Delta}$$
- [0139] 차동 증폭기(906)의 전압 출력 V_{damp} 는 다음과 같다:
- [0140]
$$V_{damp} = A \cdot R \cdot I_{\Delta}$$
- [0141] 여기서, A 는 차동 증폭기(906)의 차동 이득이다. 일부 실시예들에서, 차동 이득은 1, 2, 3, 5, 10, 20, 50 및 100 중 하나이다.
- [0142] 도 9b는 또한 일부 실시예들에서, 전압원이 디지털-대-아날로그 변환기(DAC)(916)이라는 것을 예시한다. 예컨대, DAC(916)는 V_{BASE} 를 제공하도록 구성된다.
- [0143] 도 9c는 일부 실시예들에 따른 예시적인 변환기 회로(922)를 도시한다. 변환기 회로(922)는 도 9a에 도시된 변환기 회로(902) 및 도 9b에 도시된 변환기 회로(912)와 유사하다. 도 9a 및 도 9b와 관련하여 설명된 특징들 중 일부는 변환기 회로(922)에 적용가능하다. 예컨대, 일부 실시예들에서, 변환기 회로(922)는 디지털-대-아날로그 변환기(916)를 포함한다. 일부 실시예들에서, 제 1 트랜스임피던스 증폭기(904)는 연산 증폭기(910)를 포함한다. 간결성을 위하여, 이러한 특징들의 설명은 여기에서 반복하지 않는다.
- [0144] 도 9c는 (V_{BASE} 를 제공하는) 전압원이 제 1 센서 회로와 구분되는 제 2 센서 회로와 전기적으로 커플링된 입력 단자를 가진 제 2 트랜스임피던스 증폭기(914)라는 것을 도시한다. 일부 실시예들에서, 제 2 트랜스임피던스 증폭기(914)의 입력 단자는 제 2 센서 회로의 선택 트랜지스터의 소스 단자 또는 드레인 단자와 전기적으로 커플링된다. 일부 실시예들에서, 제 2 센서 회로의 포토-감지 요소는, 제 2 센서 회로의 포토-감지 요소가 광을 수신하는 것이 방지되도록 광학적으로 커버링된다. 따라서, 제 2 센서 회로는 I_{off} 를 제 2 트랜스임피던스 증폭기(914)에 제공한다. 제 2 트랜스임피던스 증폭기(914)는 I_{off} 를 V_{BASE} 로 변환시킨다. 일부 실시예들에서, 제 2 트랜스임피던스 증폭기(914)는 연산 증폭기를 포함한다.

- [0145] 일부 실시예들에서, 제 1 트랜스임피던스 증폭기(904)는 멀티플렉서를 통해 복수의 센서 회로들의 개별 센서 회로와 전기적으로 커플링하도록 구성된다. 예컨대, 변환기 회로(922)는 멀티플렉서(916)에 커플링된다. 멀티플렉서는 열 어드레스를 수신하여 복수의 열 라인들 중 하나의 열 라인을 선택한다. 각각의 열 라인은 다수의 센서 회로들에 연결되며, 각각의 센서 회로는 ROW 신호를 수신하는 선택 트랜지스터를 가진다. 따라서, 열 어드레스 및 ROW 신호에 기초하여, 센서 회로들의 2-차원 어레이에서 하나의 센서 회로가 선택되며, 선택된 센서 회로로부터 출력된 전류는 멀티플렉서(916)를 통해 제 1 트랜스임피던스 증폭기(904)에 제공된다.
- [0146] 비록 도 9a 내지 도 9c가 선택된 실시예들을 도시할지라도, 변환기 회로가 도 9a 내지 도 9c에 설명된 특징들의 서브세트를 포함할 수 있다는 것에 주목해야 한다(예컨대, 변환기 회로(922)는 제 2 트랜스임피던스 증폭기(914) 없이 멀티플렉서(916)와 커플링될 수 있다). 일부 실시예들에서, 변환기 회로는 도 9a 내지 도 9c와 관련하여 설명되지 않은 추가 특징들을 포함한다.
- [0147] 도 10은 일부 실시예들에 따른 예시적인 이미지 센서 디바이스를 도시한다.
- [0148] 일부 실시예들에 따라, 이미지 센서 디바이스는 센서들의 어레이를 포함한다. 센서들의 어레이의 개별 센서는 센서 회로(예컨대, 도 8a 내지 도 8h)를 포함한다.
- [0149] 일부 실시예들에서, 이미지 센서 디바이스는 변환기 회로(예컨대, 도 9a 내지 도 9c)를 포함한다.
- [0150] 일부 실시예들에서, 센서들의 어레이는 센서들의 다수의 행들을 포함한다(예컨대, 센서들의 적어도 2개의 행들이 도 10에 도시된다). 개별 행의 센서들의 경우에, 선택 트랜지스터들의 게이트 단자들은 공통 선택 라인에 전기적으로 커플링된다. 예컨대, 도 10에 도시된 바와 같이, 최상부 행에서의 센서 회로들의 게이트 단자들은 동일한 신호 라인에 전기적으로 커플링된다.
- [0151] 일부 실시예들에서, 센서들의 어레이는 센서들의 다수의 열들을 포함한다(예컨대, 센서들의 적어도 3개의 열들이 도 10에 도시된다). 개별 열의 센서들의 경우에, 선택 트랜지스터들의 소스 단자들 또는 드레인 단자들 중 하나(즉, 선택 트랜지스터들의 소스 단자들 또는 선택 트랜지스터들의 드레인 단자들 중 하나)는 공통 열 라인에 전기적으로 커플링된다. 예컨대, 도 10에 도시된 바와 같이, 센서들의 좌측 열에 있는 선택 트랜지스터들의 드레인 단자들은 동일한 열 라인에 전기적으로 커플링된다.
- [0152] 도 11a 내지 도 11e는 일부 실시예들에 따른 반도체 광 센서 디바이스를 제조하기 위한 예시적인 방법을 도시한다.
- [0153] 도 11a는 반도체 광 센서 디바이스를 형성하는 것이 실리콘 기판(102)상에 제 3 반도체 영역(108)을 형성하는 것을 포함한다는 것을 도시한다. 일부 실시예들에서, 제 3 반도체 영역(108)은 기판(102) 상에서 에피택셜 성장된다.
- [0154] 도 11b는 실리콘 기판(102)의 상방에, 제 1 타입의 도펀트로 도핑된 제 1 반도체 영역(104)을 형성하는 것을 도시한다.
- [0155] 일부 실시예들에서, 제 1 반도체 영역(104)은 제 1 반도체 영역(104)을 에피택셜 성장시킴으로써 형성된다.
- [0156] 일부 실시예들에서, 제 1 반도체 영역(104)은 제 1 반도체 영역(104)이 성장되는 동안 제 1 타입(예컨대, n-타입)의 도펀트로 인-시튜(in-situ) 도핑된다.
- [0157] 일부 실시예들에서, 제 1 반도체 영역(104)은 이온 주입 프로세스 또는 기상 확산 프로세스를 사용하여 제 1 타입(예컨대, n-타입)의 도펀트로 도핑된다. 일부 실시예들에서, 제 1 반도체 영역(104)은 이온 주입 프로세스를 사용하여 제 1 타입(예컨대, n-타입)의 도펀트로 도핑된다. 일부 실시예들에서, 제 1 반도체 영역(104)은 기상 확산 프로세스를 사용하여 제 1 타입(예컨대, n-타입)의 도펀트로 도핑된다.
- [0158] 도 11c는 실리콘 기판(102)의 상방에, 제 2 타입의 도펀트로 도핑된 제 2 반도체 영역(106)을 형성하는 것을 도시한다. 제 2 반도체 영역(106)은 제 1 반도체 영역(104)의 상방에 배치된다. 제 1 타입(예컨대, n-타입)은 제 2 타입(예컨대, p-타입)과 구분된다.
- [0159] 일부 실시예들에서, 제 2 반도체 영역(106)은 제 2 반도체 영역(106)을 에피택셜 성장시킴으로써 형성된다.
- [0160] 일부 실시예들에서, 제 2 반도체 영역(106)은 제 2 반도체 영역(106)이 성장되는 동안 제 2 타입(예컨대, p-타입 및 특히 p+)의 도펀트로 인-시튜 도핑된다.
- [0161] 일부 실시예들에서, 제 2 반도체 영역(106)은 이온 주입 프로세스 또는 기상 확산 프로세스를 사용하여 제 2 타

입(예컨대, p-타입 및 특히 p+)의 도펀트로 도핑된다. 일부 실시예들에서, 제 2 반도체 영역(106)은 이온 주입 프로세스를 사용하여 제 2 타입(예컨대, p-타입 및 특히 p+)의 도펀트로 도핑된다. 일부 실시예들에서, 제 2 반도체 영역(106)은 기상 확산 프로세스를 사용하여 제 2 타입(예컨대, p-타입 및 특히 p+)의 도펀트로 도핑된다.

[0162] 일부 실시예들에서, 제 2 반도체 영역(106)은, 제 1 반도체 영역(104)이 이온 주입 프로세스 또는 기상 확산 프로세스를 사용하여 제 1 타입의 도펀트로 도핑된 이후에, 이온 주입 프로세스를 사용하여 제 2 타입(예컨대, p-타입 및 특히 p+)의 도펀트로 도핑된다. 일부 실시예들에서, 제 2 반도체 영역(106)은, 제 1 반도체 영역(104)이 이온 주입 프로세스를 사용하여 제 1 타입의 도펀트로 도핑된 이후에, 이온 주입 프로세스를 사용하여 제 2 타입(예컨대, p-타입 및 특히 p+)의 도펀트로 도핑된다. 일부 실시예들에서, 제 2 반도체 영역(106)은, 제 1 반도체 영역(104)이 기상 확산 프로세스를 사용하여 제 1 타입의 도펀트로 도핑된 이후에, 이온 주입 프로세스를 사용하여 제 2 타입(예컨대, p-타입 및 특히 p+)의 도펀트로 도핑된다.

[0163] 도 11d는 제 2 반도체 영역(106)의 상부에 게이트 절연층(110)을 형성하는 것을 도시한다. 제 2 반도체 영역(106)의 하나 이상의 부분들은 소스 및 드레인을 정의하기 위하여 게이트 절연층(110)으로부터 노출된다. 예컨대, 게이트 절연층(110)은 소스 및 드레인을 노출시키기 위하여 (예컨대, 마스크를 사용하여) 패턴 에칭된다.

[0164] 도 1a 및 도 1b와 관련하여 설명된 바와 같이, 제 2 반도체 영역(106)은 게이트 절연층(110)을 향하는 최상부 표면을 가진다. 제 2 반도체 영역(106)은 제 2 반도체 영역(106)의 최상부 표면에 대향하는 최하부 표면을 가진다. 제 2 반도체 영역(106)은 제 2 반도체 영역(106)의 최상부 표면을 포함하는 상위 부분을 가진다. 제 2 반도체 영역(106)은 제 2 반도체 영역(106)의 최하부 표면을 포함하며 상위 부분과 상호 배타적인 하위 부분을 가진다. 제 1 반도체 영역(104)은 제 2 반도체 영역(106)의 상위 부분 및 하위 부분 모두와 접촉하고 있다. 제 1 반도체 영역(104)은, 적어도 게이트(112)의 아래에 배치된 위치에서, 제 2 반도체 영역(106)의 상위 부분과 접촉하고 있다.

[0165] 도 11e는 게이트 절연층(110)의 상부에 배치된 게이트(112)를 형성하는 것을 도시한다.

[0166] 일부 실시예들에서, 센서 어레이를 형성하는 방법은 공통 실리콘 기판상에 복수의 디바이스들을 동시에 형성하는 단계를 포함한다. 예컨대, 다수의 디바이스들의 제 3 반도체 영역들은 단일 에피택셜 성장 프로세스에서 동시에 형성될 수 있다. 그 다음, 다수의 디바이스들의 제 1 반도체 영역들은 단일 에피택셜 성장 프로세스에서 동시에 형성될 수 있다. 이후, 다수의 디바이스들의 제 2 반도체 영역들은 단일 이온 주입 프로세스에서 동시에 형성될 수 있다. 유사하게, 다수의 디바이스들의 게이트 절연층들은 동시에 형성될 수 있으며, 다수의 디바이스들의 게이트들은 동시에 형성될 수 있다.

[0167] 일부 실시예들에 따라, 광을 감지하기 위한 방법은 포토-감지 요소(예컨대, 도 6의 GCMD)를 광에 노출시키는 단계를 포함한다.

[0168] 방법은 또한 (예컨대, 선택 트랜지스터(604)(도 6)에 고정 전압 V_1 을 인가하고 V_R 을 인가함으로써) 포토-감지 요소의 소스 단자에 고정 전압을 제공하는 것을 포함한다. GCMD 상의 광의 강도에 기초하여, GCMD의 드레인 전류는 변화한다.

[0169] 일부 실시예들에서, 방법은 포토-감지 요소(예컨대, GCMD)의 드레인 전류에 기초하여 광의 강도를 결정하는 것을 포함한다. 드레인 전류의 변화는 포토-감지 요소에 의해 광이 검출되는지의 여부를 나타낸다.

[0170] 일부 실시예들에서, 드레인 전류를 측정하는 것은 드레인 전류를 전압 신호로 변환하는 것(예컨대, 드레인 전류 I_{GCMD} 를 V_{tamp} 로 변환하는 단계, 도 9a)을 포함한다.

[0171] 일부 실시예들에서, 드레인 전류를 전압 신호로 변환하는 것은 트랜스임피던스 증폭기(예컨대, 트랜스임피던스 증폭기(904), 도 9a)를 사용하여 드레인 전류를 전압 신호로 변환시키는 것을 포함한다.

[0172] 일부 실시예들에서, 드레인 전류를 측정하는 것은 본 개시에서 설명된 임의의 변환기 회로(예컨대, 도 9a 내지 도 9c)를 사용하는 것을 포함한다.

[0173] 일부 실시예들에서, 방법은 센서 회로의 선택 트랜지스터(예컨대, 선택 트랜지스터(604), 도 6)를 활성화하는 것을 포함한다. 선택 트랜지스터를 활성화하는 것은 드레인 전류가 선택 트랜지스터를 통해 흐르도록 하며, 따라서 드레인 전류의 측정이 가능하게 된다.

[0174] 일부 실시예들에서, 포토-감지 요소를 광에 노출시키기 전에 포토-감지 요소의 소스 단자에 고정 전압이 제공된다. 예컨대, 도 6에서, 선택 트랜지스터(604)는 포토-감지 요소(602)를 광에 노출시키기 전에 활성화된다.

- [0175] 일부 실시예들에서, 포토-감지 요소를 광에 노출시킨 이후에 포토-감지 요소의 소스 단자에 고정 전압이 제공된다. 예컨대, 도 6에서, 포토-감지 요소(602)를 광에 노출시킨 이후에 선택 트랜지스터(604)가 활성화된다.
- [0176] 일부 실시예들에 따라, 광 이미지를 검출하기 위한 방법은 본 개시에서 설명된 임의의 센서들의 어레이(예컨대, 도 10)를 광의 패턴에 노출시키는 것을 포함한다.
- [0177] 방법은 또한, 센서들의 어레이에서의 개별 센서의 포토-감지 요소에 대하여, 개별 이미지 센서의 포토-감지 요소의 소스 단자에 개별 전압을 제공하는 것을 포함한다. 예컨대, 개별 센서의 선택 트랜지스터(예컨대, 선택 트랜지스터(604), 도 6)는 활성화되어 개별 전압을 제공하며, 따라서 개별 센서의 드레인 전류의 측정이 가능하게 된다.
- [0178] 방법은 포토-감지 요소(예컨대, 포토-감지 요소(602))의 드레인 전류를 측정하는 것을 더 포함한다.
- [0179] 일부 실시예들에서, 센서들의 어레이에서의 포토-감지 요소들의 소스 단자들은 개별 전압들을 동시에 수신한다. 예컨대, 개별 전압들은, 다수의 포토-감지 요소들의 동시 판독을 위하여, 다수의 포토-감지 요소들(예컨대, 동일한 행의 포토-감지 요소들)에 동시에 인가된다.
- [0180] 일부 실시예들에서, 센서들의 어레이에서의 포토-감지 요소들의 소스 단자들은 개별 전압들을 순차적으로 수신한다. 예컨대, 다수의 포토-감지 요소들의 순차 판독을 위해, 다수의 포토-감지 요소들(예컨대, 동일한 열의 포토-감지 요소들)에 개별 전압들이 순차적으로 인가된다.
- [0181] 일부 실시예들에서, 센서들의 어레이에서의 포토-감지 요소들의 소스 단자들은 동일한 전압을 수신한다.
- [0182] 일부 실시예들에서, 센서들의 어레이에서의 포토-감지 요소들의 드레인 전류들은 일괄처리(batch)로 측정된다. 예컨대, 동일한 행에서의 포토-감지 요소들의 드레인 전류들은 일괄처리로(예컨대, 세트로서) 측정된다.
- [0183] 일부 실시예들에서, 센서들의 어레이에서의 포토-감지 요소들의 드레인 전류들은 동시에 측정된다. 예컨대, 동일한 행에서의 포토-감지 요소들의 드레인 전류들은 동시에 측정된다.
- [0184] 일부 실시예들에서, 센서들의 어레이에서의 포토-감지 요소들의 드레인 전류들은 순차적으로 측정된다. 예컨대, 동일한 열에서의 포토-감지 요소들의 드레인 전류들은 동시에 측정된다.
- [0185] 도 12a 내지 도 12e는 일부 실시예에 따른 분광계를 도시한다.
- [0186] 도 12a 내지 도 12e에서, 분광계는 가시 파장 성분(예를 들어, 600 nm와 같은 가시 파장을 갖는 광) 및 단파장 적외선 파장 성분(예를 들어, 1500 nm와 같은 단파장 적외선 파장을 갖는 광)을 포함하는 광을 수신하기 위한 입력 개구(1106)를 포함한다. 일부 실시예에서, 입력 개구(1106)에 의해 수신된 광은 가시 파장에서부터 단파장 적외선 파장(예를 들어, 600 nm 내지 1500 nm의 광)까지 범위의 연속 스펙트럼을 갖는다. 일부 실시예에서, 입력 개구(1106)에 의해 수신된 광은 하나 이상의 가시 파장 및/또는 하나 이상의 단파장 적외선 파장에서 이산 피크를 갖는다. 일부 실시예에서, 입력 개구(1106)는 입력 개구 상에 수신된 광의 투과를 차단하기 위해 코팅된 기관의 제1 부분 및, 제1 부분과 구분되는, 입력 개구 상에 수신된 광의 적어도 일부의 투과를 허용하도록 구성된 기관의 제2 부분(예를 들어, 제2 부분은 제1 부분과 중첩되지 않음)을 갖는 기관을 포함한다. 일부 실시예에서, 입력 개구(1106)는 유리 기관을 포함한다. 일부 실시예에서, 입력 개구(1106)는 사파이어 기관을 포함한다. 일부 실시예에서, 입력 개구(1106)는 가시광 및 단파장 적외선 광에 광학적으로 투명한 플라스틱 기관(예를 들어, 폴리카보네이트 기관)을 포함한다. 일부 실시예에서, 코팅은 입사광(예를 들어, 샘플 또는 타겟 물체로부터의 광)을 향한, 기관의 표면 상에 위치된다. 일부 실시예에서, 코팅은 입사광으로부터 멀어지는 방향을 향하는, 기관의 표면 상에 위치된다. 일부 실시예에서, 입력 개구(1106)는 선행 개구(예를 들어, 입구 슬릿)이다. 입력 개구(1106)는 가시 파장 성분 및 단파장 적외선 파장 성분 모두를 투과시키도록 구성된다. 예를 들어, 입력 개구(1106)는 가시 및 단파장 적외선 파장 범위에서 적어도 60%의 투과율을 가짐). 일부 실시예에서, 입력 개구(1106)는 특정 파장 범위에서 광의 투과를 감소시키도록 구성된다(예를 들어, 입력 개구(1106)는 자외광의 투과를 감소시키도록 구성됨).
- [0187] 분광계는 또한 입력 개구로부터의 광을 중계하도록 구성된 하나 이상의 렌즈의 제1 세트(1107)를 포함한다. 일부 실시예에서, 하나 이상의 렌즈의 제1 세트(1107)는 입력 개구로부터의 광을 시준하도록 구성된다. 일부 실시예에서, 하나 이상의 렌즈의 제1 세트(1107)는 가시 및 단파장 적외선 파장에서 하나 이상의 수차(예를 들어, 색수차)를 감소시키도록 구성된 더블릿(doublet)을 포함한다. 일부 실시예에서, 하나 이상의 렌즈의 제1 세트(1107)는 트리플릿(triplet) 또는 복수의 렌즈(예를 들어, 함께 접합된 복수의 렌즈 또는 복수의 개별 렌즈)의

임의의 다른 조합을 포함한다. 하나 이상의 렌즈의 제1 세트(1107)는 가시 파장 성분 및 단파장 적외선 파장 성분 모두를 투과시키도록 구성된다.

[0188] 분광계는 하나 이상의 렌즈의 제1 세트(1107)로부터의 광을 분산시키도록 구성된 분산 광학 요소(1108)(예를 들어, 프리즘)와 같은 하나 이상의 분산 광학 요소를 추가로 포함한다. 하나 이상의 렌즈의 제1 세트(1107)로부터의 광은 가시 파장 성분 및 단파장 적외선 파장 성분을 포함한다. 일부 실시예에서, 하나 이상의 분산 광학 요소는 하나 이상의 투과 분산 광학 요소(예를 들어, 부피 홀로그래픽 투과 격자)를 포함한다. 하나 이상의 분산 광학 요소는 가시 파장 성분 및 단파장 적외선 파장 성분 모두를 투과시키도록 구성된다.

[0189] 일부 실시예에서, 하나 이상의 분산 광학 요소는 하나 이상의 프리즘을 포함한다. 회절 격자는 광을 다중 차수로 분산시키도록 구성되며, 특정 파장의 광은 복수의 방향으로 분산된다. 따라서, 2개의 상이한 파장 성분이 동일한 방향으로 분산될 수 있다(예를 들어, 500 nm 광의 2차 회절 및 1000 nm 광의 1차 회절이 중첩되고; 유사하게, 500 nm 광의 3차 회절, 750 nm 광의 2차 회절 및 1500 nm 광의 1차 회절이 중첩됨). 이것은 분광계에 의해 동시에 분석될 수 있는 파장 범위를 제한한다. 프리즘은 특정 파장의 빛을 복수의 방향으로 분산시키지 않는다. 따라서, 프리즘의 사용은 동시에 분석될 수 있는 광의 파장 범위를 상당히 증가시킬 수 있다. 일부 실시예에서, 하나 이상의 프리즘은 하나 이상의 등변 프리즘을 포함한다.

[0190] 분광계는 분산된 광을 포커싱하도록 구성된 하나 이상의 렌즈의 제2 세트(1109)를 포함한다. 일부 실시예에서, 하나 이상의 렌즈의 제2 세트(1109)는 가시 및 단파장 적외선 파장에서 하나 이상의 수차(예를 들어, 색수차)를 감소시키도록 구성된 더블릿을 포함한다. 일부 실시예에서, 하나 이상의 렌즈의 제2 세트(1109)는 트리플릿 또는 복수의 렌즈(예를 들어, 함께 접합된 복수의 렌즈 또는 복수의 개별 렌즈)의 임의의 다른 조합을 포함한다. 하나 이상의 렌즈의 제2 세트(1109)는 가시 파장 성분 및 단파장 적외선 파장 성분 모두를 투과시키도록 구성된다. 일부 실시예에서, 하나 이상의 렌즈의 제2 세트(1109)에 의해 포커싱된 광은 600 nm 내지 1500 nm의 파장 범위의 광을 포함한다.

[0191] 분광계는 하나 이상의 렌즈의 제2 세트(1109)로부터의 광을 전기 신호로 변환하도록 구성된 어레이 검출기(1112)(예를 들어, 도 10에 나타난 이미지 센서 디바이스와 같은, 본 개시에 설명되는 게이트-제어 전하 변조 디바이스의 2차원 어레이)를 포함한다. 전기 신호는 가시 파장 성분의 강도를 나타내는 전기 신호 및 단파장 적외선 파장 성분의 강도를 나타내는 전기 신호를 포함한다.

[0192] 일부 실시예에서, 어레이 검출기(1112)는 가시 파장 성분 및 단파장 적외선 파장 성분을 전기 신호로 변환할 수 있는 연속(contiguous) 검출기 어레이를 포함한다(예를 들어, 단일 검출기 어레이가 가시 파장 성분의 강도를 나타내는 전기 신호 및 단파장 적외선 파장 성분의 강도를 나타내는 전기 신호 모두를 생성함).

[0193] 일부 실시예에서, 연속 검출기 어레이는 1500 nm 파장의 광에 대해 적어도 20%의 양자 효율을 갖는다. 일부 실시예에서, 연속 검출기 어레이는 600 nm 파장의 광에 대해 적어도 20%의 양자 효율을 갖는다. 일부 실시예에서, 연속 검출기 어레이는 게르마늄 검출기 어레이이다.

[0194] 일부 실시예에서, 연속 검출기 어레이는 광을 감지하기 위한 디바이스의 2차원 어레이(예를 들어, 광을 감지하기 위한 디바이스의 100 X 100 어레이)를 포함한다. 일부 실시예에서, 디바이스의 2차원 어레이의 각각의 디바이스는 전하 변조 디바이스이다. 일부 실시예에서, 디바이스의 2차원 어레이의 각각의 디바이스는 전하 변조 디바이스이다. 일부 실시예에서, 연속 검출기 어레이는 광을 감지하기 위한 디바이스의 1차원 어레이(예를 들어, 광을 감지하기 위한 디바이스의 100 X 1 어레이)를 포함한다.

[0195] 일부 실시예에서, 어레이 검출기(1112)는 광을 감지하기 위한 디바이스의 2차원 어레이이다. 이러한 실시예에서, 분광계는 하이퍼스펙트럼 이미징에 사용될 수 있다.

[0196] 도 12a 내지 도 12e에서, 어레이 검출기(1112)는 입력 개구(1106)로부터 하나 이상의 렌즈의 제2 세트(1109)까지의 광학 경로에 의해 규정된 평면(예를 들어, 입력 개구(1106)로부터 하나 이상의 렌즈의 제1 세트(1107)까지의 광학 경로, 하나 이상의 렌즈의 제1 세트(1107)로부터 분산 광학 요소(1108)까지의 광학 경로, 분산 광학 요소(1108)로부터 하나 이상의 렌즈의 제2 세트(1109)까지의 광학 경로를 포함하는 평면)에 평행하게 위치된다. 일부 실시예에서, 어레이 검출기(1112)는 입력 개구(1106)로부터 하나 이상의 렌즈의 제2 세트(1109)까지의 임의의 광학 경로와 실질적으로 평행하다(예를 들어, 어레이 검출기(1112)의 표면 법선 및 각각의 광학 경로에 의해 규정된 각도는 예를 들어, 45 도, 60 도 또는 75 도 초과임). 예를 들어, 일부 경우에, 어레이 검출기(1112)는 분광계의 바닥 상에 편평하게 놓인다. 이것은 분광계의 크기를 추가로 감소시킨다.

[0197] 분광계는 선택적으로 검출 윈도우(1101), 샘플을 조명하기 위한 하나 이상의 광원(예를 들어, 가시 광원(1102))

및/또는 적외선 광원(1103)) 및/또는 물체(또는 샘플)로부터의 광을 입력 개구 상으로 포커싱하기 위한 하나 이상의 렌즈의 제3 세트(1104)를 포함한다. 예를 들어, 하나 이상의 렌즈의 제3 세트(1104)는 물체로부터 입력 개구 상으로의 확산 반사를 포커싱한다. 검출 윈도우(1101) 및 하나 이상의 렌즈의 제3 세트(1104)는 가시 파장 성분 및 단파장 적외선 파장 성분 모두를 투과시키도록 구성된다. 일부 실시예에서, 하나 이상의 광원은 가시 파장 성분에 대응하는 광 및 단파장 적외선 파장 성분에 대응하는 광을 동시에 방출하도록 구성된 광대역 광원을 포함한다. 일부 실시예에서, 하나 이상의 광원은 가시 파장 성분에 대응하는 광을 방출하도록 구성된 하나 이상의 가시 광원(예를 들어, 가시 광원(1102)) 및 단파장 적외선 파장 성분에 대응하는 광을 방출하도록 구성된 하나 이상의 단파장 적외선 광원(예를 들어, 단파장 적외선 광원(1103))을 포함한다.

[0198] 일부 실시예에서, 분광계는 광을 지향시키기 위한 하나 이상의 미러를 포함한다. 도 12a에서, 분광계는 하나 이상의 렌즈의 제2 세트(1109)로부터 어레이 검출기(1112)를 향해 광을 반사시키도록 구성된 미러(1110)를 포함한다. 일부 실시예에서, 미러(1110)로부터의 광의 광 축은 하나 이상의 렌즈의 제1 세트(1107)와 하나 이상의 분산 광학 요소(예를 들어, 분산 광학 요소(1108)) 사이의 광 축에 실질적으로 평행하다(예를 들어, 미러(1110)로부터의 광의 광 축 및 하나 이상의 렌즈의 제1 세트(1107)와 하나 이상의 분산 광학 요소 사이의 광 축에 의해 형성된 각도는 30 도 이하임). 도 12a에서, 분광계는 하나 이상의 렌즈의 제2 세트(1109)와 어레이 검출기(1112) 사이의 미러(1110) 및 미러(1111)를 포함한다. 미러(1110)는 하나 이상의 렌즈의 제2 세트(1109)로부터 미러(1111)로 광을 중계하도록 구성된다. 일부 실시예에서, 미러(1111)는 미러(1110)로부터의 광을 어레이 검출기(1112)를 향해 90 도만큼 반사시키도록 구성된다.

[0199] 도 12a에서, 분광계는 또한 하나 이상의 렌즈의 제3 세트(1104)로부터 입력 개구(1106)를 향하여 광을 중계하기 위한 미러(1105)를 포함한다.

[0200] 검출기 어레이(1112)를 포함하여, 도 12a에 나타난 전체 분광계의 크기는 길이 4.3 cm, 폭 3.3 cm, 높이 0.7 cm 또는 그보다 작다.

[0201] 도 12b는 도 12a에 나타난 분광계의 사시도의 개략도이다.

[0202] 도 12b에서, 도 12a에 나타내지 않은 추가 구성 요소가 또한 도시되어 있다. 예를 들어, 가시 광원(1102) 및 적외선 광원(1103)에 인접하여 위치된 하나 이상의 배플(baffle)이 있다.

[0203] 입력 개구(1106)가 하나 이상의 렌즈의 제3 세트(1104)와 미러(1105) 사이에 위치된다는 점을 제외하고, 도 12c에 나타난 분광계는 도 12a에 나타난 분광계와 유사하다. 따라서, 미러(1105)는 입력 개구(106)로부터의 광을 하나 이상의 렌즈의 제1 세트(107)를 향해 반사시키도록 구성된다.

[0204] 미러(1105 및 1110)가 사용되지 않는다는 점을 제외하고는, 도 12d에 나타난 분광계는 도 12a 및 도 12c에 나타난 분광계와 유사하다. 대신, 입력 개구(1106) 및 하나 이상의 렌즈의 제1 세트(1107)는 선형으로 위치된다(예를 들어, 하나 이상의 렌즈의 제1 세트(1107)의 광 축은 입력 개구(1106)와 정렬됨).

[0205] 일부 실시예에서, 분광계는 하나 이상의 렌즈의 제1 세트로부터의 광을 하나 이상의 분산 광학 요소를 향해 반사시키도록 구성된 하나 이상의 미러를 포함하여, 하나 이상의 분산 광학 요소로부터의 분산된 광은 하나 이상의 렌즈의 제1 세트로부터의 광에 실질적으로 평행하다(예를 들어, 하나 이상의 렌즈의 제1 세트로부터의 광 및 하나 이상의 분산 광학 요소로부터의 분산된 광은 30 도, 20 도, 15 도, 10 도 또는 5 도 미만의 각도를 형성함). 일부 실시예에서, 분광계는 하나 이상의 렌즈의 제1 세트로부터의 광을 하나 이상의 분산 광학 요소를 향해 반사시키도록 구성된 적어도 2개의 미러를 포함하여, 하나 이상의 분산 광학 요소로부터의 분산된 광이 하나 이상의 렌즈의 제1 세트로부터의 광에 실질적으로 평행하다. 예를 들어, 도 12e에 나타난 분광계가 하나 이상의 렌즈의 제1 세트(1107)로부터의 광을 하나 이상의 분산 광학 요소(1108)를 향해 반사시키도록 구성된 미러(1113 및 1114)를 포함하여, 하나 이상의 분산 광학 요소(1108)로부터의 분산된 광이 하나 이상의 렌즈의 제1 세트(1107)로부터의 광과 실질적으로 평행하다는 점을 제외하고, 도 12e에 나타난 분광계는 도 12d에 나타난 분광계와 유사하다. 도 12e에 나타난 구성은 콤팩트 분광계를 허용한다. 예를 들어, 도 12e에 나타난 분광계의 크기는 길이 10 cm, 폭 1.5 cm, 높이 0.7 cm 또는 그보다 작다.

[0206] 일부 실시예에서, 분광계는 하나 이상의 렌즈의 제1 세트로부터의 광을 하나 이상의 분산 광학 요소를 향해 반사시키도록 구성된 하나 이상의 미러를 포함하여, 하나 이상의 렌즈의 제2 세트로부터의 광이 하나 이상의 렌즈의 제1 세트로부터의 광에 실질적으로 평행하다(예를 들어, 하나 이상의 렌즈의 제1 세트의 광 축 및 하나 이상의 렌즈의 제2 세트의 광 축은 30 도, 20 도, 15 도, 10 도 또는 5 도 미만의 각도를 형성함). 일부 실시예에서, 분광계는 하나 이상의 렌즈의 제1 세트로부터의 광을 하나 이상의 분산 광학 요소를 향해 반사시키

도록 구성된 적어도 2개의 미러를 포함하여, 하나 이상의 렌즈의 제2 세트로부터의 광은 하나 이상의 렌즈의 제1 세트로부터의 광에 실질적으로 평행하다. 예를 들어, 도 12e에 나타난 분광계는 하나 이상의 렌즈의 제1 세트(1107)로부터의 광을 하나 이상의 분산 광학 요소(1108)를 향해 광을 반사하는 미러(1113 및 1114)를 포함하여, 하나 이상의 분산 광학 요소(1108)로부터의 분산된 광은 하나 이상의 렌즈의 제1 세트(1107)로부터의 광에 실질적으로 평행하다.

[0207] 일부 실시예에 따르면, 가시광 및 단파장 적외선 광을 동시에 분석하기 위한 방법은 가시 파장 성분의 적어도 일부 및 단파장 적외선 파장 성분의 적어도 일부가 장치의 어레이 검출기 상에 동시에 충돌하도록 가시 파장 성분 및 단파장 적외선 파장 성분을 포함하는 광을 상술한 장치의 임의의 실시예로 수신하는 단계; 및 가시 파장 성분의 강도 및 단파장 적외선 파장 성분의 강도를 획득하기 위해 어레이 검출기로부터의 전기 신호를 프로세싱하는 단계를 포함한다.

[0208] 도 13은 일부 실시예에 따른 분광계를 도시한다.

[0209] 프리즘 조립체(1310)가 미러(1113 및 1114)와 분산 광학 요소(1108)의 조합 대신에 사용된다는 점을 제외하고는 도 13에 나타난 분광계는 도 12e에 나타난 분광계와 유사하다. 본 출원의 발명자들은 하나 이상의 미러(예를 들어, 미러(1113 또는 1114))와 같은 광학 요소의 회전이 분광계의 오정렬에 기여한다는 것을 발견했다. 본 출원의 발명자들은 미러(1113 및 1114)와 분산 광학 요소(1108)의 조합을 프리즘 조립체(1310)로 대체함으로써 (분산 광학 요소(1108)에 대한) 하나 이상의 미러(1113 및 1114)의 회전에 의해 야기된 분광계의 오정렬을 감소시켰으며, 이는 도 16을 참조하여 추가적으로 설명된다. 또한, 도 13에 나타난 분광계는 도 12e에 나타난 분광계보다 더욱 컴팩트하며(예를 들어, 더 좁음), 이는 분광계의 휴대성을 향상시킨다.

[0210] 따라서, 도 13에 나타난 분광계(예를 들어, 광을 분석하기 위한 장치)는 광을 수신하기 위한 입력 개구(1106); 입력 개구로부터의 광을 중계하도록 구성된 하나 이상의 렌즈의 제1 세트(1107); 및 하나 이상의 렌즈의 제1 세트로부터의 광을 분산시키도록 구성된 프리즘 조립체(1310)를 포함한다. 프리즘 조립체는 제1 프리즘, 제1 프리즘과 구분되는 제2 프리즘, 및 제1 프리즘 및 제2 프리즘과 구분되는 제3 프리즘을 포함하는 복수의 프리즘을 포함한다(예를 들어, 3개의 프리즘을 갖는 도 14a에 나타난 프리즘 조립체(1310) 또는 5개의 프리즘을 갖는 도 15a에 나타난 프리즘 조립체). 제1 프리즘은 제2 프리즘과 기계적으로 커플링되고, 제2 프리즘은 제3 프리즘과 기계적으로 커플링된다. 분광계는 또한 프리즘 조립체로부터 분산된 광을 포커싱하도록 구성된 하나 이상의 렌즈의 제2 세트(1109); 및 하나 이상의 렌즈의 제2 세트로부터의 광을 전기 신호로 변환하도록 구성된 어레이 검출기(1112)를 포함한다.

[0211] 일부 실시예에서, 도 13에 나타난 분광계는 도 12a 내지 도 12e와 관련하여 설명된 분광계의 하나 이상의 특성 및 특징을 갖는다. 간결성을 위해, 이러한 상세 사항은 본 개시에서 반복되지 않는다.

[0212] 일부 실시예에서, 프리즘 조립체(1310) 및 하나 이상의 렌즈의 제2 세트(1109)는 프리즘 조립체(1310)로부터의 광이 임의의 미러에 의해 반사되지 않고 하나 이상의 렌즈의 제2 세트(1109)를 통과하도록 위치된다(예를 들어, 도 13).

[0213] 일부 실시예에서, 하나 이상의 렌즈의 제2 세트(1109) 및 어레이 검출기는 하나 이상의 렌즈의 제2 세트(1109)로부터의 광이 임의의 미러에 의해 반사되지 않고 어레이 검출기(1112)로 향하도록 위치된다.

[0214] 일부 실시예에서, 하나 이상의 렌즈의 제2 세트(1109) 및 어레이 검출기는 하나 이상의 렌즈의 제2 세트(1109)로부터의 광이 단지 하나의 미러(예를 들어, 도 13의 미러(1111))에 의해 반사된 후 어레이 검출기(1112)로 향하도록 위치된다.

[0215] 일부 실시예에서, 하나 이상의 렌즈의 제1 세트(1107)의 광 축은 하나 이상의 렌즈의 제2 세트(1109)의 광 축에 평행하다. 일부 실시예에서, 하나 이상의 렌즈의 제1 세트(1107)의 광 축은 프리즘 조립체(1310)의 광 축에 평행하다. 일부 실시예에서, 하나 이상의 렌즈의 제2 세트(1109)의 광 축은 프리즘 조립체(1310)의 광 축에 평행하다. 이것은 컴팩트 분광계를 가능하게 한다.

[0216] 일부 실시예에서, 하나 이상의 렌즈의 제1 세트(1107)의 광 축은 프리즘 조립체(1310)의 입구 표면에 수직이다.

[0217] 일부 실시예에서, 하나 이상의 렌즈의 제2 세트(1109)의 광 축은 프리즘 조립체(1310)의 출구 표면에 수직이다.

[0218] 도 14a 내지 도 14c는 일부 실시예에 따른 프리즘 조립체(1310) 및 그 구성 요소를 도시한다.

[0219] 도 14a에 나타난 프리즘 조립체(1310)는 3개의 프리즘: 제1 프리즘(1420), 제2 프리즘(1430) 및 제3 프리즘

(1440)을 포함한다. 일부 실시예에서, 제1 프리즘(1420)은 제2 프리즘(1430)에 기계적으로 커플링되고, 제2 프리즘(1430)은 (예를 들어, 접착제를 사용하여) 제3 프리즘(1440)에 기계적으로 커플링된다. 이는 제2 프리즘(1430) 및 제3 프리즘(1440)에 대한 제1 프리즘(1420)의 회전을 감소시키거나 제거하고, 제3 프리즘(1440)에 대한 제2 프리즘(1430)의 회전을 감소시키거나 제거한다. 또한, 프리즘 조립체(1310)의 입구 표면의 회전은 프리즘 조립체(1310)의 출구 표면의 회전에 의해 보상된다. 예를 들어, 프리즘 조립체(1310)의 입구 표면의 회전에 의해 야기된 굴절된 광의 방향에서의 임의의 변화는 프리즘 조립체(1310)의 출구 표면의 회전에 의해 감소된다. 따라서, 프리즘 조립체(1310)를 사용함으로써 분광계에서의 오정렬이 감소된다.

[0220] 일부 실시예에서, 제1 프리즘(1420)은 직각 삼각 프리즘이고, 제2 프리즘(1430)은 삼각 프리즘이고, 제3 프리즘(1440)은 직각 삼각 프리즘이다.

[0221] 일부 실시예에서, 제1 프리즘(1420)은 제2 프리즘(1430)과 광학적으로 커플링되고, 제2 프리즘(1430)은 제3 프리즘(1440)과 광학적으로 커플링된다. 예를 들어, 제1 프리즘(1420)으로부터 투과된 광은 제2 프리즘(1430)으로 진입하고, 제2 프리즘(1430)으로부터 투과된 광은 제3 프리즘(1440)에 진입한다.

[0222] 도 14b는 도 14a에 나타난 프리즘 조립체(1310)의 분해 측면도이다. 제1 프리즘(1420)은 제1 광학 표면(1422) 및 제2 광학 표면(1424)을 갖는다. 일부 실시예에서, 제1 프리즘(1420)은 제3 표면(1426)을 갖는다. 일부 실시예에서, 제3 표면(1426)은 광학 표면(예를 들어, 제3 광학 표면)이다. 예를 들어, 제3 표면(1426)은 광학 평탄도 및 표면 거칠기 요건(예를 들어, $\lambda/20$ 평탄도 및 20-10 스크래치-디그(scratch-dig))을 충족시킨다. 일부 실시예에서, 제3 표면(1426)은 비광학 표면이다(예를 들어, 제3 표면(1426)은 광학 평탄도 또는 표면 거칠기 요건을 충족시키지 않음). 제2 프리즘(1430)은 제1 광학 표면(1432) 및 제2 광학 표면(1434)을 갖는다. 일부 실시예에서, 제2 프리즘(1430)은 제3 표면(1436)을 갖는다. 일부 실시예에서, 제3 표면(1436)은 광학 표면(예를 들어, 제3 광학 표면)이다. 일부 실시예에서, 제3 표면(1436)은 비광학 표면이다. 제3 프리즘(1440)은 제1 광학 표면(1442) 및 제2 광학 표면(1444)을 갖는다. 일부 실시예에서, 제3 프리즘(1440)은 제3 표면(1446)을 갖는다. 일부 실시예에서, 제3 표면(1446)은 광학 표면(예를 들어, 제3 광학 표면)이다. 일부 실시예에서, 제3 표면(1446)은 비광학 표면이다. 제2 프리즘(1430)에 있어서, 제1 광학 표면(1432) 및 제3 표면(1436)은 제1 각도(1433)를 규정하고 제2 광학 표면(1434) 및 제3 표면(1436)은 제2 각도(1435)를 규정한다.

[0223] 일부 실시예에서, 제1 각도(1433)는 10° 내지 30° 이다. 일부 실시예에서, 제1 각도(1433)는 15° 내지 25° 이다. 일부 실시예에서, 제1 각도(1433)는 18° 내지 22° 이다. 일부 실시예에서, 제1 각도(1433)는 10° 내지 20° 이다. 일부 실시예에서, 제1 각도(1433)는 13° 내지 17° 이다.

[0224] 일부 실시예에서, 제2 각도(1435)는 10° 내지 30° 이다. 일부 실시예에서, 제2 각도(1435)는 15° 내지 25° 이다. 일부 실시예에서, 제2 각도(1435)는 18° 내지 22° 이다. 일부 실시예에서, 제2 각도(1435)는 10° 내지 20° 이다. 일부 실시예에서, 제2 각도(1435)는 13° 내지 17° 이다.

[0225] 일부 실시예에서, 제1 각도(1433) 및 제2 각도(1435)는 동일하다. 일부 실시예에서, 제1 각도(1433)는 제2 각도(1435)와 구분된다.

[0226] 제1 프리즘(1420)은 제1 광학 표면(1422) 및 제1 광학 표면(1422)과 구분되고 이에 평행하지 않은 제2 광학 표면(1424)을 갖는다. 제2 프리즘(1430)은 제1 광학 표면(1432) 및 제1 광학 표면(1432)과 구분되고 이에 평행하지 않은 제2 광학 표면(1434)을 갖는다. 제3 프리즘(1440)은 제1 광학 표면(1442) 및 제1 광학 표면(1442)과 구분되고 이에 평행하지 않은 제2 광학 표면(1444)을 갖는다. 일부 실시예에서, 제1 프리즘(1420)의 제2 광학 표면(1424)은 제2 프리즘(1430)의 제1 광학 표면(1432)과 광학적으로 커플링된다(예를 들어, 제1 프리즘(1420)의 제2 광학 표면(1424)으로부터 투과된 광은 제2 프리즘(1430)의 제1 광학 표면(1432)을 통해 진입함). 제2 프리즘(1430)의 제2 광학 표면(1434)은 제3 프리즘(1440)의 제1 광학 표면(1442)과 광학적으로 커플링된다(예를 들어, 제2 프리즘(1430)의 제2 광학 표면(1434)으로부터 투과된 광은 제3 프리즘(1440)의 제1 광학 표면(1442)을 통해 진입함).

[0227] 일부 실시예에서, 제1 프리즘(1420)의 제2 광학 표면(1424)은 제2 프리즘(1430)의 제1 광학 표면(1432)에 실질적으로 평행하다(예를 들어, 20° 이하, 15° 이하 또는 10° 이하의 각도를 가짐). 일부 실시예에서, 제2 프리즘(1430)의 제2 광학 표면(1434)은 제3 프리즘(1440)의 제1 광학 표면(1442)에 실질적으로 평행하다(예를 들어, 20° 이하, 15° 이하 또는 10° 이하의 각도를 가짐).

[0228] 일부 실시예에서, 제1 프리즘(1420)은 제1 광학 표면(1422) 및 제2 광학 표면(1424)과 구분되고 이에 평행하지 않은 제3 표면(1426)을 가지며, 제3 프리즘(1440)은 제1 광학 표면(1442) 및 제2 광학 표면(1444)과 구분되고

이에 평행하지 않은 제3 표면(1446)을 갖는다. 제1 프리즘(1420)의 제3 표면(1426)은 제1 프리즘(1420)(예를 들어, 제1 프리즘(1420)은 리트로우(Littrow) 프리즘)의 제1 광학 표면(1422)에 실질적으로 수직이다(예를 들어, 80° 내지 100° 의 각도를 가짐). 제3 프리즘(1440)의 제3 표면(1446)은 제3 프리즘(1440)(예를 들어, 제3 프리즘(1440)은 리트로우 프리즘)의 제2 광학 표면(1444)에 실질적으로 수직이다(예를 들어, 80° 내지 100° 의 각도를 가짐).

- [0229] 일부 실시예에서, 제2 프리즘(1430)은 제2 프리즘(1430)의 제1 광학 표면(1432) 및 제2 프리즘(1430)의 제2 광학 표면(1434)과 구분되고 이에 평행하지 않은 제3 표면(1436)을 갖는다.
- [0230] 일부 실시예에서, 제2 프리즘(1430)의 제3 표면(1436)은 제1 프리즘(1420)의 제3 표면(1426) 및 제3 프리즘(1440)의 제3 표면(1446)에 실질적으로 평행하다.
- [0231] 일부 실시예에서, 제2 프리즘(1430)의 제1 광학 표면(1432) 및 제2 프리즘(1430)의 제3 광학 표면(1436)은 제1 각도를 규정하고, 제2 프리즘(1430)의 제2 광학 표면(1434) 및 제2 프리즘(1430)의 제3 광학 표면(1436)은 제2 각도를 규정한다. 제2 각도는 제1 각도에 대응한다(예를 들어, 제2 각도와 제1 각도는 동일함). 예를 들어, 제2 프리즘(1430)은 등변 삼각형의 형상을 갖는 단면을 갖는다.
- [0232] 일부 실시예에서, 제1 프리즘(1420)의 제1 광학 표면(1422)은 제3 프리즘(1440)의 제2 광학 표면(1444)에 실질적으로 평행하다(예를 들어, 20° 이하, 15° 이하 또는 10° 이하의 각도를 가짐). 일부 실시예에서, 프리즘 조립체(1310)는 직사각형 프리즘 형상을 갖는다.
- [0233] 일부 실시예에서, 제1 프리즘(1420) 및 제3 프리즘(1440)은 동일한 형상을 갖는다(예를 들어, 제1 프리즘(1420) 및 제3 프리즘(1440) 모두는 동일한 치수를 가짐).
- [0234] 일부 실시예에서, 제1 프리즘(1420)은 리트로우 프리즘이고, 제2 프리즘(1430)은 삼각 구성 요소 프리즘이고, 제3 프리즘(1440)은 리트로우 프리즘이다.
- [0235] 일부 실시예에서, 제2 프리즘은 등변 프리즘이다(예를 들어, 등변 삼각 프리즘).
- [0236] 도 14b는 3개의 구분되는 별개의 프리즘을 조합함으로써 프리즘 조립체가 이루어지는 것을 나타내지만, 일부 실시예에서, 제1 프리즘 및 제3 프리즘은 일체로 형성된다.
- [0237] 도 14c는 제1 프리즘(1420) 및 제2 프리즘(1430)이 접착제(1450)에 의해 기계적으로 커플링되고, 제2 프리즘(1430) 및 제3 프리즘(1440)이 접착제(1450)에 의해 기계적으로 커플링됨을 도시한다.
- [0238] 도 15a 내지 도 15c는 일부 실시예에 따른 프리즘 조립체 및 그 구성 요소를 도시한다.
- [0239] 도 15a에 나타난 프리즘 조립체가 5개의 프리즘: 제1 프리즘(1420), 제2 프리즘(1430), 제3 프리즘(1460), 제4 프리즘(1470) 및 제5 프리즘(1480)을 포함한다는 점을 제외하고는, 도 15a에 나타난 프리즘 조립체는 도 14a에 나타난 프리즘 조립체와 유사하다. 예를 들어, 프리즘 조립체는 제1 프리즘(1420), 제2 프리즘(1430) 및 제3 프리즘(1460)에 추가하여, (i) 제1 프리즘(1420), 제2 프리즘(1430) 및 제3 프리즘(1460)과 구분되는 제4 프리즘(1470) 및 (ii) 제1 프리즘(1420), 제2 프리즘(1430), 제3 프리즘(1460) 및 제4 프리즘(1470)과 구분되는 제5 프리즘(1480)을 포함한다.
- [0240] 일부 실시예에서, 제1 프리즘(1420)은 제2 프리즘(1430)에 기계적으로 커플링되고, 제2 프리즘(1430)은 제3 프리즘(1460)에 기계적으로 커플링되고, 제3 프리즘(1460)은 제4 프리즘(1470)에 기계적으로 커플링되고, 제4 프리즘(1470)은 제5 프리즘(1480)에 기계적으로 커플링된다. 이것은 제2 프리즘(1430), 제3 프리즘(1460), 제4 프리즘(1470) 및 제5 프리즘(1480)에 대한 제1 프리즘(1420)의 회전을 감소시키거나 제거하고; 제3 프리즘(1460), 제4 프리즘(1470) 및 제5 프리즘(1480)에 대한 제2 프리즘(1430)의 회전을 감소시키거나 제거하고; 제4 프리즘(1470) 및 제5 프리즘(1480)에 대한 제3 프리즘(1460)의 회전을 감소시키거나 제거하고; 제5 프리즘(1480)에 대한 제4 프리즘(1470)의 회전을 감소시키거나 제거한다. 일부 실시예에서, 제1 프리즘(1420)은 직각 삼각 프리즘이고, 제2 프리즘(1430)은 삼각 프리즘이고(직각 삼각 프리즘 이외), 제3 프리즘(1460)은 삼각 프리즘이고(직각 삼각 프리즘 이외), 제4 프리즘(1470)은 삼각 프리즘이고(직각 삼각 프리즘 이외), 제5 프리즘(1480)은 직각 삼각 프리즘이다.
- [0241] 일부 실시예에서, 제1 프리즘(1420)은 제2 프리즘(1430)과 광학적으로 커플링되고, 제2 프리즘(1430)은 제3 프리즘(1460)과 광학적으로 커플링되고, 제3 프리즘(1460)은 제4 프리즘(1470)과 광학적으로 커플링되고, 제4 프리즘(1470)은 제5 프리즘(1480)과 광학적으로 커플링된다. 예를 들어, 제1 프리즘(1420)으로부터 투과된 광은

제2 프리즘(1430)으로 진입하고, 제2 프리즘(1430)으로부터 투과된 광은 제3 프리즘(1460)으로 진입하고, 제3 프리즘(1460)으로부터 투과된 광은 제4 프리즘(1470)으로 진입하고, 제4 프리즘(1470)으로부터 투과된 광은 제5 프리즘(1480)으로 진입한다. 프리즘 조립체에 의해 분산된 광은 제5 프리즘(1480)으로부터 투과된다.

[0242] 도 15b는 도 15a에 나타난 프리즘 조립체의 분해 측면도이다. 제1 프리즘(1420)은 제1 광학 표면(1422) 및 제1 광학 표면(1422)과 구분되고 이에 평행하지 않은 제2 광학 표면(1424)을 갖는다. 일부 실시예에서, 제1 프리즘(1420)은 또한 제1 광학 표면(1422) 및 제2 광학 표면(1424)과 구분되고 이에 평행하지 않은 제3 표면(1426)을 갖는다. 제2 프리즘(1430)은 제1 광학 표면(1432) 및 제1 광학 표면(1432)과 구분되고 이에 평행하지 않은 제2 광학 표면(1434)을 갖는다. 일부 실시예에서, 제2 프리즘(1430)은 또한 제1 광학 표면(1432) 및 제2 광학 표면(1434)과 구분되고 이에 평행하지 않은 제3 표면(1436)을 갖는다. 제3 프리즘(1460)은 제1 광학 표면(1462) 및 제1 광학 표면(1462)과 구분되고 이에 평행하지 않은 제2 광학 표면(1464)을 갖는다. 일부 실시예에서, 제3 프리즘(1460)은 또한 제1 광학 표면(1462) 및 제2 광학 표면(1464)과 구분되고 이에 평행하지 않은 제3 표면(1466)을 갖는다. 제4 프리즘(1470)은 제1 광학 표면(1472), 제1 광학 표면(1472)과 구분되고 이에 평행하지 않은 제2 광학 표면(1474), 및 제1 광학 표면(1472) 및 제2 광학 표면(1474)과 구분되고 이에 평행하지 않은 제3 표면(1476)을 갖는다. 제5 프리즘(1480)은 제1 광학 표면(1482), 제1 광학 표면(1482)과 구분되고 이에 평행하지 않은 제2 광학 표면(1484), 및 제1 광학 표면(1482) 및 제2 광학 표면(1484)과 구분되는 제3 표면(1486)을 갖는다.

[0243] 일부 실시예에서, 제1 프리즘(1420)의 제2 광학 표면(1424)은 제2 프리즘(1430)의 제1 광학 표면(1432)과 광학적으로 커플링된다(예를 들어, 제1 프리즘(1420)의 제2 광학 표면(1424)으로부터 투과된 광은 제2 프리즘(1430)의 제1 광학 표면(1432)을 통해 진입함). 일부 실시예에서, 제2 프리즘(1430)의 제2 광학 표면(1434)은 제3 프리즘(1460)의 제1 광학 표면(1462)과 광학적으로 커플링된다(예를 들어, 제2 프리즘(1430)의 제2 광학 표면(1434)으로부터 투과된 광은 제3 프리즘(1460)의 제1 광학 표면(1462)을 통해 진입함). 일부 실시예에서, 제3 프리즘(1460)의 제2 광학 표면(1464)은 제4 프리즘(1470)의 제1 광학 표면(1472)과 광학적으로 커플링된다(예를 들어, 제3 프리즘(1460)의 제2 광학 표면(1464)으로부터 투과된 광은 제4 프리즘(1470)의 제1 광학 표면(1472)을 통해 진입함). 일부 실시예에서, 제4 프리즘(1470)의 제2 광학 표면(1474)은 제5 프리즘(1480)의 제1 광학 표면(1482)과 광학적으로 커플링된다(예를 들어, 제4 프리즘(1470)의 제2 광학 표면(1474)으로부터 투과된 광은 제5 프리즘(1480)의 제1 광학 표면(1482)을 통해 진입함).

[0244] 일부 실시예에서, 제1 프리즘(1420)은 제1 광학 표면(1422) 및 제2 광학 표면(1424)과 구분되고 이에 평행하지 않은 제3 표면(1426)을 갖는다. 일부 실시예에서, 제5 프리즘(1480)은 제1 광학 표면(1482) 및 제2 광학 표면(1484)과 구분되고 이에 평행하지 않은 제3 표면(1486)을 갖는다. 일부 실시예에서, 제1 프리즘(1420)의 제3 표면(1426)은 제1 프리즘(1420)(예를 들어, 제1 프리즘(1420)은 리트로우 프리즘)의 제1 광학 표면(1422)에 실질적으로 수직이다(예를 들어, 80° 내지 100° 의 각도를 가짐). 일부 실시예에서, 제5 프리즘(1480)의 제3 표면(1486)은 제5 프리즘(1480)(예를 들어, 제5 프리즘(1480)은 리트로우 프리즘)의 제2 광학 표면(1484)에 대해 실질적으로 수직이다(예를 들어, 80° 내지 100° 의 각도를 가짐).

[0245] 일부 실시예에서, 제2 프리즘(1430)은 제1 광학 표면(1432) 및 제2 광학 표면(1434)과 구분되고 이에 평행하지 않은 제3 표면(1436)을 갖는다. 일부 실시예에서, 제3 프리즘(1460)은 제1 광학 표면(1462) 및 제2 광학 표면(1464)과 구분되고 이에 평행하지 않은 제3 표면(1466)을 갖는다. 일부 실시예에서, 제4 프리즘(1470)은 제1 광학 표면(1472) 및 제2 광학 표면(1474)과 구분되고 이에 평행하지 않은 제3 표면(1476)을 갖는다. 일부 실시예에서, 제1 프리즘(1420)의 제3 표면(1426)은 제2 프리즘(1430)의 제3 표면(1436), 제3 프리즘(1460)의 제3 표면(1466), 제4 프리즘(1470)의 제3 표면(1476) 및 제5 프리즘(1480)의 제3 표면(1486)에 실질적으로 평행하다(예를 들어, 20° 이하, 15° 이하 또는 10° 이하의 각도를 가짐).

[0246] 일부 실시예에서, 제2 프리즘(1430)의 제1 광학 표면(1432) 및 제2 프리즘(1430)의 제3 표면(1436)에 의해 규정된 각도는 제2 프리즘(1430)의 제2 광학 표면(1434) 및 제2 프리즘(1430)의 제3 표면(1436)에 의해 규정된 각도에 대응한다(예를 들어, 제2 프리즘(1430)은 등변 삼각의 형상을 갖는 단면을 가짐). 일부 실시예에서, 제3 프리즘(1460)의 제1 광학 표면(1462) 및 제3 프리즘(1460)의 제3 표면(1466)에 의해 규정된 각도는 제3 프리즘(1460)의 제2 광학 표면(1464) 및 제3 프리즘(1460)의 제3 표면(1466)에 의해 규정된 각도에 대응한다(예를 들어, 제3 프리즘(1460)은 등변 삼각의 형상을 갖는 단면을 가짐). 일부 실시예에서, 제4 프리즘(1470)의 제1 광학 표면(1472) 및 제4 프리즘(1470)의 제3 표면(1476)에 의해 규정된 각도는 제4 프리즘(1470)의 제2 광학 표면(1474) 및 제4 프리즘(1470)의 제3 표면(1476)에 의해 규정된 각도에 대응한다(예를 들어, 제4 프리즘(1470)은

등변 삼각의 형상을 갖는 단면을 가짐).

- [0247] 일부 실시예에서, 제2 프리즘(1430)의 제1 광학 표면(1432) 및 제2 프리즘(1430)의 제3 표면(1436)에 의해 규정된 각도는 제3 프리즘(1460)의 제1 광학 표면(1462) 및 제3 프리즘(1460)의 제3 표면(1466)에 의해 규정된 각도에 대응한다. 일부 실시예에서, 제2 프리즘(1430)의 제1 광학 표면(1432) 및 제2 프리즘(1430)의 제3 표면(1436)에 의해 규정된 각도는 제4 프리즘(1470)의 제1 광학 표면(1472) 및 제4 프리즘(1470)의 제3 표면(1476)에 의해 규정된 각도에 대응한다.
- [0248] 일부 실시예에서, 제1 프리즘(1420)의 제1 광학 표면(1422)은 제5 프리즘(1480)의 제2 광학 표면(1484)에 실질적으로 평행하다(예를 들어, 제1 프리즘(1420)의 제1 광학 표면(1422) 및 제5 프리즘(1480)의 제2 광학 표면(1484)은 20° 이하, 15° 이하 또는 10° 이하의 각도를 가짐). 일부 실시예에서, 프리즘 조립체는 직사각형 프리즘의 형상을 갖는다.
- [0249] 일부 실시예에서, 제1 프리즘(1420) 및 제5 프리즘(1480)은 동일한 형상을 갖는다(예를 들어, 제1 프리즘(1420) 및 제5 프리즘(1480) 모두 동일한 치수를 가짐).
- [0250] 일부 실시예에서, 제1 프리즘(1420)은 리트로우 프리즘이고, 제2 프리즘(1430)은 삼각 구성 요소 프리즘이고, 제3 프리즘(1460)은 삼각 구성 요소 프리즘이고, 제4 프리즘(1470)은 삼각 구성 요소 프리즘이고, 제5 프리즘(1480)은 리트로우 프리즘이다.
- [0251] 일부 실시예에서, 제2 프리즘(1430)은 등변 프리즘(예를 들어, 등변 삼각 프리즘)이고, 제3 프리즘(1460)은 등변 프리즘(예를 들어, 등변 삼각 프리즘)이고; 제4 프리즘(1470)은 등변 프리즘(예를 들어, 등변 삼각형 프리즘)이다.
- [0252] 도 15b는 프리즘 조립체가 5개의 구분되는 별개의 프리즘을 조합함으로써 이루어지는 것을 나타내지만, 일부 실시예에서, 하나 이상의 프리즘은 일체로 형성된다. 예를 들어, 일부 실시예에서, 제1 프리즘, 제3 프리즘 및 제5 프리즘이 일체로 형성되고 및/또는 제2 프리즘 및 제4 프리즘이 일체로 형성된다.
- [0253] 도 15c는 제1 프리즘(1420) 및 제2 프리즘(1430)이 접착제(1450)에 의해 기계적으로 커플링되고, 제2 프리즘(1430) 및 제3 프리즘(1460)이 접착제(1450)에 의해 기계적으로 커플링되고, 제3 프리즘(1460) 및 제4 프리즘(1470)이 접착제(1450)에 의해 기계적으로 커플링되고, 제4 프리즘(1470) 및 제5 프리즘(1480)이 접착제(1450)에 의해 기계적으로 커플링되는 것을 도시한다.
- [0254] 일부 실시예에서, 프리즘 조립체는 프리즘 조립체가 하나 이상의 렌즈의 제1 세트로부터 광을 수신하도록 구성되는 입구 표면(예를 들어, 제1 프리즘(1420)의 광학 표면(1422)과 같은 제1 프리즘의 제1 광학 표면)을 갖는다. 프리즘 조립체는 프리즘 조립체가 분산된 광을 하나 이상의 렌즈의 제2 세트를 향해 투과시키도록 구성되는 출구 표면(예를 들어, 프리즘 조립체(1310)의 경우, 제3 프리즘(1440)의 광학 표면(1444)과 같은 최종 프리즘의 제2 광학)을 갖는다. 프리즘 조립체의 입구 표면은 프리즘 조립체의 출구 표면에 실질적으로 평행하다(예를 들어, 20° 이하, 15° 이하 또는 10° 이하의 각도를 가짐). 이는 프리즘 조립체 전후에 광 축을 유지하는 것을 용이하게 하며, 이는 결국 분광계의 선형 구성을 가능하게 한다. 일부 실시예에서, 프리즘 조립체는 직사각형 프리즘의 형상을 갖는다.
- [0255] 일부 실시예에서, 프리즘 조립체의 각각의 프리즘은 600 nm 내지 1500 nm의 파장 범위의 광을 분산시키도록 구성된다. 예를 들어, 프리즘 조립체의 각각의 프리즘은 1500 nm의 파장을 갖는 광으로부터 600 nm의 파장을 갖는 광을 분산시키도록 구성된다. 일부 실시예에서, 프리즘 조립체의 각각의 프리즘은 600 nm의 파장을 갖는 광 및 1500 nm의 파장을 갖는 광을 분산시키도록 구성된다.
- [0256] 일부 실시예에서, 제1 프리즘은 제1 재료로 이루어지고; 제2 프리즘은 제1 재료와 구분되는 제2 재료로 이루어지고; 제1 재료는 제1 아베(Abbe) 수를 갖고 제2 재료는 제1 아베 수 미만의 제2 아베 수를 갖는다(예를 들어, 제1 프리즘은 50의 아베 수를 갖는 재료로 이루어지고, 제2 프리즘은 30의 아베 수를 갖는 재료로 이루어짐).
- [0257] 일부 실시예에서, 제3 프리즘은 제3 재료로 이루어지고; 제2 프리즘은 제3 재료와 구분되는 제2 재료로 이루어지고; 제3 재료는 제3 아베 수를 갖고, 제2 재료는 제3 아베 수 미만의 제2 아베 수를 갖는다(예를 들어, 제3 프리즘은 50의 아베 수를 갖는 재료로 이루어지고, 제2 프리즘은 30의 아베 수를 갖는 재료로 이루어짐).
- [0258] 일부 실시예에서, 제1 프리즘은 제1 재료로 이루어지고; 제2 프리즘은 제1 재료와 구분되는 제2 재료로 이루어지고; 제3 프리즘은 제2 재료와 구분되는 제3 재료로 이루어진다. 제1 재료는 제1 아베 수를 가지고; 제3 재료는 제3 아베 수를 가지고; 제2 재료는 제1 아베 수 및 제3 아베 수 미만의 제2 아베 수를 갖는다(예를 들어, 제

1 프리즘은 50의 아베 수를 갖는 재료로 이루어지고, 제2 프리즘은 30의 아베 수를 갖는 재료로 이루어지고, 제3 프리즘은 40의 아베 수를 갖는 재료로 이루어짐).

[0259] 일부 실시예에서, 제1 재료 및 제3 재료는 동일하다(예를 들어, 제1 프리즘은 50의 아베 수를 갖는 재료로 이루어지고, 제2 프리즘은 30의 아베 수를 갖는 재료로 이루어지고, 제3 프리즘은 50의 아베 수를 갖는 재료로 이루어짐).

[0260] 일부 실시예에서, 프리즘 조립체가 5개의 프리즘을 포함할 때, 제1 프리즘은 제1 재료로 이루어지고, 제2 프리즘은 제2 재료로 이루어지고, 제3 프리즘은 제2 재료로 이루어지고, 제4 프리즘은 제2 재료로 이루어지고, 제5 프리즘은 제1 재료로 이루어진다.

[0261] 일부 실시예에서, 프리즘 조립체가 5개의 프리즘을 포함할 때, 제1 프리즘은 제1 재료로 이루어지고, 제2 프리즘은 제2 재료로 이루어지고, 제3 프리즘은 제1 재료로 이루어지고, 제4 프리즘은 제2 재료로 이루어지고, 제5 프리즘은 제1 재료로 이루어진다.

[0262] 일부 실시예에서, 제1 재료는 형석 크라운(fluorite crown), 인산염 크라운, 조밀 인산염 크라운, 붕규산염 크라운, 바륨 크라운, 조밀 크라운, 크라운, 란타넘 크라운, 매우 조밀한 크라운, 바륨 경 플린트(light flint), 크라운/플린트, 란타넘 조밀 플린트, 란타넘 플린트, 바륨 플린트, 바륨 조밀 플린트, 매우 가벼운 플린트, 경 플린트, 플린트, 조밀 플린트, 아연 크라운, 짧은 플린트로부터 선택된다.

[0263] 일부 실시예에서, 제2 재료는 형석 크라운, 인산염 크라운, 조밀 인산염 크라운, 붕규산염 크라운, 바륨 크라운, 조밀 크라운, 크라운, 란타넘 크라운, 매우 조밀한 크라운, 바륨 경 플린트, 크라운/플린트, 란타넘 조밀 플린트, 란타넘 플린트, 바륨 플린트, 바륨 조밀 플린트, 매우 가벼운 플린트, 경 플린트, 플린트, 조밀 플린트, 아연 크라운, 짧은 플린트로부터 선택된다.

[0264] 일부 실시예에서, 제3 재료는 형석 크라운, 인산염 크라운, 조밀 인산염 크라운, 붕규산염 크라운, 바륨 크라운, 조밀 크라운, 크라운, 란타넘 크라운, 매우 조밀한 크라운, 바륨 경 플린트, 크라운/플린트, 란타넘 조밀 플린트, 란타넘 플린트, 바륨 플린트, 바륨 조밀 플린트, 매우 가벼운 플린트, 경 플린트, 플린트, 조밀 플린트, 아연 크라운, 짧은 플린트로부터 선택된다.

[0265] 일부 실시예에서, 제1 아베 수는 30 초과이고; 제2 아베 수는 50 미만이고; 제3 아베 수는 30 초과이다.

[0266] 일부 실시예에서, 제1 아베 수는 40 초과이고; 제2 아베 수는 40 미만이고; 제3 아베 수는 40 초과이다.

[0267] 일부 실시예에서, 제1 아베 수는 35 초과이다. 일부 실시예에서, 제1 아베 수는 40 초과이다. 일부 실시예에서, 제1 아베 수는 45 초과이다. 일부 실시예에서, 제1 아베 수는 50 초과이다. 일부 실시예에서, 제1 아베 수는 55 초과이다. 일부 실시예에서, 제1 아베 수는 60 초과이다. 일부 실시예에서, 제1 아베 수는 65 초과이다. 일부 실시예에서, 제1 아베 수는 70 초과이다. 일부 실시예에서, 제1 아베 수는 75 초과이다. 일부 실시예에서, 제1 아베 수는 80 초과이다.

[0268] 일부 실시예에서, 제1 아베 수는 40 미만이다. 일부 실시예에서, 제1 아베 수는 45 미만이다. 일부 실시예에서, 제1 아베 수는 50 미만이다. 일부 실시예에서, 제1 아베 수는 55 미만이다. 일부 실시예에서, 제1 아베 수는 60 미만이다. 일부 실시예에서, 제1 아베 수는 65 미만이다. 일부 실시예에서, 제1 아베 수는 70 미만이다. 일부 실시예에서, 제1 아베 수는 75 미만이다. 일부 실시예에서, 제1 아베 수는 80 미만이다. 일부 실시예에서, 제1 아베 수는 85 미만이다.

[0269] 일부 실시예에서, 제1 아베 수는 20 내지 70이다. 일부 실시예에서, 제1 아베 수는 35 내지 85이다. 일부 실시예에서, 제1 아베 수는 45 내지 75이다. 일부 실시예에서, 제1 아베 수는 55 내지 65이다. 일부 실시예에서, 제1 아베 수는 30 내지 80이다. 일부 실시예에서, 제1 아베 수는 40 내지 70이다. 일부 실시예에서, 제1 아베 수는 50 내지 60이다. 일부 실시예에서, 제1 아베 수는 45 내지 90이다. 일부 실시예에서, 제1 아베 수는 55 내지 85이다. 일부 실시예에서, 제1 아베 수는 65 내지 75이다.

[0270] 일부 실시예에서, 제2 아베 수는 45 미만이다. 일부 실시예에서, 제2 아베 수는 40 미만이다. 일부 실시예에서, 제2 아베 수는 35 미만이다. 일부 실시예에서, 제2 아베 수는 30 미만이다. 일부 실시예에서, 제2 아베 수는 25 미만이다.

[0271] 일부 실시예에서, 제2 아베 수는 45 초과이다. 일부 실시예에서, 제2 아베 수는 40 초과이다. 일부 실시예에서, 제2 아베 수는 35 초과이다. 일부 실시예에서, 제2 아베 수는 30 초과이다. 일부 실시예에서, 제2 아베 수는 25

초과이다. 일부 실시예에서, 제2 아베 수는 20 초과이다.

- [0272] 일부 실시예에서, 제1 아베 수는 20 내지 70이다. 일부 실시예에서, 제2 아베 수는 35 내지 85이다. 일부 실시예에서, 제2 아베 수는 45 내지 75이다. 일부 실시예에서, 제2 아베 수는 55 내지 65이다. 일부 실시예에서, 제2 아베 수는 30 내지 80이다. 일부 실시예에서, 제2 아베 수는 40 내지 70이다. 일부 실시예에서, 제2 아베 수는 50 내지 60이다. 일부 실시예에서, 제2 아베 수는 45 내지 90이다. 일부 실시예에서, 제2 아베 수는 55 내지 85이다. 일부 실시예에서, 제2 아베 수는 65 내지 75이다.
- [0273] 일부 실시예에서, 제3 아베 수는 35 초과이다. 일부 실시예에서, 제3 아베 수는 40 초과이다. 일부 실시예에서, 제3 아베 수는 45 초과이다. 일부 실시예에서, 제3 아베 수는 50 초과이다. 일부 실시예에서, 제3 아베 수는 55 초과이다. 일부 실시예에서, 제3 아베 수는 60 초과이다. 일부 실시예에서, 제3 아베 수는 65 초과이다. 일부 실시예에서, 제3 아베 수는 70 초과이다. 일부 실시예에서, 제3 아베 수는 75 초과이다. 일부 실시예에서, 제3 아베 수는 80 초과이다.
- [0274] 일부 실시예에서, 제3 아베 수는 40 미만이다. 일부 실시예에서, 제3 아베 수는 45 미만이다. 일부 실시예에서, 제3 아베 수는 50 미만이다. 일부 실시예에서, 제3 아베 수는 55 미만이다. 일부 실시예에서, 제3 아베 수는 60 미만이다. 일부 실시예에서, 제3 아베 수는 65 미만이다. 일부 실시예에서, 제3 아베 수는 70 미만이다. 일부 실시예에서, 제3 아베 수는 75 미만이다. 일부 실시예에서, 제3 아베 수는 80 미만이다. 일부 실시예에서, 제3 아베 수는 85 미만이다.
- [0275] 일부 실시예에서, 제3 아베 수는 20 내지 70이다. 일부 실시예에서, 제3 아베 수는 35 내지 85이다. 일부 실시예에서, 제3 아베 수는 45 내지 75이다. 일부 실시예에서, 제3 아베 수는 55 내지 65이다. 일부 실시예에서, 제3 아베 수는 30 내지 80이다. 일부 실시예에서, 제3 아베 수는 40 내지 70이다. 일부 실시예에서, 제3 아베 수는 50 내지 60이다. 일부 실시예에서, 제3 아베 수는 45 내지 90이다. 일부 실시예에서, 제3 아베 수는 55 내지 85이다. 일부 실시예에서, 제3 아베 수는 65 내지 75이다.
- [0276] 일부 실시예에서, 제1 아베 수는 40 내지 70이고, 제2 아베 수는 20 내지 40이며, 제3 아베 수는 40 내지 70이다.
- [0277] 일부 실시예에서, 프리즘 조립체의 각각의 프리즘은 기준 굴절률의 20% 내에 있는 굴절률을 갖는다. 예를 들어, 기준 굴절률이 1.5인 경우, 프리즘 조립체의 각각의 프리즘은 1.2 내지 1.8의 굴절률을 갖는다. 일부 실시예에서, 프리즘 조립체의 각각의 프리즘은 기준 굴절률의 15% 내에 있는 굴절률을 갖는다. 일부 실시예에서, 프리즘 조립체의 각각의 프리즘은 기준 굴절률의 10% 내에 있는 굴절률을 갖는다. 일부 실시예에서, 프리즘 조립체의 각각의 프리즘은 기준 굴절률의 5% 내에 있는 굴절률을 갖는다. 일부 실시예에서, 프리즘 조립체의 각각의 프리즘은 기준 굴절률의 3% 내에 있는 굴절률을 갖는다. 일부 실시예에서, 프리즘 조립체의 각각의 프리즘은 기준 굴절률의 1% 내에 있는 굴절률을 갖는다.
- [0278] 일부 실시예에서, 기준 굴절률은 1.5 내지 1.9이다. 일부 실시예에서, 기준 굴절률은 1.6 내지 1.8이다. 일부 실시예에서, 기준 굴절률은 1.65 내지 1.75이다. 일부 실시예에서, 기준 굴절률은 1.6 내지 1.9이다. 일부 실시예에서, 기준 굴절률은 1.7 내지 1.8이다. 일부 실시예에서, 기준 굴절률은 1.5 내지 1.8이다. 일부 실시예에서, 기준 굴절률은 1.6 내지 1.7이다.
- [0279] 일부 실시예에서, 프리즘 조립체의 각각의 프리즘은 기준 굴절률의 20% 내에 있는 굴절률을 갖는 접착제를 사용하여 프리즘 조립체의 하나 이상의 프리즘과 커플링된다. 예를 들어, 도 14c 및 도 15c에 나타난 바와 같이, 프리즘은 접착제(1450)에 의해 서로 부착된다. 기준 굴절률이 1.5일 때, 접착제는 1.2 내지 1.8의 굴절률을 갖는다. 일부 실시예에서, 프리즘 조립체의 각각의 프리즘은 기준 굴절률의 15% 내에 있는 굴절률을 갖는 접착제를 사용하여 프리즘 조립체의 하나 이상의 프리즘과 커플링된다. 일부 실시예에서, 프리즘 조립체의 각각의 프리즘은 기준 굴절률의 10% 내에 있는 굴절률을 갖는 접착제를 사용하여 프리즘 조립체의 하나 이상의 프리즘과 커플링된다. 일부 실시예에서, 프리즘 조립체의 각각의 프리즘은 기준 굴절률의 5% 내에 있는 굴절률을 갖는 접착제를 사용하여 프리즘 조립체의 하나 이상의 프리즘과 커플링된다. 일부 실시예에서, 프리즘 조립체의 각각의 프리즘은 기준 굴절률의 3% 내에 있는 굴절률을 갖는 접착제를 사용하여 프리즘 조립체의 하나 이상의 프리즘과 커플링된다. 일부 실시예에서, 프리즘 조립체의 각각의 프리즘은 기준 굴절률의 1% 내에 있는 굴절률을 갖는 접착제를 사용하여 프리즘 조립체의 하나 이상의 프리즘과 커플링된다.
- [0280] 도 16은 일부 실시예에 따른 각각의 광학 요소의 회전에 의해 야기된 스펙트럼의 시프팅을 도시한다.
- [0281] 도 16에서, 차트(1610) 및 차트(1620)는 도 12e에 나타난 미러(예를 들어, 미러(1113))의 회전 효과를

나타낸다. 차트(1610)는 미러가 디폴트 각도 위치(예를 들어, $\theta = 0^\circ$)에 있을 때, 스폿(1612)으로 표시되는 제1 파장 및 스폿(1614)으로 표시되는 제2 파장 모두가 검출기 상에 투사되는 것을 나타낸다. 차트(1610)는 미러가 1° 만큼 회전했을 때, 스폿(1622)으로 표시되는 제1 파장은 검출기 상에 투사되지만, 제2 파장은 검출기에 의해 검출되지 않는 것을 나타낸다(예를 들어, 제2 파장에 대응하는 스폿은 검출기 외측에 투사됨). 또한, 검출기 상의 스폿(1622)의 위치는 검출기 상의 스폿(1612)의 위치와 상이하다. 이것은 종종 검출기 상에서 동일한 파장의 위치 차이를 설명하기 위해 교정을 필요로 한다.

- [0282] 대조적으로, 도 16에서, 차트(1630) 및 차트(1640)는 도 13에 나타난 프리즘 조립체(예를 들어, 프리즘 조립체(1310))의 회전 효과를 나타낸다. 차트(1630)는 프리즘 조립체가 디폴트 각도 위치(예를 들어, $\theta = 0^\circ$)에 있는 구성과 프리즘 조립체가 1° 만큼 회전한 구성 사이의 각각의 파장의 위치에 있어서 상당한 차이가 없는 것을 나타낸다.
- [0283] 따라서, 도 16은 프리즘 조립체를 갖는 분광계가 하나 이상의 미러 및 종래의 분산 광학 요소를 갖는 분광계보다 광학 구성 요소(예를 들어, 미러 또는 프리즘)의 임의의 회전 오정렬에 대해 더 강인하다는 것을 나타낸다.
- [0284] 프리즘 조립체를 갖는 분광계는 프리즘 조립체가 회전될 때에도 그 정렬을 보다 잘 유지할 수 있다. 따라서, 프리즘 조립체를 갖는 분광계는 프리즘 조립체의 각도 위치의 임의의 변화에 덜 민감하며, 이러한 분광계는 보다 쉽게 제조될 수 있다. 또한, 이러한 분광계는 프리즘 조립체의 각도 위치의 임의의 변화에 대해 더욱 강인하며, 이는 결국 분광계가 그 교정을 유지할 수 있게 한다. 이것은 특히 프리즘 조립체의 각도 위치를 변경할 수 있는 기계적 충격, 진동 및 온도 변화를 분광계가 겪을 수 있는 현장 적용에서 유용하다.
- [0285] 도 17은 일부 실시예에 따른 3-구성 요소 프리즘 조립체 및 5-구성 요소 프리즘 조립체에 의해 야기된 이미지 왜곡을 도시한다.
- [0286] 도 17에서, 플롯(1710)은 3-구성 요소 프리즘 조립체(예를 들어, 도 14a에 나타난 프리즘 조립체(1310))에 의해 야기된 이미지 왜곡을 나타내고, 플롯(1720)은 5-구성 요소 프리즘 조립체(예를 들어, 도 15a에 나타난 프리즘 조립체)에 의해 야기된 이미지 왜곡을 나타낸다. 도 17은 5-구성 요소 프리즘 조립체가 3-구성 요소 프리즘 조립체보다 적은 왜곡을 야기함을 나타낸다(예를 들어, 5-구성 요소 프리즘 조립체는 3-구성 요소 프리즘 조립체보다 60% 초과와 더 적은 왜곡을 야기함). 따라서, 이미지 왜곡을 감소시킬 필요가 있는 일부 실시예에서, 분광계는 5개의 프리즘을 갖는 프리즘 조립체를 포함한다. 일부 실시예에서, 추가적인 프리즘을 갖는 프리즘 조립체(예를 들어, 7개의 프리즘 또는 9개의 프리즘을 갖는 프리즘 조립체)가 사용된다.
- [0287] 도 18a 및 도 18b는 일부 실시예에 따른 프리즘 조립체(1800) 및 그 구성 요소를 도시한다. 프리즘 조립체(1800)의 정면도 및 측면도가 도 18a에 나타내어져 있다. 프리즘 조립체(1800)의 정면도는 4개의 프리즘(1810, 1820, 1830 및 1840)을 나타내고, 프리즘 조립체(1800)의 측면도는 프리즘(1840)의 측면도를 나타낸다.
- [0288] 프리즘 조립체(1800)는 하나 이상의 프리즘의 세트(예를 들어, 하나 이상의 프리즘의 세트(1820)), 하나 이상의 프리즘의 세트와 구분되고 하나 이상의 프리즘의 세트와 기계적으로 커플링되는 제1 프리즘(예를 들어, 프리즘(1810)), 하나 이상의 프리즘의 세트 및 제1 프리즘과 구분되고 하나 이상의 프리즘의 세트와 기계적으로 커플링되는 제2 프리즘(예를 들어, 프리즘(1830)), 및 하나 이상의 프리즘의 세트, 제1 프리즘 및 제2 프리즘과 구분되고 하나 이상의 프리즘의 세트와 기계적으로 커플링되는 제3 프리즘(예를 들어, 프리즘(1840))을 포함한다.
- [0289] 프리즘 조립체(1800)의 광 축은 프리즘 조립체(1800)의 길이를 따라 연장된다. 일부 실시예에서, 프리즘 조립체(1800)의 광 축은 프리즘 조립체(1800)의 바닥 표면에 평행하다(일부 경우, 도 18a에 나타난 바와 같이 이는 프리즘(1810)의 바닥 표면, 프리즘(1830)의 바닥 표면 및 프리즘(1840)의 바닥 표면을 포함함).
- [0290] 일부 실시예에서, 제3 프리즘은 제1 프리즘과 분리된다. 일부 실시예에서, 제2 프리즘은 제1 프리즘과 분리된다. 일부 실시예에서, 제2 프리즘은 제3 프리즘과 분리된다.
- [0291] 일부 실시예에서, 프리즘 조립체는 다음 중 적어도 하나를 특징으로 한다: 제2 프리즘은 제1 프리즘과 분리되고; 제3 프리즘은 제2 프리즘과 분리된다. 예를 들어, 일부 경우에, 제2 프리즘은 제1 프리즘과 분리되지만, 제3 프리즘은 제2 프리즘과 분리되지 않는다(예를 들어, 제3 프리즘과 제2 프리즘은 통합됨). 일부 경우에, 제2 프리즘은 제1 프리즘과 분리되지 않지만(예를 들어, 제1 프리즘과 제2 프리즘은 통합됨), 제3 프리즘은 제2 프리즘과 분리된다. 일부 경우에, 제2 프리즘은 제1 프리즘과 분리되고, 제3 프리즘은 제2 프리즘과 분리된다.
- [0292] 일부 실시예에서, 제1 프리즘은 제1 재료로 이루어진다. 일부 실시예에서, 제1 재료는: FCD1, N-PK52A, S-FPL51, J-FK01, H-FK61, FCD10A, H-FK71, FCD100, S-FPL53, FCD515, S-FPM2, J-PSKH1, H-ZPK5, FCD600,

FCD705, PCD4, N-PSK53A, S-PHM52, J-PSK02, H-ZPK1A, PCD40, PCD51, S-FPM2, J-PSKH4, H-ZPK3, LAC8, N-LAK8, S-LAL, J-LAK8, H-LaK7A, LAC14, N-LAK14, S-LAL14, J-LAK14, H-LaK51A, TAC8, N-LAK34, S-LAL18, J-LAK18, H-LaK52, FD60-W, N-SF6, S-TIH, J-SF6HS, H-ZF7LAGT, FD225, S-NPH, 1W, J-SFH1, H-ZF71, E-FDS1-W, N-SF66, S-NPH, H-ZF62, E-FDS2, FDS16-W, FDS18-W, S-NPH, H-ZF88, FDS20-W, FDS24, FDS90-SG, N-SF57, S-TIH53W, J-SF03, H-ZF52GT, NBFD10, N-LASF40, S-LAH60V, J-LASF010, H-ZLaF53B, NBFD13, N-LASF43, S-LAH53V, J-LASF03, H-ZLaF52A, NBFD15-W, J-LASFH6, H-ZLaF56B, NBFD30, TAF1, N-LAF34, S-LAH66, J-LASF016, H-LaF50B, TAF3D, N-LASF44, S-LAH65VS, J-LASF015, H-ZLaF50E, TAFD5G, N-LASF41, S-LAH55VS, J-LASF05, H-ZLaF55D, TAFD25, N-LASF46B, S-LAH95, J-LASFH13HS, H-ZLaF75B, TAFD30, N-LASF31A, S-LAH58, J-LASF08, H-ZLaF68N, TAFD32, TAFD33, TAFD35, J-LASFH9, H-ZLaF4LA, TAFD37A, H-ZLaF78B, TAFD40, J-LASFH17HS, H-ZLaF90, TAFD45, J-LASFH21, H-ZLaF89L, TAFD55, S-LAH79, J-LASFH16, 및 TAFD65로 이루어진 그룹으로부터 선택된다.

[0293] 일부 실시예에서, 하나 이상의 프리즘의 세트는 제1 재료와 구분되는 제2 재료로 이루어진다. 일부 실시예에서, 제2 재료는: FCD1, N-PK52A, S-FPL51, J-FK01, H-FK61, FCD10A, H-FK71, FCD100, S-FPL53, FCD515, S-FPM2, J-PSKH1, H-ZPK5, FCD600, FCD705, PCD4, N-PSK53A, S-PHM52, J-PSK02, H-ZPK1A, PCD40, PCD51, S-FPM2, J-PSKH4, H-ZPK3, LAC8, N-LAK8, S-LAL, J-LAK8, H-LaK7A, LAC14, N-LAK14, S-LAL14, J-LAK14, H-LaK51A, TAC8, N-LAK34, S-LAL18, J-LAK18, H-LaK52, FD60-W, N-SF6, S-TIH, J-SF6HS, H-ZF7LAGT, FD225, S-NPH, 1W, J-SFH1, H-ZF71, E-FDS1-W, N-SF66, S-NPH, H-ZF62, E-FDS2, FDS16-W, FDS18-W, S-NPH, H-ZF88, FDS20-W, FDS24, FDS90-SG, N-SF57, S-TIH53W, J-SF03, H-ZF52GT, NBFD10, N-LASF40, S-LAH60V, J-LASF010, H-ZLaF53B, NBFD13, N-LASF43, S-LAH53V, J-LASF03, H-ZLaF52A, NBFD15-W, J-LASFH6, H-ZLaF56B, NBFD30, TAF1, N-LAF34, S-LAH66, J-LASF016, H-LaF50B, TAF3D, N-LASF44, S-LAH65VS, J-LASF015, H-ZLaF50E, TAFD5G, N-LASF41, S-LAH55VS, J-LASF05, H-ZLaF55D, TAFD25, N-LASF46B, S-LAH95, J-LASFH13HS, H-ZLaF75B, TAFD30, N-LASF31A, S-LAH58, J-LASF08, H-ZLaF68N, TAFD32, TAFD33, TAFD35, J-LASFH9, H-ZLaF4LA, TAFD37A, H-ZLaF78B, TAFD40, J-LASFH17HS, H-ZLaF90, TAFD45, J-LASFH21, H-ZLaF89L, TAFD55, S-LAH79, J-LASFH16, 및 TAFD65로 이루어지는 그룹으로부터 선택된다.

[0294] 일부 실시예에서, 제2 프리즘은 제1 재료 및 제2 재료와 구분되는 제3 재료로 이루어진다. 일부 실시예에서, 제3 재료는: FCD1, N-PK52A, S-FPL51, J-FK01, H-FK61, FCD10A, H-FK71, FCD100, S-FPL53, FCD515, S-FPM2, J-PSKH1, H-ZPK5, FCD600, FCD705, PCD4, N-PSK53A, S-PHM52, J-PSK02, H-ZPK1A, PCD40, PCD51, S-FPM2, J-PSKH4, H-ZPK3, LAC8, N-LAK8, S-LAL, J-LAK8, H-LaK7A, LAC14, N-LAK14, S-LAL14, J-LAK14, H-LaK51A, TAC8, N-LAK34, S-LAL18, J-LAK18, H-LaK52, FD60-W, N-SF6, S-TIH, J-SF6HS, H-ZF7LAGT, FD225, S-NPH, 1W, J-SFH1, H-ZF71, E-FDS1-W, N-SF66, S-NPH, H-ZF62, E-FDS2, FDS16-W, FDS18-W, S-NPH, H-ZF88, FDS20-W, FDS24, FDS90-SG, N-SF57, S-TIH53W, J-SF03, H-ZF52GT, NBFD10, N-LASF40, S-LAH60V, J-LASF010, H-ZLaF53B, NBFD13, N-LASF43, S-LAH53V, J-LASF03, H-ZLaF52A, NBFD15-W, J-LASFH6, H-ZLaF56B, NBFD30, TAF1, N-LAF34, S-LAH66, J-LASF016, H-LaF50B, TAF3D, N-LASF44, S-LAH65VS, J-LASF015, H-ZLaF50E, TAFD5G, N-LASF41, S-LAH55VS, J-LASF05, H-ZLaF55D, TAFD25, N-LASF46B, S-LAH95, J-LASFH13HS, H-ZLaF75B, TAFD30, N-LASF31A, S-LAH58, J-LASF08, H-ZLaF68N, TAFD32, TAFD33, TAFD35, J-LASFH9, H-ZLaF4LA, TAFD37A, H-ZLaF78B, TAFD40, J-LASFH17HS, H-ZLaF90, TAFD45, J-LASFH21, H-ZLaF89L, TAFD55, S-LAH79, J-LASFH16, 및 TAFD65로 이루어지는 그룹으로부터 선택된다. 일부 실시예에서, 제2 프리즘은 제1 재료로 이루어진다.

[0295] 일부 실시예에서, 제3 프리즘은 제1 재료로 이루어진다. 일부 실시예에서, 제3 프리즘은 제1 재료, 제2 재료 및 제3 재료와 구분되는 제4 재료로 이루어진다.

[0296] 일부 실시예에서, 제1 프리즘 및 제3 프리즘은 동일한 형상을 갖는다.

[0297] 일부 실시예에서, 하나 이상의 프리즘의 세트는 반사 대칭 형상을 갖는다(예를 들어, 도 18a에 나타난 하나 이상의 프리즘의 세트의 정면도는 광 축에 수직인 축 대해 반사 대칭 형상을 가짐).

[0298] 일부 실시예에서, 제2 프리즘은 반사 대칭 형상을 갖는다(예를 들어, 도 18a에 나타난 제2 프리즘의 정면도는 광 축에 수직인 축에 대해 반사 대칭 형상을 가짐). 예를 들어, 도 18a에 나타난 제2 프리즘은 등변 삼각 형상을 갖는다.

[0299] 일부 실시예에서, 프리즘 조립체는 (예를 들어, 프리즘 조립체의 길이를 따라) 광 축을 규정하고; 제1 프리즘은 제1 광학 표면 및 제2 광학 표면을 포함하는 적어도 2개의 광학 표면을 가지며, 제1 광학 표면은 광 축에 수직이지 않다. 예를 들어, 도 18b에 나타난 프리즘(1810)의 제1 표면(1812)은 광학 표면이고 (도 18b의 수평 축을

따라) 광 축에 수직이지 않다.

- [0300] 일부 실시예에서, 제1 프리즘의 제2 광학 표면은 광 축에 수직이지 않다. 예를 들어, 도 18b에 나타난 프리즘(1810)의 제2 표면(1814)은 광학 표면이며 광 축에 수직이지 않다.
- [0301] 일부 실시예에서, 제3 프리즘은 제1 광학 표면 및 제2 광학 표면을 포함하는 적어도 2개의 광학 표면을 가지며, 제1 광학 표면은 광 축에 수직이지 않다. 예를 들어, 제3 프리즘(1840)의 제1 표면(1842)은 광학 표면이고 광 축에 수직이지 않다.
- [0302] 일부 실시예에서, 제3 프리즘의 제2 광학 표면은 광 축에 수직이지 않다. 예를 들어, 제3 프리즘(1840)의 제2 표면(1844)은 광학 표면이고 광 축에 수직이지 않다.
- [0303] 일부 실시예에서, 하나 이상의 프리즘의 세트는 단일 프리즘(예를 들어, 도 18b에 나타난 프리즘(1820))을 포함한다.
- [0304] 일부 실시예에서, 하나 이상의 프리즘의 세트(1820)의 표면(1822, 1824, 1826 및 1828) 및 프리즘(1830)의 표면(1832 및 1834)은 광학 표면이다(예를 들어, 각각의 표면은 $\lambda/4$ 와 같은 $\lambda/2$ 이하의 표면 불규칙성, 및 40-20 스크래치-디그 또는 20-10 스크래치-디그와 같은 60-40 스크래치-디그 또는 그 보다 더 양호한 표면 품질을 가짐).
- [0305] 일부 실시예에서, 제1 프리즘(1810)의 표면(1816 및 1818), 하나 이상의 프리즘의 세트(1820)의 표면(1829), 제2 프리즘(1830)의 표면(1836), 제3 프리즘(1840)의 표면(1846 및 1848)은 비광학 표면이다. 일부 실시예에서, 하나 이상의 표면(1816, 1818, 1829, 1836, 1846 및 1848)은 (예를 들어, 광학적으로 불투명한 재료로) 코팅되어 광의 투과를 방지한다.
- [0306] 일부 실시예에서, 프리즘 조립체(1800)는 50 mm 미만(예를 들어, 45 mm, 40 mm, 35 mm, 30 mm 등)의 길이를 갖는다. 일부 실시예에서, 프리즘 조립체(1800)는 10 mm 미만(예를 들어, 9.5 mm, 9.0 mm, 8.5 mm, 8 mm 등)의 높이(예를 들어, 최상부 표면과 바닥 표면 사이의 거리)를 갖는다. 일부 실시예에서, 프리즘 조립체(1800)는 8 mm 미만(예를 들어, 7.5 mm, 7.0 mm, 6.5 mm, 6.0 mm 등)의 폭(예를 들어, 전방 표면과 후방 표면 사이의 거리)을 갖는다.
- [0307] 일부 실시예에서, 표면(1812 및 1818)은 90° 내지 180° (예를 들어, 120° , 130° , 140° 또는 150° 와 같은 100° 내지 170° , 110° 내지 160°)의 각도를 형성한다. 일부 실시예에서, 표면(1816, 1818)은 서로 실질적으로 수직이다. 일부 실시예에서, 표면(1812 및 1814)은 70° 내지 130° (예를 들어, 80° 내지 120° , 90° 내지 110° , 95° 내지 105° 등)의 각도를 형성한다. 일부 실시예에서, 표면(1814 및 1816)은 30° 내지 80° (예를 들어, 40° 내지 70° , 40° 내지 50° , 50° 내지 60° , 60° 내지 70° 등)의 각도를 형성한다. 일부 실시예에서, 표면(1832 및 1836)은 10° 내지 60° (예를 들어, 20° 내지 50° , 20° 내지 30° , 30° 내지 40° , 40° 내지 50° 등)의 각도를 형성한다.
- [0308] 도 18c 및 도 18d는 일부 실시예에 따른 프리즘 조립체 및 그 구성 요소를 도시한다. 도 18c 및 도 18d에 나타난 프리즘 조립체는 도 18c 및 도 18d에 나타난 하나 이상의 프리즘의 세트가 2개의 프리즘(1850 및 1860)을 포함하는 점을 제외하고는 도 18a 및 도 18b에 나타난 프리즘 조립체(1800)와 유사하다.
- [0309] 따라서, 일부 실시예에서, 하나 이상의 프리즘의 세트는 (도 18c 및 도 18d에 나타난 바와 같이) 2개의 프리즘으로 구성된다.
- [0310] 일부 실시예에서, 프리즘(1850)은 프리즘(1860)의 표면(1862)과 커플링된 표면(1852)을 갖는다. 일부 실시예에서, 표면(1852 및 1862)은 비광학 표면이다(예를 들어, $\lambda/2$ 초과와 표면 불규칙성 및/또는 60-40 스크래치-디그보다 열등한 표면 품질을 갖는 표면). 일부 실시예에서, 하나 이상의 표면(1852 및 1862)은 광의 투과를 방지하기 위해 (예를 들어, 광학적으로 불투명한 재료로) 코팅된다.
- [0311] 도 18e 및 도 18f는 일부 실시예에 따른 프리즘 조립체 및 그 구성 요소를 도시한다. 도 18e 및 도 18f에 나타난 프리즘 조립체는 도 18e 및 도 18f에 나타난 하나 이상의 프리즘의 세트가 적어도 2개의 프리즘(1870 및 1880)을 포함하는 점을 제외하고는 도 18a 및 도 18b에 나타난 프리즘 조립체(1800)와 유사하다. 일부 실시예에서, 하나 이상의 프리즘의 세트는 또한 프리즘(1890)을 포함한다.
- [0312] 따라서, 일부 실시예에서, 하나 이상의 프리즘의 세트는 3개의 프리즘(예를 들어, 프리즘(1870, 1880 및 1890))으로 구성된다. 일부 실시예에서, 프리즘(1870)의 표면(1872) 및 프리즘(1880)의 표면(1888)은 비광학 표면

이다. 일부 실시예에서, 하나 이상의 표면(1872 및 1882)은 광의 투과를 방지하기 위해 (예를 들어, 광학적으로 불투명한 재료로) 코팅된다.

[0313] 일부 실시예에서, 하나 이상의 프리즘의 세트는 4개 이상의 프리즘을 포함한다.

[0314] 도 19a는 도 18a 및 도 18b에 나타난 프리즘 조립체를 통과하는 광선을 도시한다.

[0315] 도 19b는 일부 실시예에 따른 도 18a 및 도 18b에 나타난 프리즘 조립체를 갖는 분광계에서의 광선을 도시한다. 도 19b에 나타난 분광계는 프리즘 조립체(1310) 대신 프리즘 조립체(1800)가 사용되는 점을 제외하고는 도 13에 나타난 분광계와 유사하다.

[0316] 프리즘 조립체(1800)는 도 19b에 나타난 분광계가 하나 이상의 렌즈의 제1 세트(1107)가 하나 이상의 렌즈의 제2 세트(1109)의 광 축에 평행한 광 축을 갖는 배열을 갖도록 한다. 이는 결국 컴팩트한 분광계 구성을 가능하게 한다(예를 들어, 분광계의 폭은 도 12a 내지 도 12e에 나타난 다른 분광계에 비해 감소됨).

[0317] 일부 실시예에 따르면, 광을 분석하기 위한 장치(예를 들어, 도 19b에 나타난 분광계)는 광을 수신하기 위한 입력 개구; 입력 개구로부터의 광을 중계하도록 구성된 하나 이상의 렌즈의 제1 세트; 및 본원에 설명된 임의의 프리즘 조립체를 포함한다. 프리즘 조립체는 하나 이상의 렌즈의 제1 세트로부터의 광을 분산시키도록 구성된다. 장치는 또한 프리즘 조립체로부터 분산된 광을 포커싱하도록 구성된 하나 이상의 렌즈의 제2 세트; 및 하나 이상의 렌즈의 제2 세트로부터의 광을 전기 신호로 변환하도록 구성된 어레이 검출기를 포함한다.

[0318] 도 20a는 일부 실시예에 따른 도 19b에 나타난 분광계에서의 광 분산을 도시한다. 상이한 파장(예를 들어, 700 nm, 750 nm, 800 nm, 850 nm, 900 nm, 950 nm 및 1000 nm)을 갖는 광이 어레이 검출기 상의 각각의 위치에 분산되고 포커싱된다.

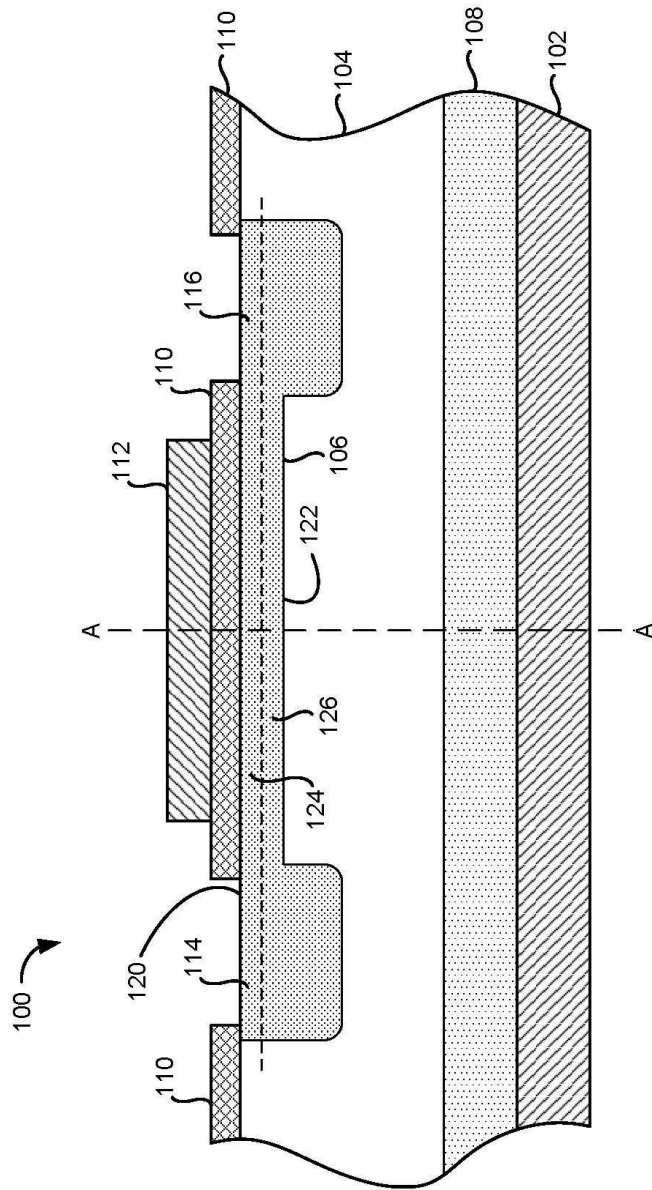
[0319] 도 20b는 일부 실시예에 따른 프리즘 조립체의 움직임에 의해 야기된 스펙트럼의 시프팅을 도시한다.

[0320] 도 20b에 나타난 바와 같이, (페이지의 평면에서 프리즘 조립체의 광 축에 수직인 y-방향으로 또는 페이지의 평면으로부터 프리즘 조립체의 광 축에 수직인 x-방향으로의) 프리즘 조립체의 회전 또는 병진(translation)은 스펙트럼의 약간의 시프트만을 야기한다. 따라서, 도 18a 내지 도 18f에 나타난 프리즘 조립체는 하나 이상의 미러 및 종래의 분산 광학 요소를 갖는 분광계보다 광학 구성 요소(예를 들어, 미러 또는 프리즘)의 임의의 회전 또는 병진 오정렬에 대해 더욱 강인한 분광계를 가능하게 한다.

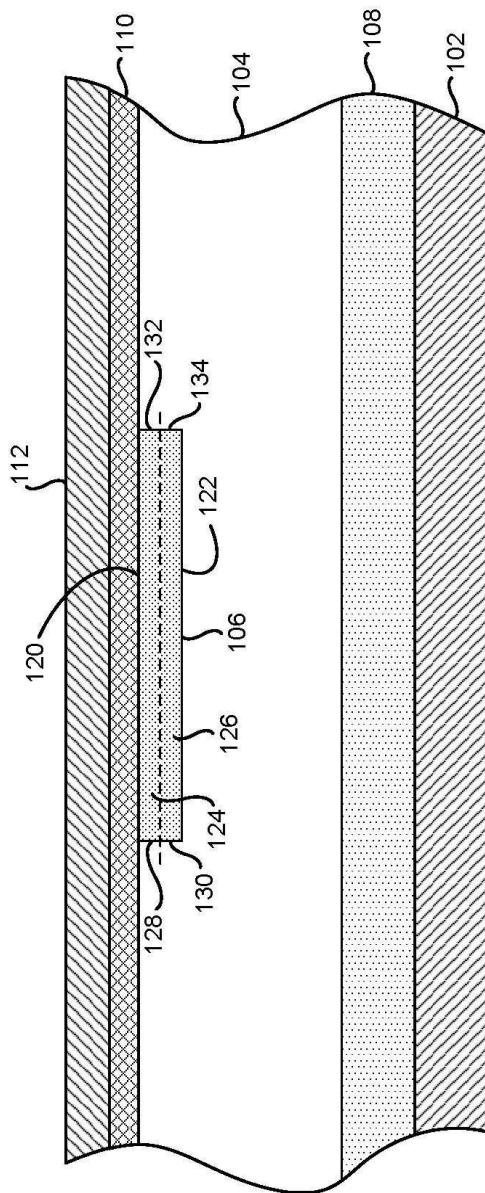
[0321] 전술한 상세한 설명은 설명을 위하여 특정 실시예들과 관련하여 설명되었다. 그러나, 앞의 예시적인 논의들은 한정적이거나 또는 발명을 개시된 바로 그 형태들로 제한하는 것으로 의도되지 않는다. 앞서 교시들을 감안하여 많은 수정들 및 변형들이 가능하다. 본 발명의 원리들 및 본 발명의 실제 응용들을 최상으로 설명하여, 당업자로 하여금 본 발명 및 고려된 특정 용도에 적합한 다양한 수정들을 가진 다양한 실시예들을 최상으로 활용하도록 하기 실시예들이 선택되어 설명되었다.

도면

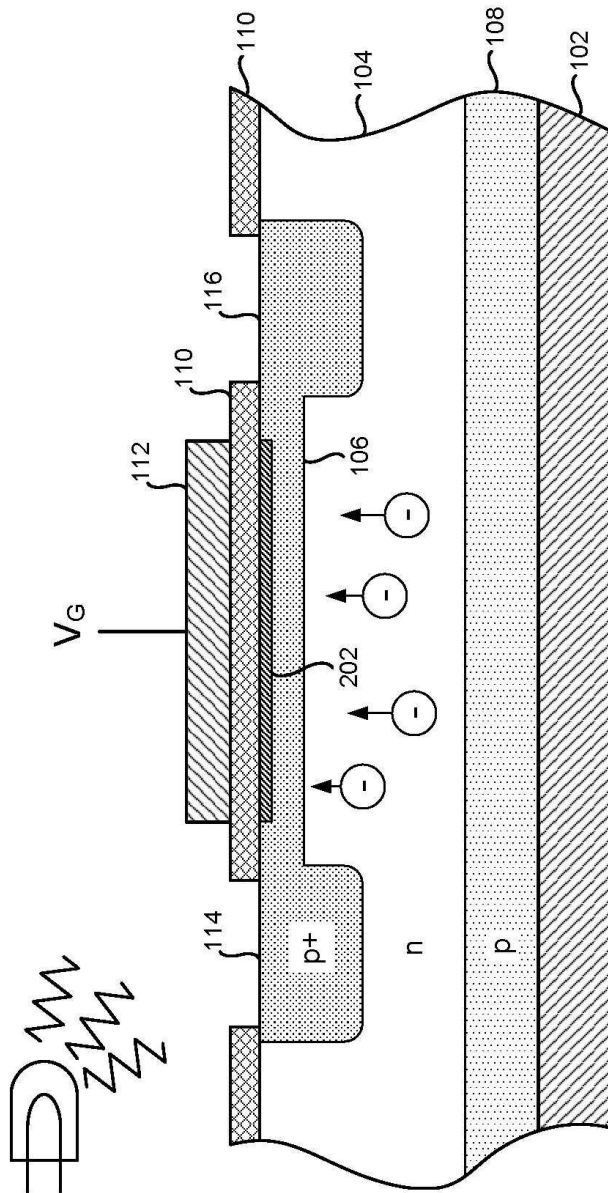
도면1a



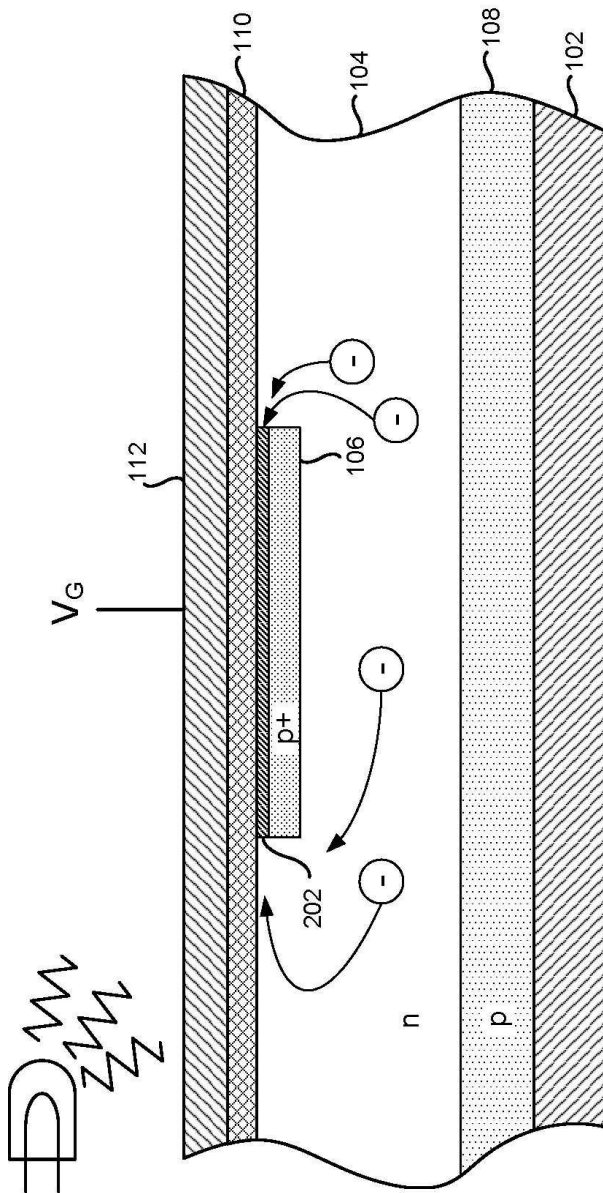
도면1b



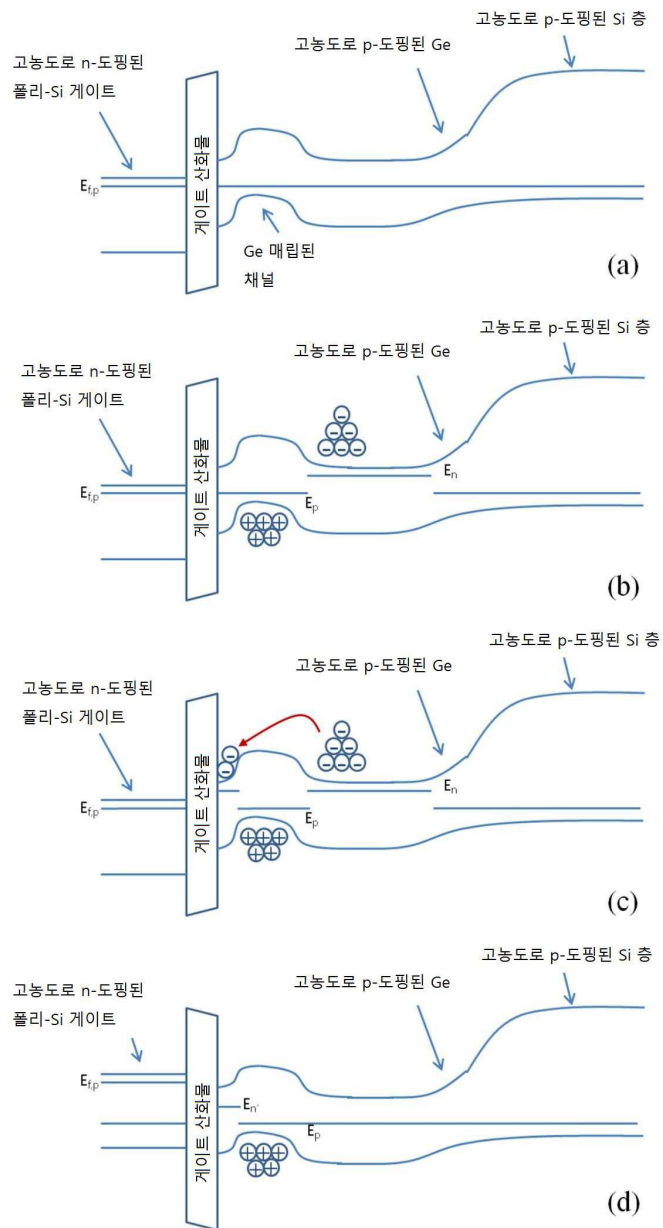
도면2a



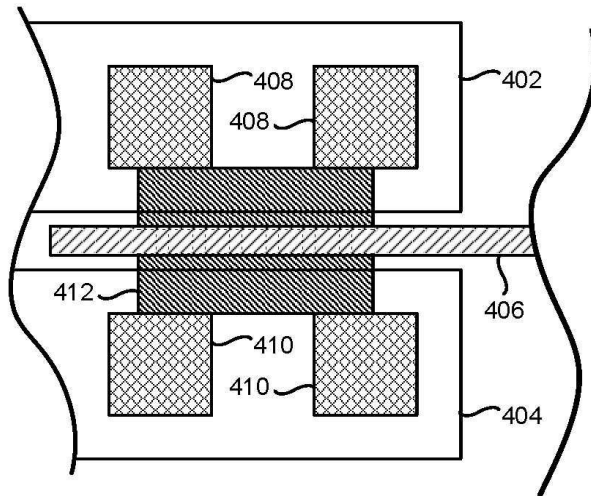
도면2b



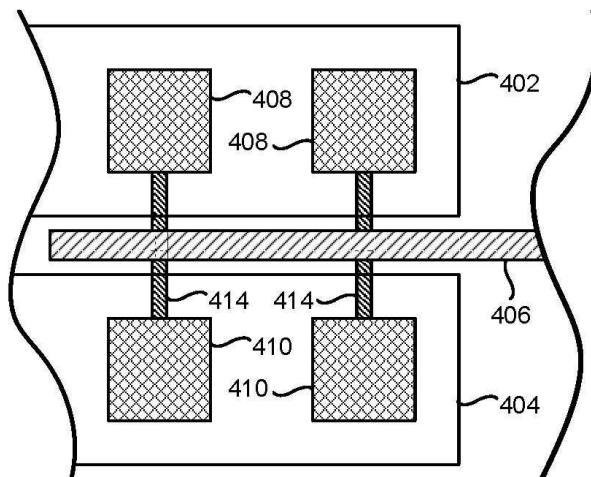
도면3



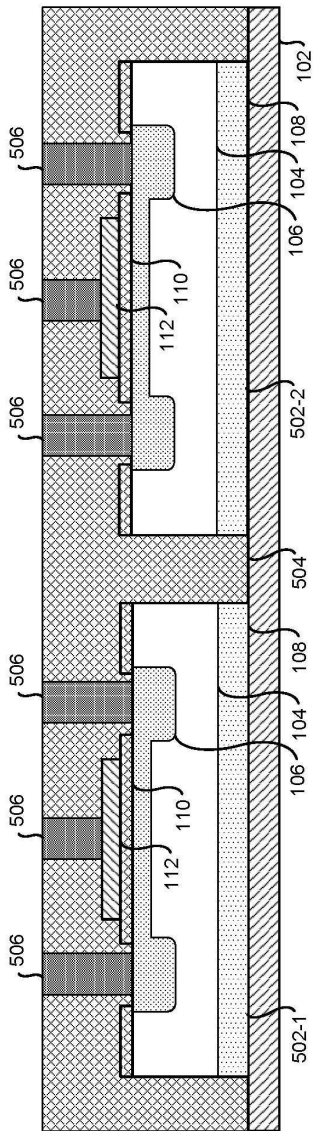
도면4a



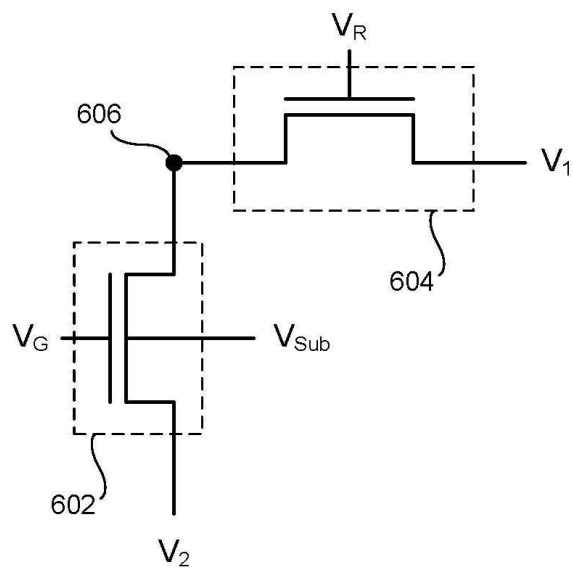
도면4b



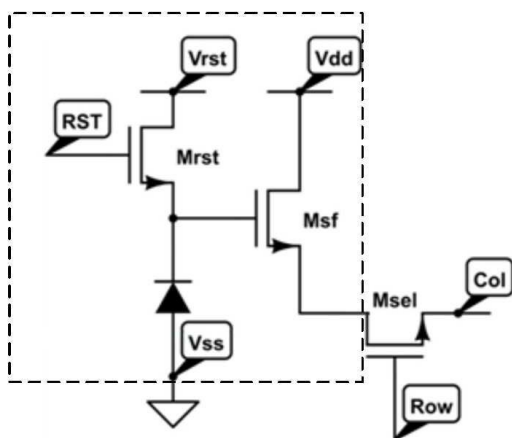
도면5



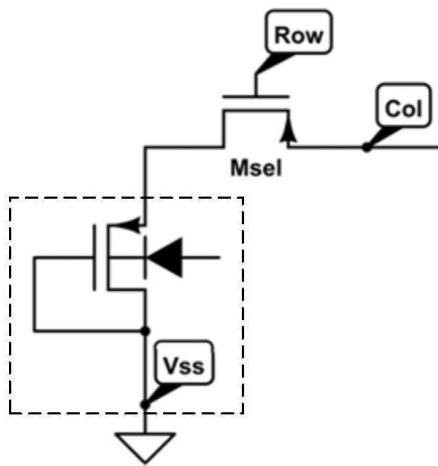
도면6



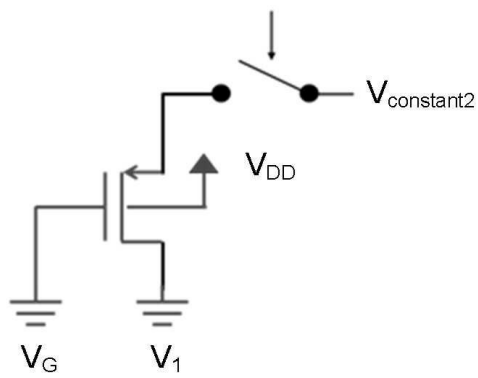
도면7a



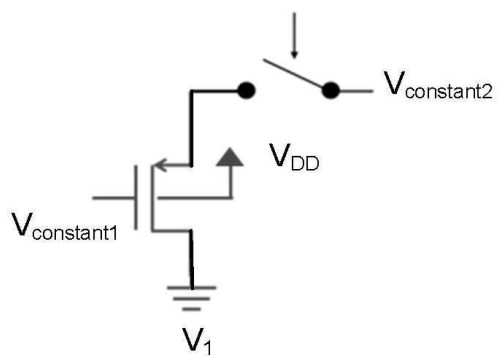
도면7b



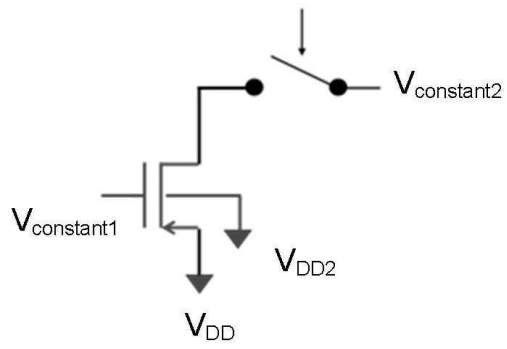
도면8a



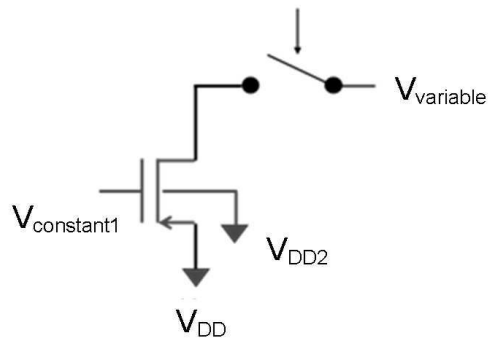
도면8b



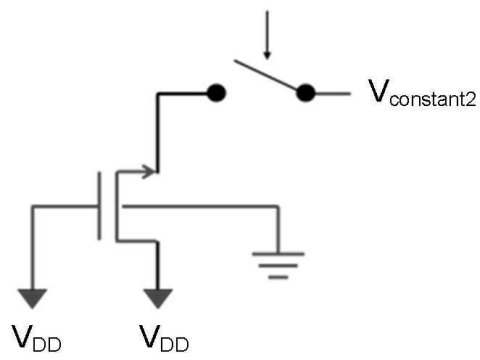
도면8c



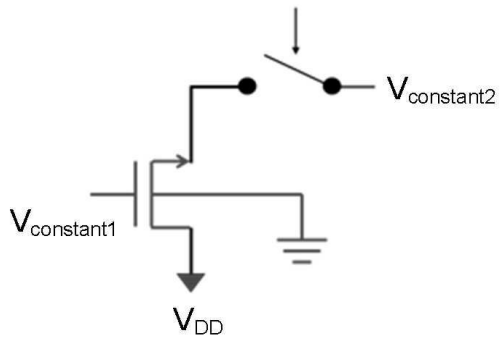
도면8d



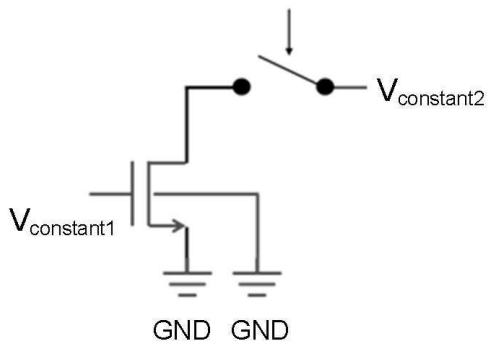
도면8e



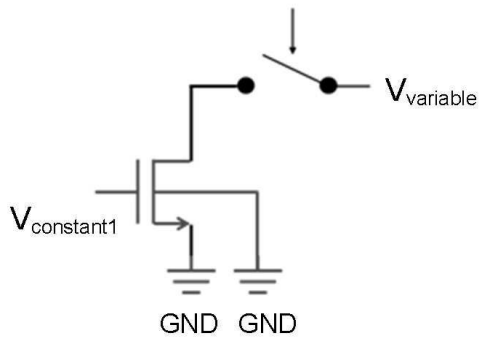
도면8f



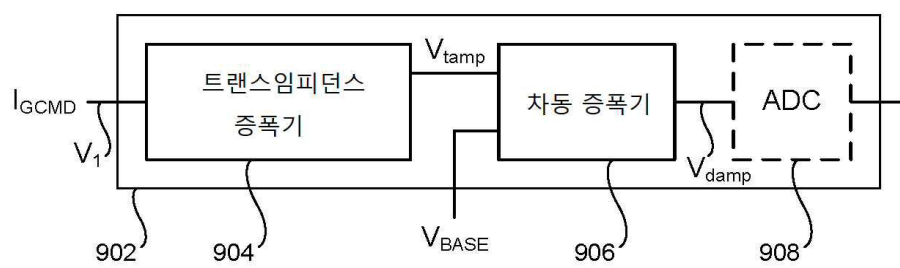
도면8g



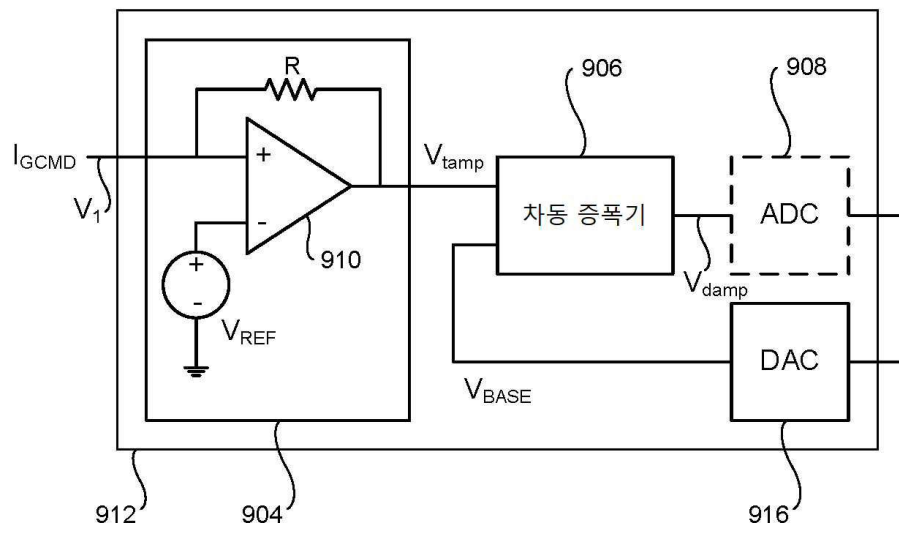
도면8h



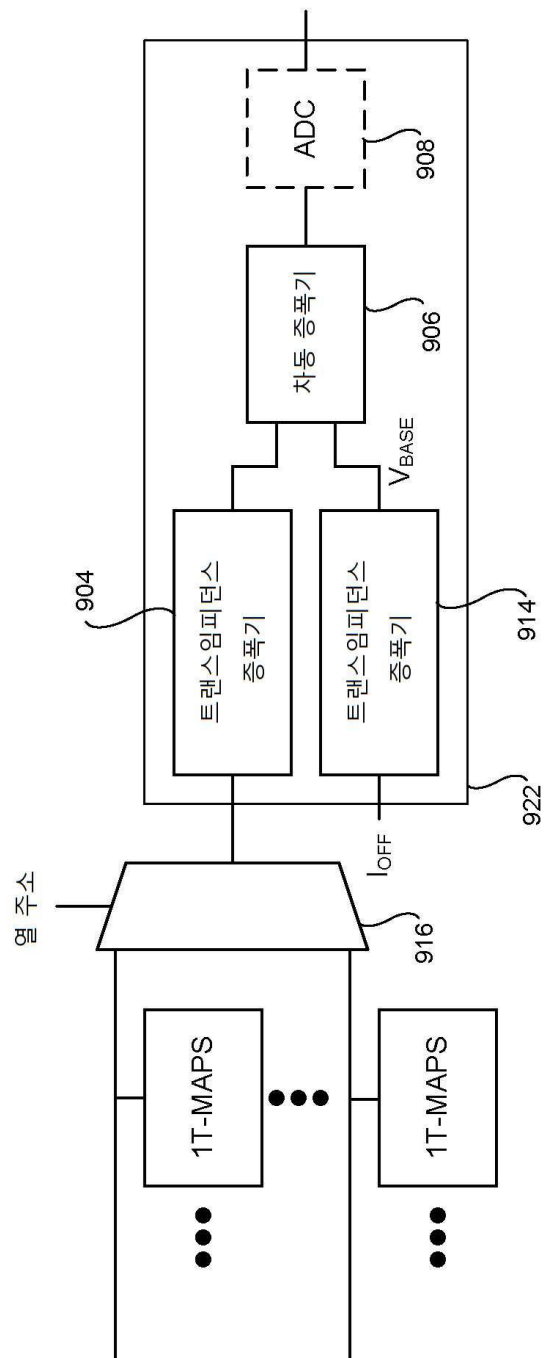
도면9a



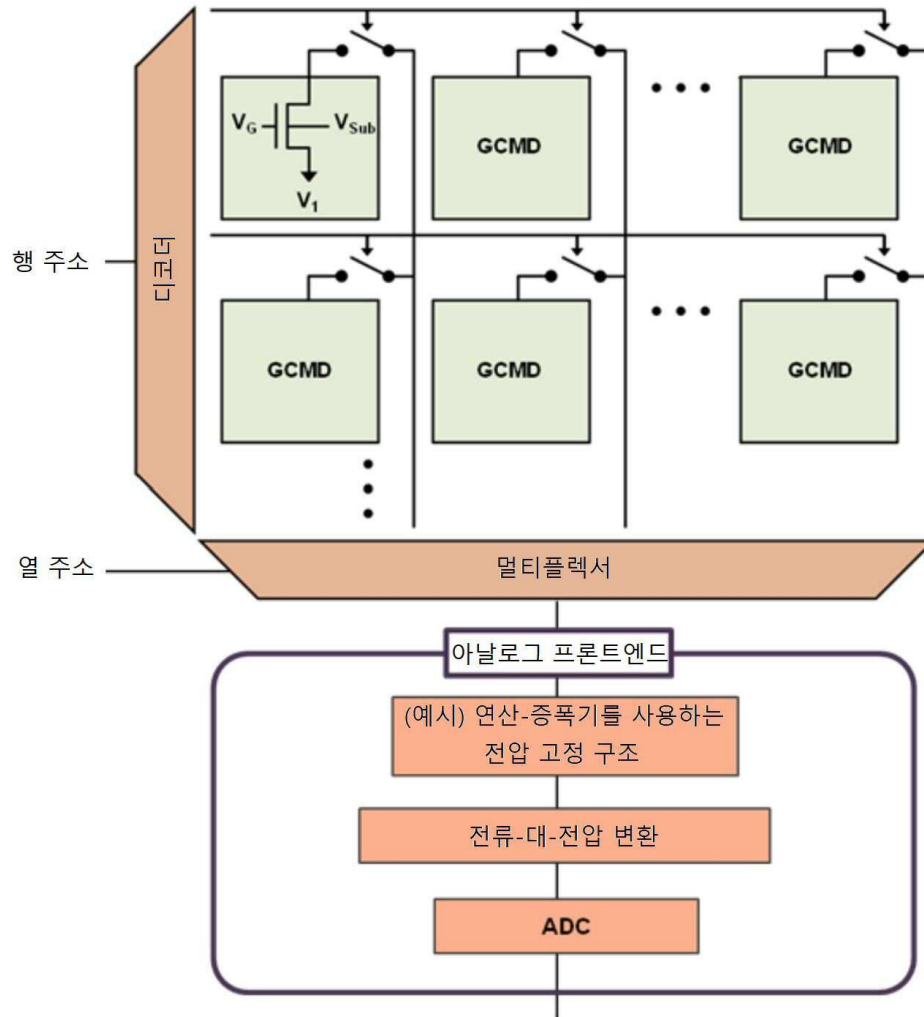
도면9b



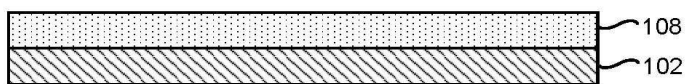
도면9c



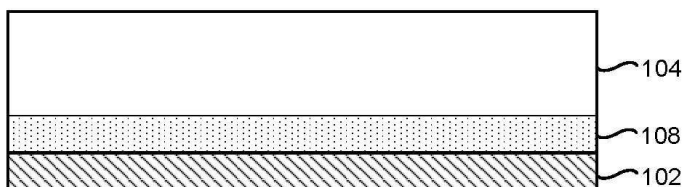
도면10



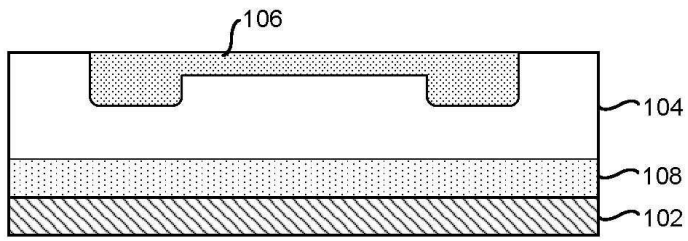
도면11a



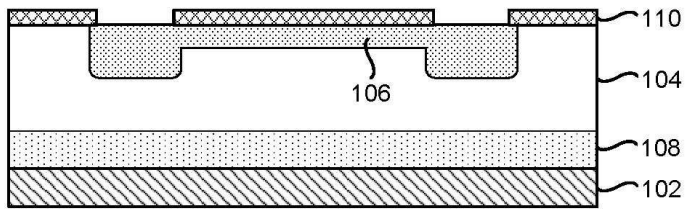
도면11b



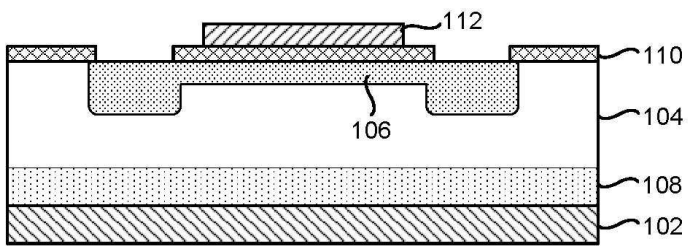
도면11c



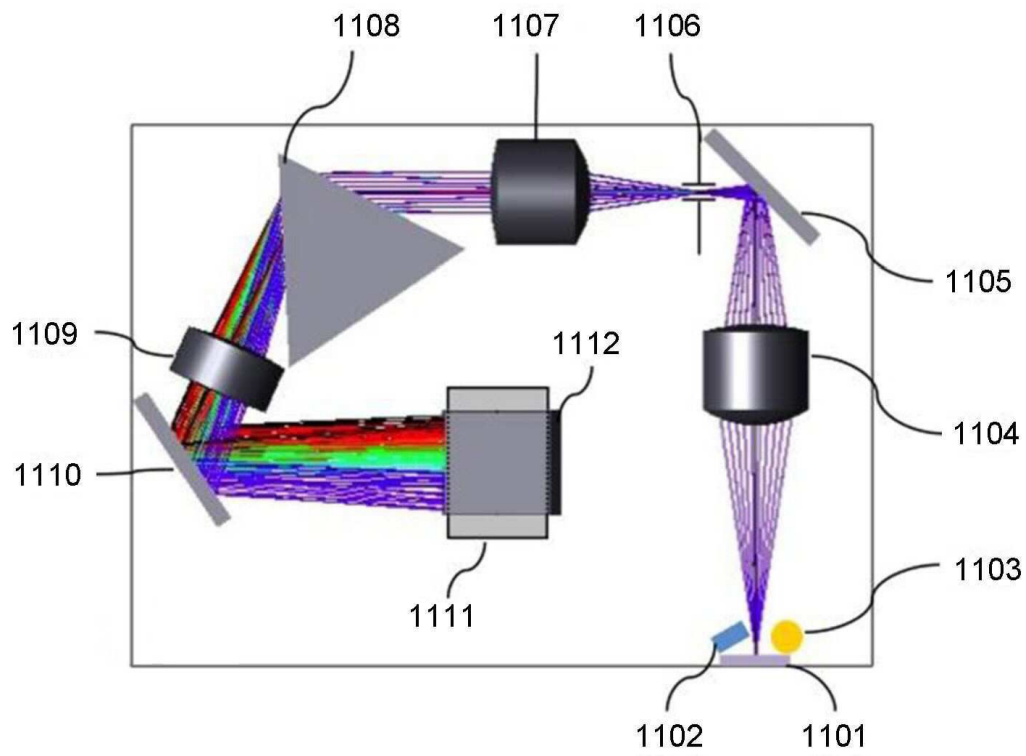
도면11d



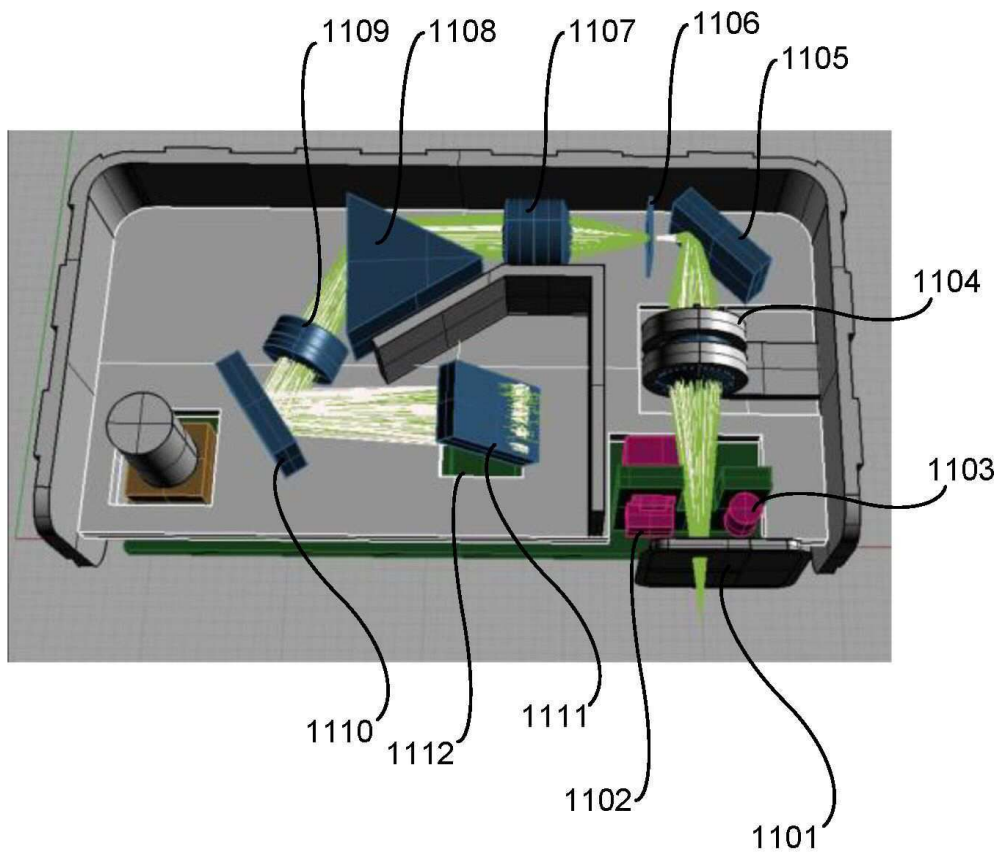
도면11e



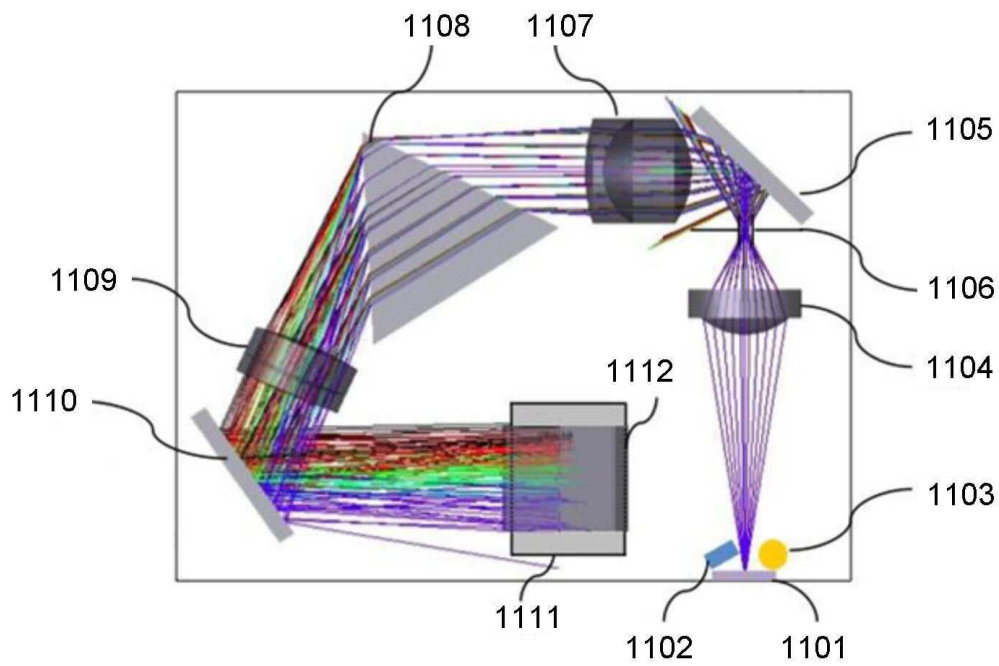
도면12a



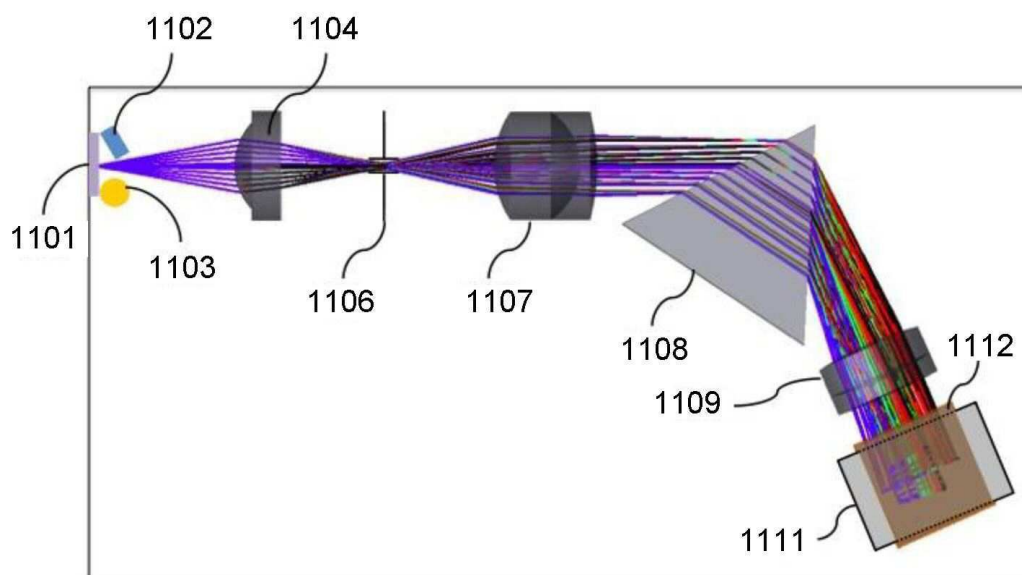
도면12b



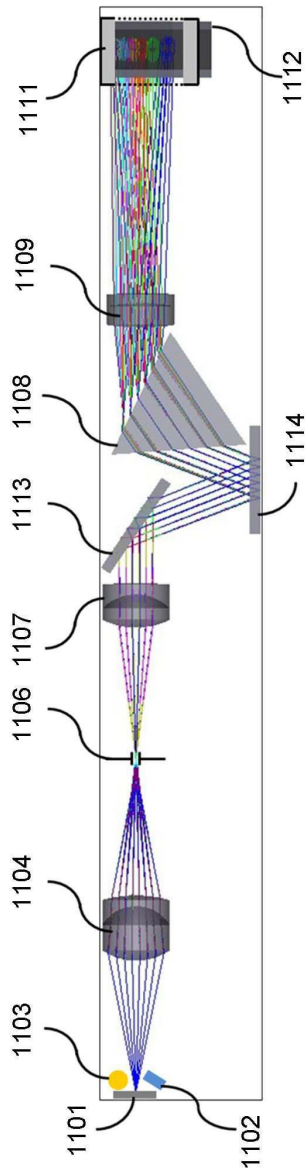
도면12c



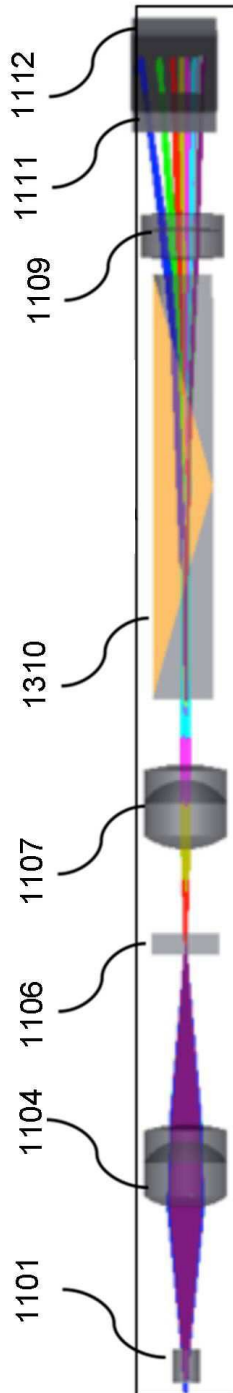
도면12d



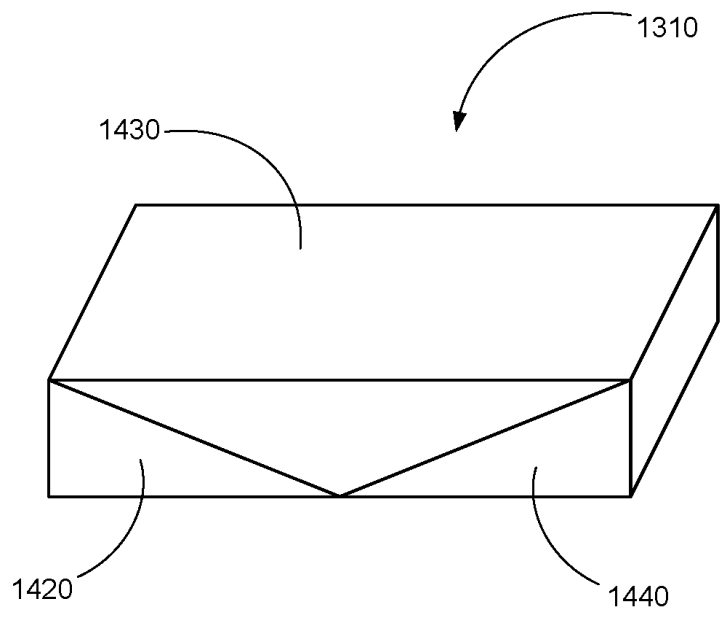
도면12e



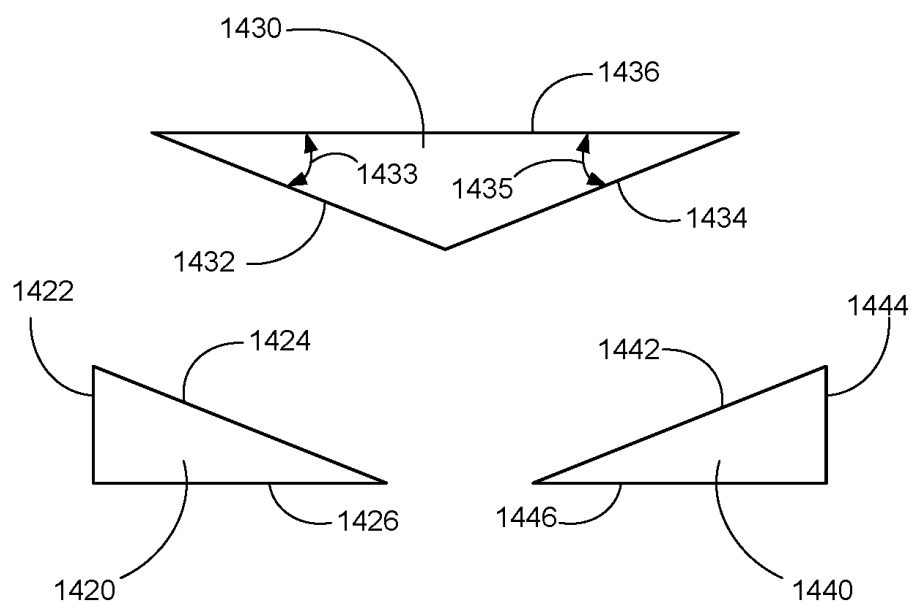
도면13



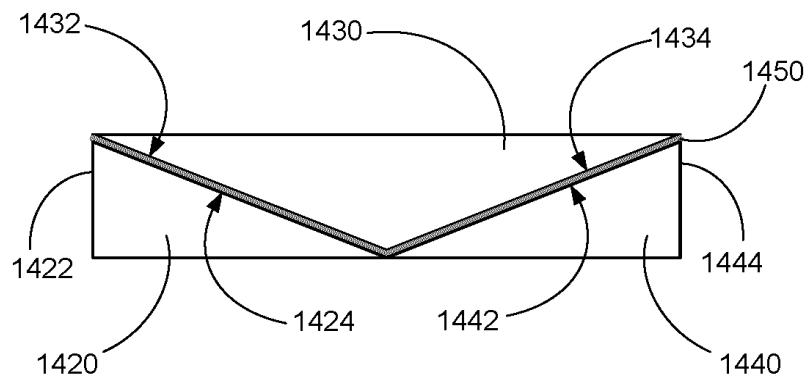
도면14a



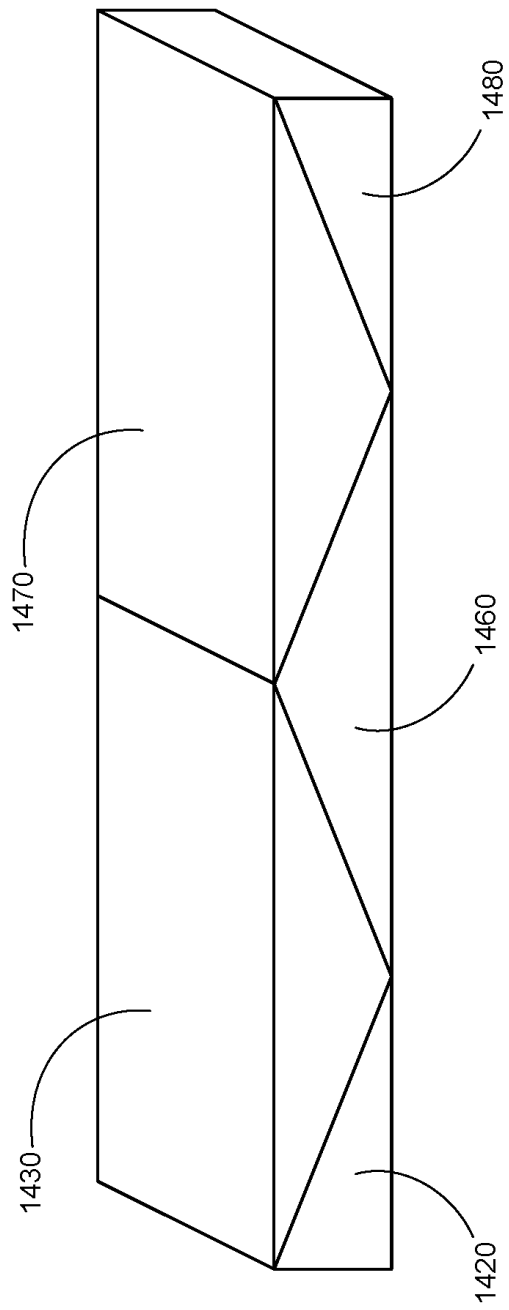
도면14b



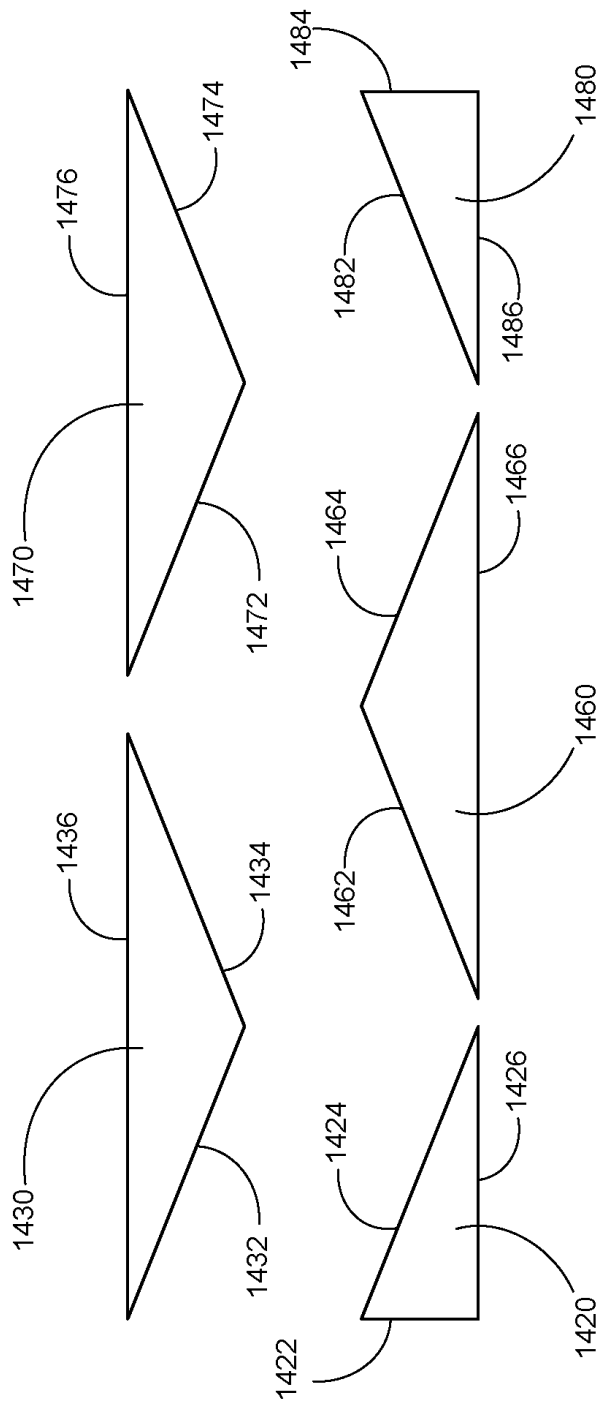
도면14c



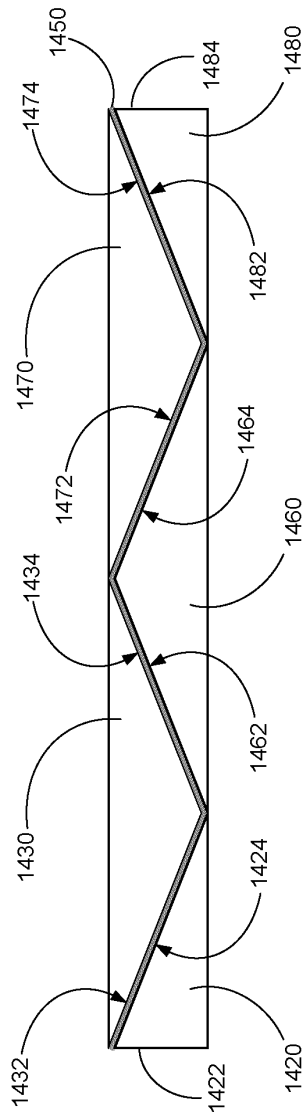
도면15a



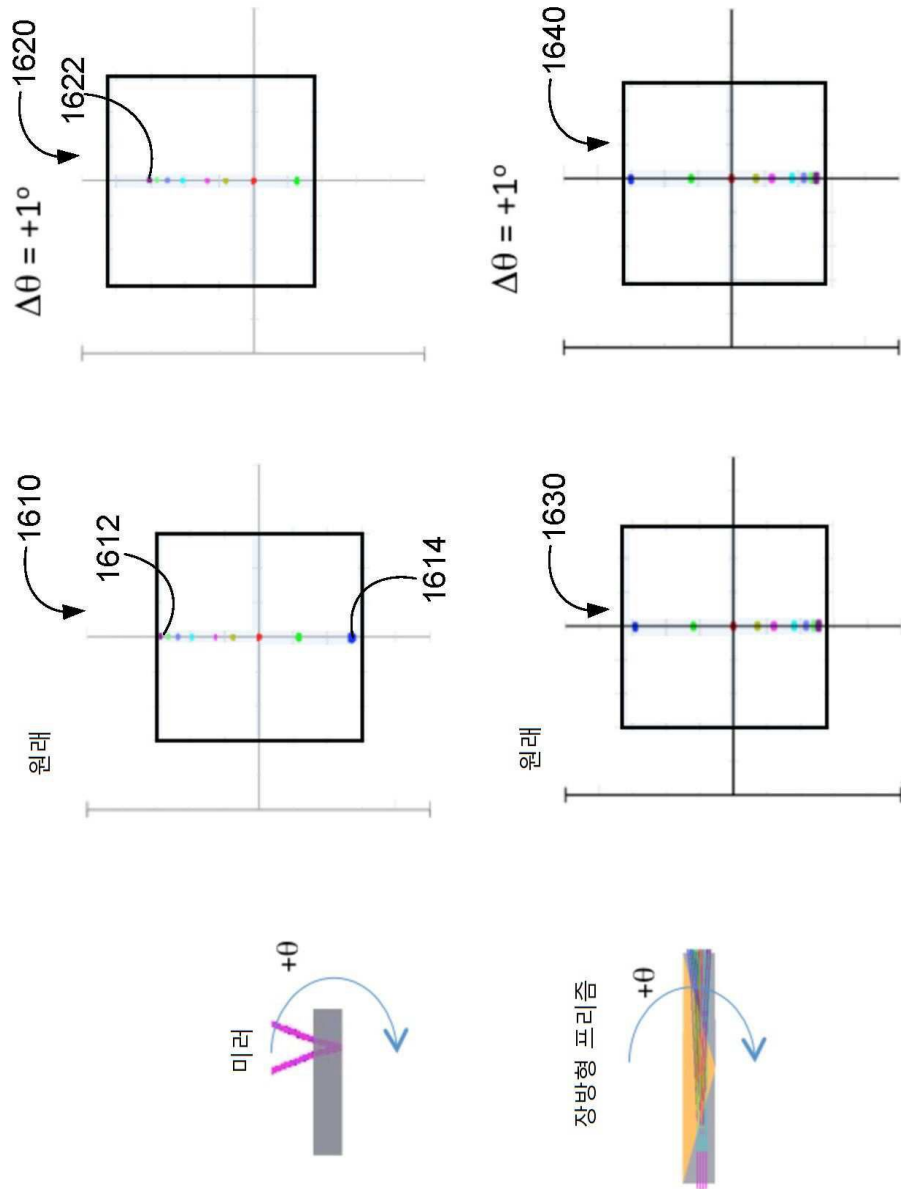
도면15b



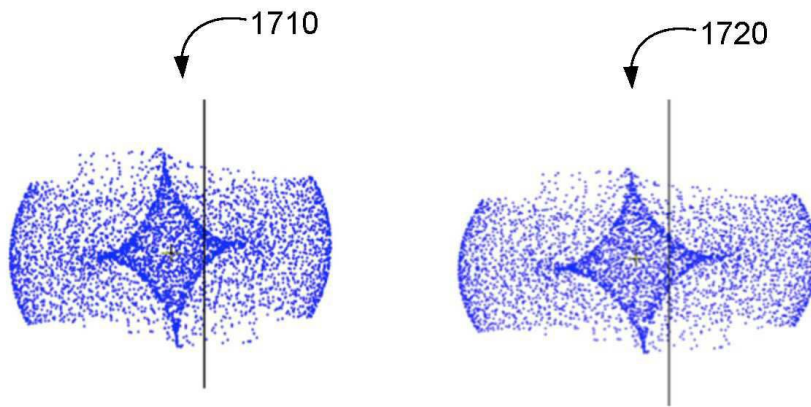
도면15c



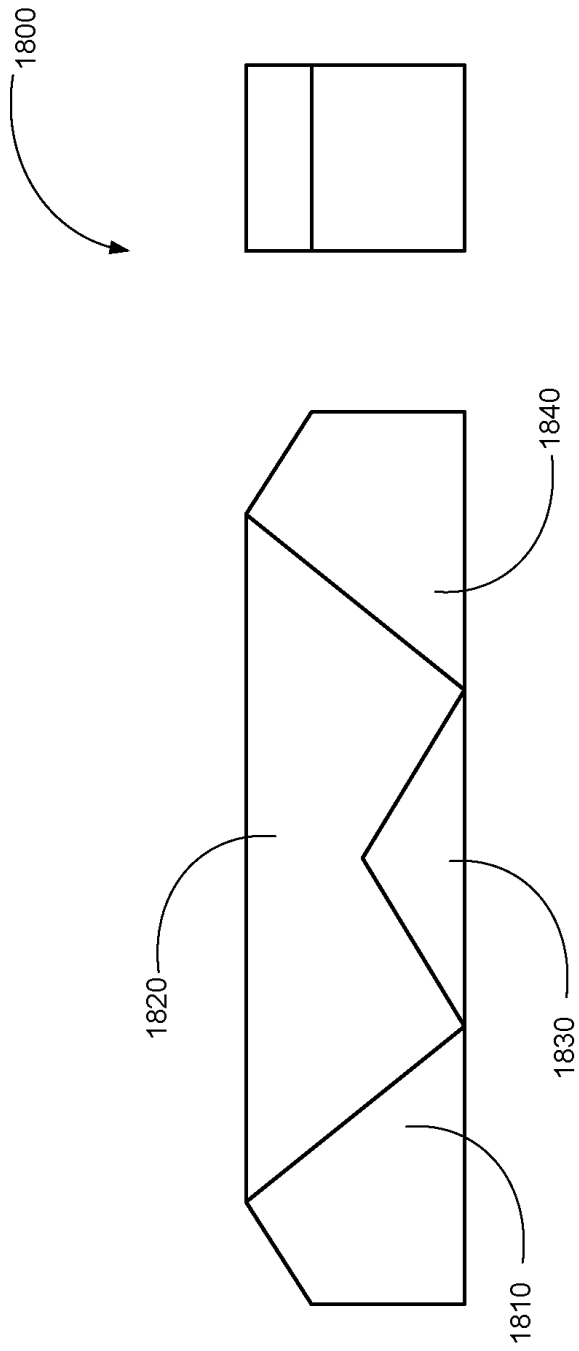
도면16



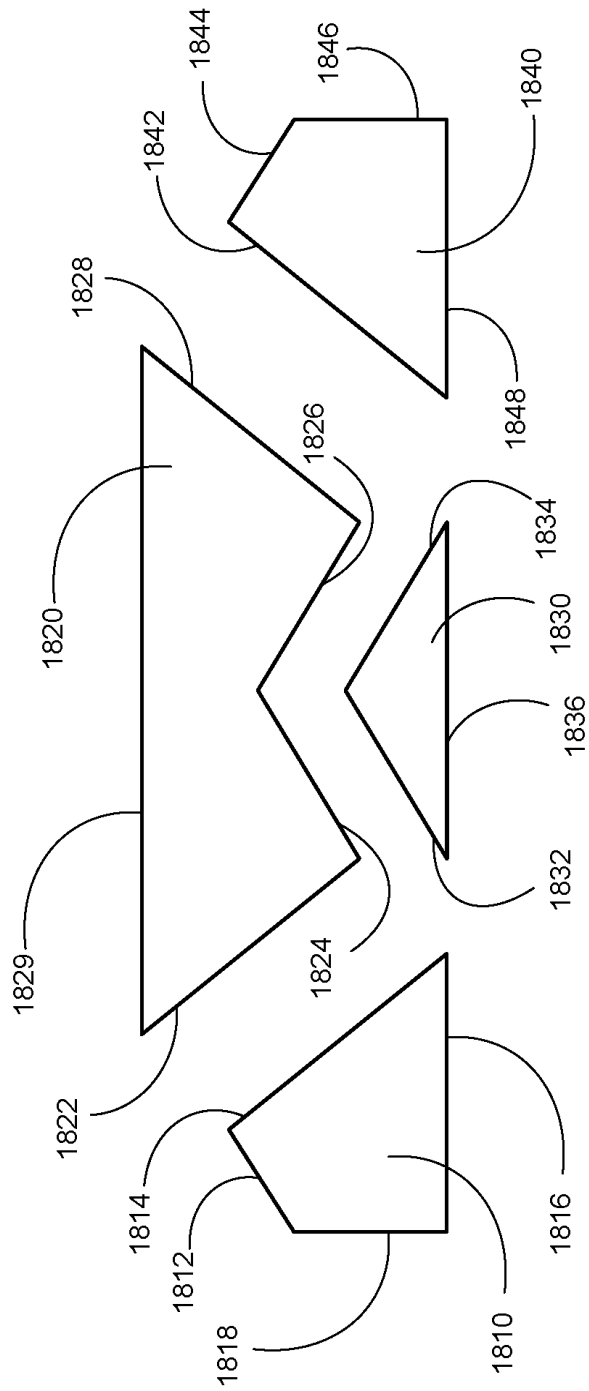
도면17



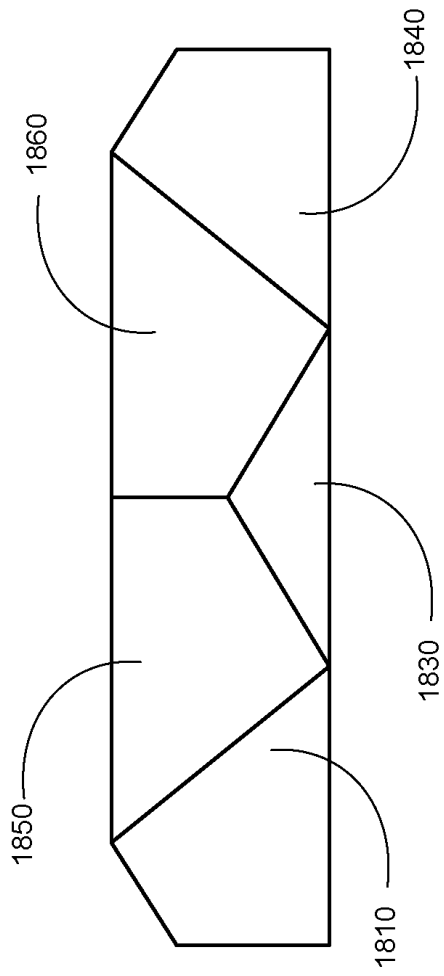
도면18a



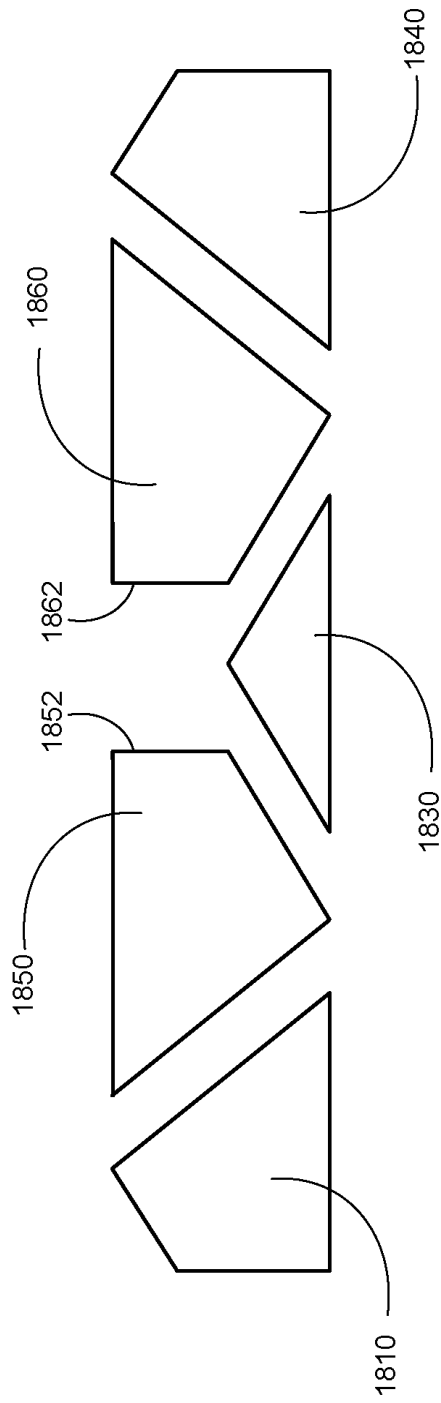
도면18b



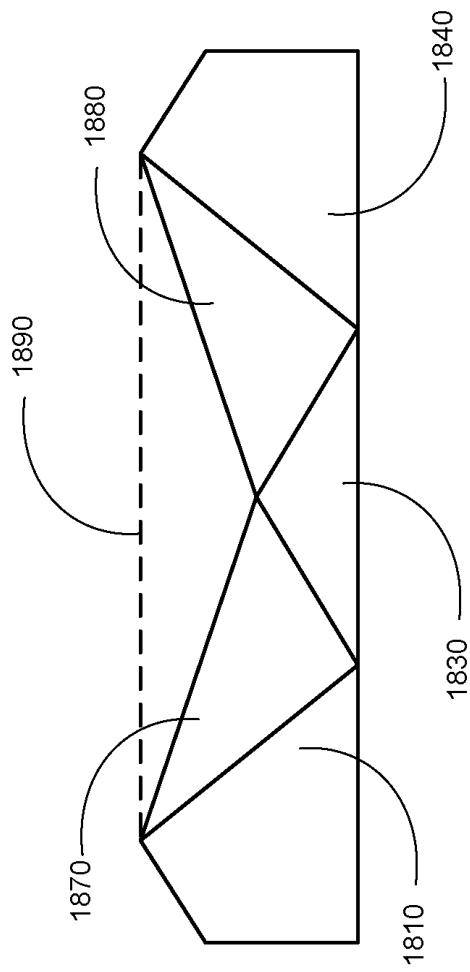
도면18c



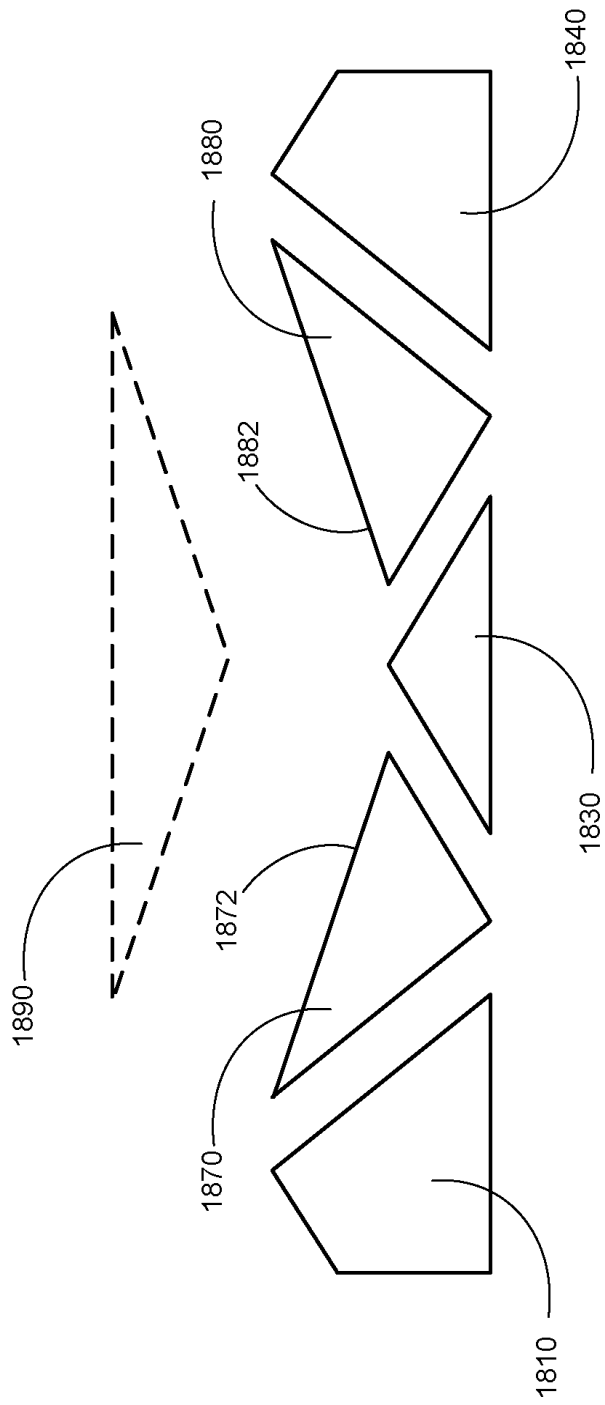
도면18d



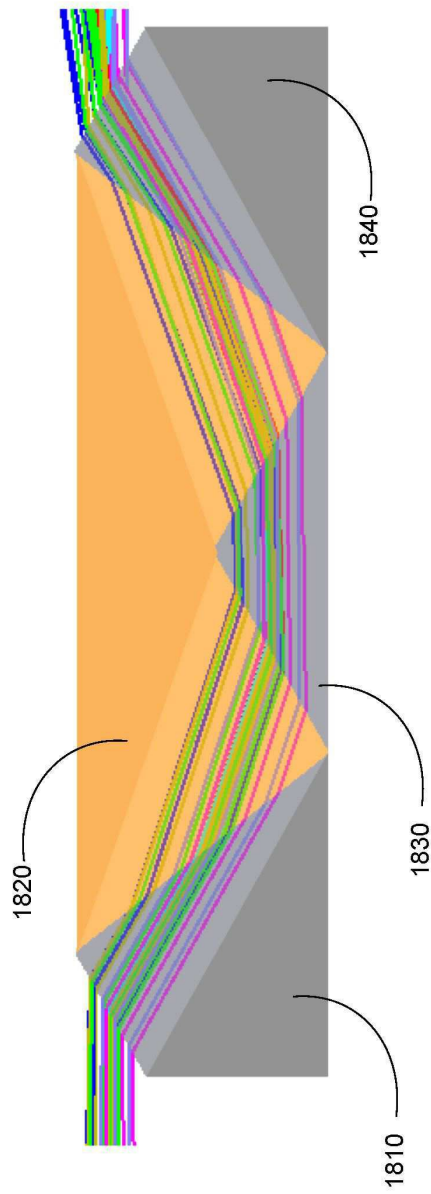
도면18e



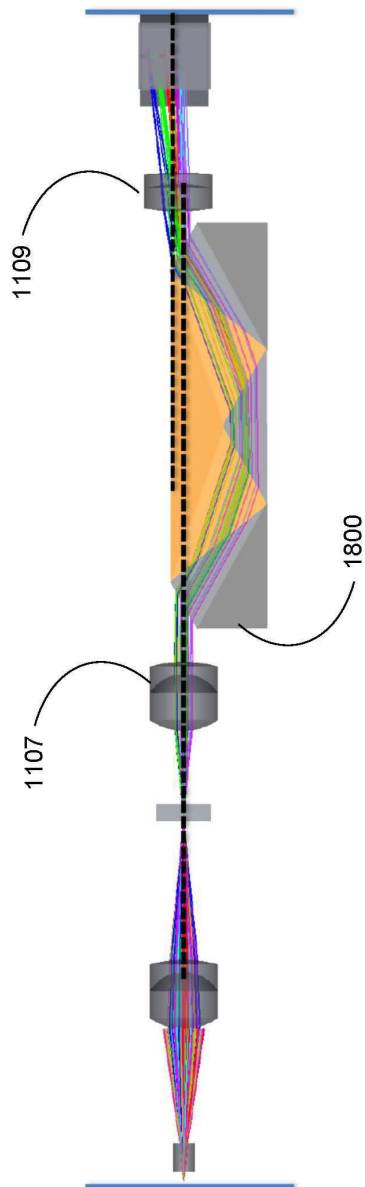
도면18f



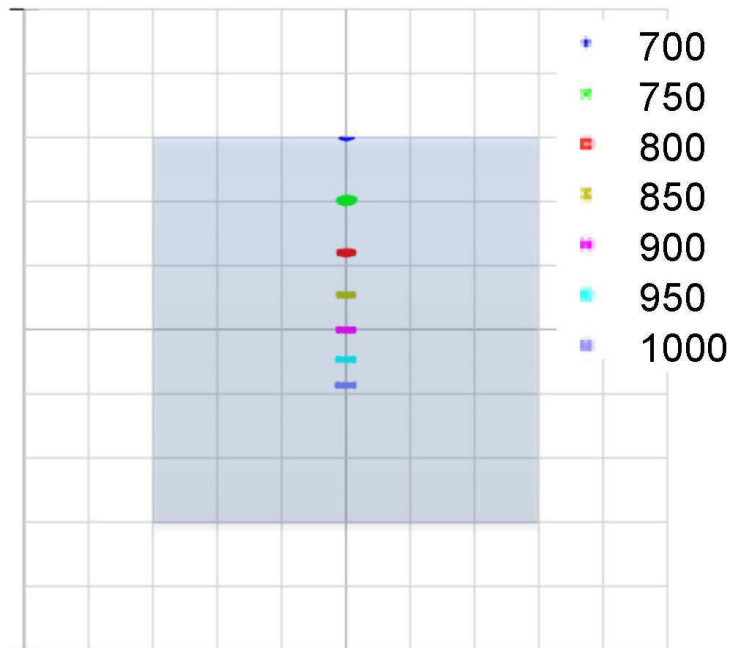
도면 19a



도면19b



도면20a



도면20b

