

(11) 공개번호 10-2023-0112133
(43) 공개일자 2023년07월26일

(71) 출원인
어플라이드 머티어리얼스, 인코포레이티드
미국 95054 캘리포니아 산타 클라라 바우어스 애
브뉴 3050

(72) 발명자
쑤, 양양
미국 95054 캘리포니아 산타 클라라 바우어스 애
브뉴 3050 엠/에스 1269 어플라이드 머티어리얼스
인코포레이티드 로우 디파트먼트 (내)

푸, 진신
미국 95054 캘리포니아 산타 클라라 바우어스 애
브뉴 3050 엠/에스 1269 어플라이드 머티어리얼스
인코포레이티드 로우 디파트먼트 (내)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인
특허법인 남앤남

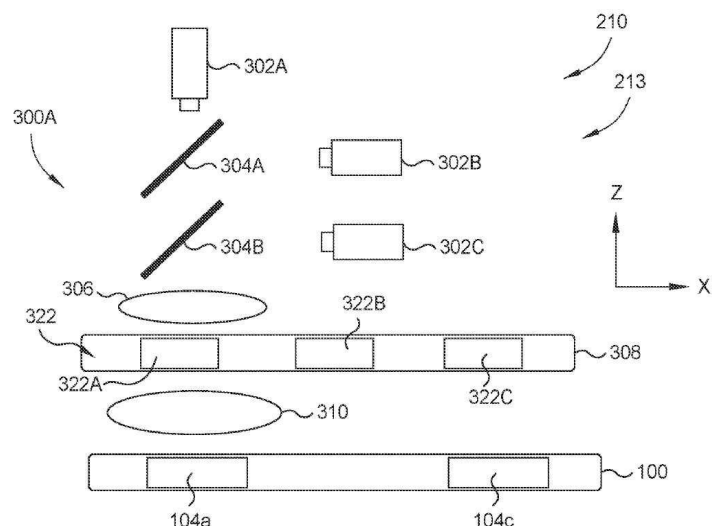
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 AR 계측 도구를 위한 조명 시스템

(57) 요약

본원에 설명된 실시예들은 측정 시스템의 광 엔진들 및 광 엔진들을 사용하는 방법들을 제공한다. 측정 시스템은 광학 디바이스의 제1 격자를 조명하도록 동작 가능한 광 엔진을 포함한다. 광 엔진은 광 엔진으로부터의 광으로 패턴을 투사한다. 광 엔진은, 측정 시스템의 검출기에 의해 캡처된 하나 이상의 이미지들로부터 계측 메트릭이 추출될 수 있도록 패턴을 제1 격자에 투사한다. 이미지를 프로세싱함으로써 계측 메트릭들이 추출된다. 계측 메트릭들은, 광학 디바이스가 이미지 품질 표준들을 충족하는지를 결정한다.

대표도 - 도3a



(52) CPC특허분류

G02B 27/0081 (2013.01)

G02B 27/0172 (2013.01)

G02B 27/30 (2013.01)

G02B 27/62 (2022.01)

G06T 7/0002 (2013.01)

H04N 23/56 (2023.01)

G02B 2027/011 (2013.01)

G06T 2207/10152 (2013.01)

G06T 2207/30168 (2013.01)

(72) 발명자

다이토, 카즈야

미국 95054 캘리포니아 산타 클라라 바우어스 애브
뉴 3050 엠/에스 1269 어플라이드 머티어리얼스 인
코포레이티드 로우 디파트먼트 (내)

고맷, 루도빅

미국 95054 캘리포니아 산타 클라라 바우어스 애브
뉴 3050 엠/에스 1269 어플라이드 머티어리얼스 인
코포레이티드 로우 디파트먼트 (내)

명세서

청구범위

청구항 1

측정 시스템으로서,

광학 디바이스 또는 적어도 하나의 광학 디바이스가 상부에 배치된 광학 디바이스 기관을 보유하도록 동작 가능한 스테이지; 및

상기 스테이지 위에 배치된 광 엔진을 포함하고,

상기 광 엔진은,

복수의 광 소스들 — 상기 복수의 광 소스들은 일정 범위의 파장들로 상기 광학 디바이스에 광을 투사하도록 동작 가능함 —;

상기 복수의 광 소스들 각각으로부터의 상기 광을 시준하도록 동작 가능한 제1 렌즈;

상기 복수의 광 소스들 아래에 배치된 레티클 트레이(reticle tray) — 상기 레티클 트레이는 상기 레티클 트레이 상에 배치된 복수의 레티클들을 갖고, 상기 복수의 레티클들의 각각의 레티클은, 상기 광이 상기 복수의 레티클들의 각각의 레티클로 지향될 때 투사될 패턴을 가짐 —; 및

상기 복수의 레티클들 각각으로부터 투사된 상기 패턴을 수신하도록 동작 가능한 제2 렌즈 — 상기 제2 렌즈는 상기 패턴을 상기 광학 디바이스의 입력 결합 격자(input coupling grating)에 투사하도록 동작 가능함 — 를 포함하는,

측정 시스템.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 광 엔진은 회전 스테이지에 결합되고, 상기 회전 스테이지는 상기 광 엔진을 회전시키거나 또는 틸팅(tilt)시키도록 동작 가능한,

측정 시스템.

청구항 3

제1 항에 있어서,

상기 복수의 광 소스들은 620 nm 내지 750 nm의 제1 범위의 파장들을 투사하도록 동작 가능한 제1 광 소스, 495 nm 내지 570 nm의 제2 범위의 파장들을 투사하도록 동작 가능한 제2 광 소스, 및 450 nm 내지 495 nm의 제3 범위의 파장들을 투사하도록 동작 가능한 제3 광 소스를 포함하는,

측정 시스템.

청구항 4

제1 항에 있어서,

상기 광 엔진에 인접한 정렬 카메라를 더 포함하고,

상기 정렬 카메라는 상기 광학 디바이스 또는 상기 광학 디바이스 기관 상에서 하나 이상의 정렬 마커(alignment marker)들의 하나 이상의 이미지들을 캡처하도록 동작 가능한,

측정 시스템.

청구항 5

제1 항에 있어서,

상기 광 엔진은 복수의 미러(mirror)들을 포함하고, 상기 복수의 미러들은 상기 복수의 광 소스들로부터의 상기 광을 상기 제1 렌즈로 지향시키도록 동작 가능한,

측정 시스템.

청구항 6

제1 항에 있어서,

상기 광 엔진에 인접한 반사 검출기를 더 포함하고,

상기 반사 검출기는 상기 복수의 레티클들 각각으로부터 투사된 상기 패턴을 검출하도록 포지셔닝되는,

측정 시스템.

청구항 7

제1 항에 있어서,

상기 스테이지의, 상기 광 엔진과 반대편 측에 포지셔닝된 투과 검출기를 더 포함하며,

상기 투과 검출기는 상기 복수의 레티클들 각각으로부터 투사된 상기 패턴을 검출하도록 동작 가능한,

측정 시스템.

청구항 8

측정 시스템으로서,

광학 디바이스 또는 적어도 하나의 광학 디바이스가 상부에 배치된 광학 디바이스 기판을 보유하도록 동작 가능한 스테이지;

상기 스테이지 위에 배치된 광 엔진 — 상기 광 엔진은,

모듈을 포함하고, 상기 모듈은 하나 이상의 패턴들을 상기 광학 디바이스에 투사하도록 동작 가능하고, 상기 광 엔진은 상기 광학 디바이스 또는 상기 광학 디바이스 기판에 투사된 상기 하나 이상의 패턴들의 입사 각도를 조정하기 위해 회전 및/또는 틸팅되도록 동작 가능함 —;

상기 광 엔진에 인접한 정렬 카메라 — 상기 정렬 카메라는 상기 광학 디바이스 또는 상기 광학 디바이스 기판 상에서 하나 이상의 정렬 마커들의 하나 이상의 이미지들을 캡처하도록 포지셔닝됨 —; 및

상기 광 엔진에 인접한 반사 검출기 — 상기 반사 검출기는 상기 광학 디바이스들로부터 투사된 아웃커플링(outcouple)된 빔(beam)들을 검출하도록 포지셔닝됨 — 를 포함하는,

측정 시스템.

청구항 9

제8 항에 있어서,

상기 광 엔진은 상기 하나 이상의 패턴들을 수신하도록 동작 가능한 제2 렌즈를 더 포함하고, 상기 제2 렌즈는 상기 하나 이상의 패턴들을 상기 광학 디바이스의 입력 결합 격자에 투사하도록 동작 가능한,

측정 시스템.

청구항 10

제8 항에 있어서,

상기 패턴들은 각각 적색, 녹색, 및 청색 채널들에 대응될 수 있는,

측정 시스템.

청구항 11

제8 항에 있어서,

상기 모듈은 상기 하나 이상의 패턴들을 투사하도록 동작 가능한 마이크로 LED 모듈, LCOS(liquid crystal on silicon) 모듈, DLP(digital light processing) 모듈, 또는 레이저 투사 모듈인,

측정 시스템.

청구항 12

제8 항에 있어서,

상기 모듈은 상기 하나 이상의 패턴들을 투사하도록 동작 가능한 레이저 투사 모듈 또는 레이저 스캐닝 모듈인,

측정 시스템.

청구항 13

제8 항에 있어서,

상기 광 엔진의 시야(field of view)는 약 10 도 내지 약 100 도인,

측정 시스템.

청구항 14

제8 항에 있어서,

상기 스테이지는 투명한,

측정 시스템.

청구항 15

방법으로서,

패턴을 투사하는 단계 - 상기 패턴은 광 엔진으로부터의 광으로 투사되고, 상기 광 엔진은 측정 시스템에 배치되고, 상기 측정 시스템은,

상기 광 엔진 아래에 배치된 스테이지;

상기 스테이지 상에 배치된 트레이; 및

상기 스테이지를 향해 배향된 반사 검출기를 갖고,

상기 트레이는 광학 디바이스 또는 적어도 하나의 광학 디바이스가 상부에 배치된 광학 디바이스 기판을 갖고, 상기 광학 디바이스는 상기 패턴을 수신하도록 동작 가능함 -;

상기 패턴의 하나 이상의 이미지들을 검출하는 단계 - 상기 하나 이상의 이미지들은 상기 광학 디바이스를 통해 내부 전반사를 거친 상기 패턴이 상기 반사 검출기에 아웃커플링될 때 검출됨 -; 및

계측 메트릭(metrology metric)들을 추출하기 위해 상기 하나 이상의 이미지들을 프로세싱하는 단계를 포함하는,

방법.

청구항 16

제15 항에 있어서,

상기 광의 광 폭은 상기 광학 디바이스의 입력 결합 격자의 폭과 실질적으로 동일한,

방법.

청구항 17

제15 항에 있어서,
상기 광을 투사할 때 상기 광 엔진을 회전시키거나 또는 틸팅시키는 단계를 더 포함하는,
방법.

청구항 18

제15 항에 있어서,
상기 측정 시스템의 정렬 카메라를 활용하여 상기 광 엔진에 대한 상기 광학 디바이스의 오정렬들을 보정하는 단계를 더 포함하는,
방법.

청구항 19

제15 항에 있어서,
상기 계측 메트릭들은 각도 균일성 메트릭, 콘트라스트(contrast) 메트릭, 효율성 메트릭, 컬러 균일성 메트릭, MTF(modulation transfer function) 메트릭, FOV(field of view) 메트릭, 고스트 이미지(ghost image) 메트릭, 아이 박스(eye box) 메트릭 중 하나 이상을 포함하는,
방법.

청구항 20

제15 항에 있어서,
후속 패턴들에 대해 상기 방법을 반복하는 단계를 더 포함하는,
방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시내용의 실시예들은 일반적으로 증강, 가상, 및 혼합 현실을 위한 광학 디바이스들에 관한 것이다. 보다 구체적으로, 본원에 설명된 실시예들은 측정 시스템의 광 엔진들 및 광 엔진들을 사용하는 방법들을 제공한다.

배경 기술

[0002] 가상 현실은 일반적으로, 컴퓨터 생성 시뮬레이팅 환경(computer generated simulated environment)인 것으로 간주되며, 이러한 환경에서 사용자는 명백한 물리적 존재를 갖는다. 가상 현실 경험은 3D로 생성될 수 있으며, 실제 환경을 대체하는 가상 현실 환경을 디스플레이하기 위한 렌즈들로서 근안 디스플레이 패널(near-eye display panel)들을 갖는 안경 또는 다른 웨어러블 디스플레이 디바이스들과 같은 HMD(head-mounted display)를 통해 뷰잉될 수 있다.

[0003] 그러나, 증강 현실은, 사용자가 주변 환경을 뷰잉하기 위해 여전히 안경 또는 다른 HMD 디바이스의 디스플레이 렌즈들을 통해 볼 수 있을 뿐만 아니라, 디스플레이를 위해 생성되고 환경의 일부로서 나타나는 가상 객체들의 이미지들을 또한 볼 수 있는 경험을 가능하게 한다. 증강 현실은, 사용자가 경험하는 환경을 보강(enhance)하거나 증강시키는 가상 이미지들, 그래픽들, 및 비디오뿐만 아니라 오디오 및 햅틱 입력들과 같은 임의의 유형의 입력을 포함할 수 있다. 신흥 기술로서, 증강 현실에는 많은 난제들 및 설계 제약들이 존재한다.

[0004] 하나의 그러한 난제는 이미지 품질 표준들을 위해 광학 디바이스들을 측정하는 것이다. 이미지 품질 표준들이 충족되는 것을 보장하기 위해, 제작된 광학 디바이스들의 계측 메트릭(metric)들이 획득되어야 한다. 그러나, 기존의 측정 시스템들은 원하는 시야(field of view)가 부족하고, 고스트 이미징(ghost imaging)으로 인해 어려움을 겪는다. 따라서, 당업계에 필요한 것은 시야가 개선되고 고스트 이미징의 발생이 감소된 측정 시스템 및 측정 시스템을 사용하는 방법들이다.

발명의 내용

- [0005] 일 실시예에서, 측정 시스템이 제공된다. 측정 시스템은 광학 디바이스 또는 적어도 하나의 광학 디바이스가 상부에 배치된 광학 디바이스 기관을 보유하도록 동작 가능한 스테이지를 포함한다. 측정 시스템은 스테이지 위에 배치된 광 엔진을 더 포함한다. 광 엔진은 복수의 광 소스들을 포함한다. 복수의 광 소스들은 일정 범위의 파장들로 광학 디바이스에 광을 투사하도록 동작 가능하다. 광 엔진은 복수의 광 소스들 각각으로부터의 광을 시준하도록 동작 가능한 제1 렌즈를 더 포함한다. 광 엔진은 복수의 광 소스들 아래에 배치된 레티클 트레이(reticle tray)를 더 포함한다. 레티클 트레이는 레티클 트레이 상에 배치된 복수의 레티클들을 갖는다. 복수의 레티클들의 각각의 레티클은 광이 복수의 레티클들의 각각의 레티클로 지향될 때 투사될 패턴을 갖는다. 광 엔진은 복수의 레티클들 각각으로부터 투사된 패턴을 수신하도록 동작 가능한 제2 렌즈를 더 포함한다. 제2 렌즈는 광학 디바이스의 입력 결합 격자(input coupling grating)에 패턴을 투사하도록 동작 가능하다.
- [0006] 다른 실시예에서, 측정 시스템이 제공된다. 측정 시스템은 광학 디바이스 또는 적어도 하나의 광학 디바이스가 상부에 배치된 광학 디바이스 기관을 보유하도록 동작 가능한 스테이지를 포함한다. 측정 시스템은 스테이지 위에 배치된 광 엔진을 더 포함한다. 광 엔진은 광학 디바이스에 하나 이상의 패턴들을 투사하도록 동작 가능한 모듈을 포함한다. 광 엔진은 광학 디바이스 또는 광학 디바이스 기관에 투사된 패턴의 입사 각도를 조정하기 위해 회전 및/또는 틸팅(tilt)되도록 동작 가능하다. 측정 시스템은 광 엔진에 인접한 정렬 카메라를 더 포함한다. 정렬 카메라는 광학 디바이스 또는 광학 디바이스 기관 상에서 하나 이상의 정렬 마커(alignment marker)들의 하나 이상의 이미지들을 캡처하도록 포지셔닝된다. 측정 시스템은 광 엔진에 인접한 반사 검출기를 더 포함한다. 반사 검출기는 광학 디바이스들로부터 투사된 아웃커플링(outcouple)된 빔(beam)들을 검출하도록 포지셔닝된다.
- [0007] 또 다른 실시예에서, 방법이 제공된다. 이 방법은 패턴을 투사하는 단계를 포함한다. 패턴은 광 엔진으로부터의 광으로 투사된다. 광 엔진은 측정 시스템에 배치된다. 측정 시스템은 광 엔진 아래에 배치된 스테이지를 포함한다. 측정 시스템은 스테이지 상에 배치된 트레이를 더 포함한다. 트레이는 광학 디바이스 또는 적어도 하나의 광학 디바이스가 상부에 배치된 광학 디바이스 기관을 포함하고, 광학 디바이스는 패턴을 수신하도록 동작 가능하다. 측정 시스템은 스테이지를 향해 배향된 반사 검출기를 더 포함한다. 이 방법은 패턴의 하나 이상의 이미지들을 검출하는 단계를 더 포함한다. 이미지는 광학 디바이스를 통해 내부 전반사를 거친 패턴이 반사 검출기에 아웃커플링될 때 검출된다. 이 방법은 계속 메트릭들을 추출하기 위해 이미지를 프로세싱하는 단계를 더 포함한다.

도면의 간단한 설명

- [0008] 본 개시내용의 상기 열거된 특징들이 상세히 이해될 수 있는 방식으로, 앞서 간략히 요약된 본 개시내용의 보다 구체적인 설명이 실시예들을 참조로 하여 이루어질 수 있는데, 이러한 실시예들의 일부는 첨부된 도면들에 예시되어 있다. 그러나, 첨부된 도면들은 단지 예시적인 실시예들을 예시하는 것이므로 그 범위를 제한하는 것으로 간주되지 않아야 하며 다른 균등하게 유효한 실시예들을 허용할 수 있다는 것이 주목되어야 한다.
- [0009] 도 1a는 본원에 설명된 실시예들에 따른 기관의 사시, 정면도이다.
- [0010] 도 1b는 본원에 설명된 실시예들에 따른 광학 디바이스의 사시, 정면도이다.
- [0011] 도 2는 본원에 설명된 실시예들에 따른 측정 시스템의 개략적인 단면도이다.
- [0012] 도 3a 내지 도 3e는 본원에 설명된 실시예들에 따른 측정 시스템의 광 엔진의 구성들의 개략적인 도면들이다.
- [0013] 도 4는 본원에 설명된 실시예들에 따른 측정 시스템의 정렬 카메라의 구성의 개략적인 도면이다.
- [0014] 도 5는 본원에 설명된 실시예들에 따른 광학 디바이스 계측 방법의 흐름도이다.
- [0015] 이해를 용이하게 하기 위해, 도면들에 대해 공통된 동일한 엘리먼트들을 지정하기 위해 가능한 경우 동일한 참조 번호들이 사용되었다. 일 실시예의 엘리먼트들 및 특징들은 추가의 언급 없이 다른 실시예들에 유익하게 통합될 수 있음이 고려된다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0009] [0016] 본 개시내용의 실시예들은 일반적으로 증강 현실, 가상 현실, 및 혼합 현실을 위한 광학 디바이스들에 관한 것이다. 보다 구체적으로, 본원에 설명된 실시예들은 측정 시스템의 광 엔진들 및 광 엔진들을 사용하는 방법들을 제공한다. 측정 시스템은 광학 디바이스 또는 적어도 하나의 광학 디바이스가 상부에 배치된 광학 디바이스 기관을 보유하도록 동작 가능한 스테이지를 포함한다. 측정 시스템은 스테이지 위에 배치된 광 엔진을 더 포함한다. 광 엔진은 복수의 광 소스들을 포함한다. 복수의 광 소스들은 일정 범위의 파장들로 광학 디바이스에 광을 투사하도록 동작 가능하다. 광 엔진은 복수의 광 소스들 각각으로부터의 광을 시준하도록 동작 가능한 제1 렌즈를 더 포함한다. 광 엔진은 복수의 광 소스들 아래에 배치된 레티클 트레이를 더 포함한다. 레티클 트레이는 레티클 트레이 상에 배치된 복수의 레티클들을 갖는다. 복수의 레티클들의 각각의 레티클은 광이 복수의 레티클들의 각각의 레티클로 지향될 때 투사될 패턴을 갖는다. 광 엔진은 복수의 레티클들 각각으로부터 투사된 패턴을 수신하도록 동작 가능한 제2 렌즈를 더 포함한다. 제2 렌즈는 광학 디바이스의 입력 결합 격자에 패턴을 투사하도록 동작 가능하다. 또한, 광 엔진은 패턴을 투사하기 위한 모듈을 포함할 수 있다.
- [0010] [0017] 광 엔진을 사용하는 방법은, 광 엔진으로부터의 광으로 패턴을 투사하는 단계를 포함한다. 이 방법은 패턴의 하나 이상의 이미지들을 검출하는 단계를 더 포함한다. 이미지는 광학 디바이스를 통해 내부 전반사를 거친 패턴이 반사 검출기에 아웃커플링될 때 검출된다. 이 방법은 측정 메트릭들을 추출하기 위해 이미지를 프로세싱하는 단계를 더 포함한다.
- [0011] [0018] 도 1a는 본원에 설명된 실시예들에 따른 기관(101)의 사시, 정면도이다. 기관은 기관(101)의 표면(103) 상에 배치된 복수의 광학 디바이스들(100)을 포함한다. 본원에 설명된 다른 실시예들과 조합될 수 있는 일부 실시예들에서, 광학 디바이스들(100)은 가상, 증강, 또는 혼합 현실에 활용되는 도파관 결합기들이다. 본원에 설명된 다른 실시예들과 조합될 수 있는 일부 실시예들에서, 광학 디바이스들(100)은 메타표면(metasurface)들과 같은 평평한 광학 디바이스들이다.
- [0012] [0019] 기관(101)은 당업계에서 사용되는 임의의 기관일 수 있으며, 기관(101)의 용도에 따라 선택된 레이저 파장에 대해 불투명하거나 또는 투명할 수 있다. 기관(101)은 실리콘(Si), 실리콘 이산화물(SiO_2), 용융 실리카, 석영, 실리콘 탄화물(SiC), 게르마늄(Ge), 실리콘 게르마늄(SiGe), 인듐 인화물(InP), 갈륨 비소(GaAs), 갈륨 질화물(GaN), 실리콘 질화물(SiN), 또는 사파이어 함유 재료들을 포함한다(그러나 이에 제한되지 않음). 추가적으로, 기관(101)은 다양한 형상들, 두께들, 및 직경들을 가질 수 있다. 예를 들어, 기관(101)은 약 150 mm 내지 약 300 mm의 직경을 가질 수 있다. 기관(101)은 원형, 직사각형, 또는 정사각형 형상을 가질 수 있다. 기관(101)은 약 300 μm 내지 약 1 mm의 두께를 가질 수 있다. 기관(101) 상에는 9 개의 광학 디바이스들(100)만이 도시되어 있지만, 임의의 개수의 광학 디바이스들(100)이 기관(101)의 표면(103) 상에 배치될 수 있다.
- [0013] [0020] 도 1b는 광학 디바이스(100)의 사시, 정면도이다. 본원에 설명된 광학 디바이스들(100)은 예시적인 광학 디바이스들이고, 다른 광학 디바이스들이 본 개시내용의 양태들을 달성하기 위해 함께 사용되거나 또는 수정될 수 있다는 것을 이해해야 한다. 광학 디바이스(100)는 기관(101)의 표면(103) 상에 배치된 복수의 광학 디바이스 구조들(102)을 포함한다. 광학 디바이스 구조들(102)은 미크론 미만의(sub-micron) 치수들, 예를 들어 나노 크기의 치수들을 갖는 나노 구조들일 수 있다. 광학 디바이스 구조들(102)의 영역들은 제1 격자(104a), 제2 격자(104b), 및 제3 격자(104c)와 같은 하나 이상의 격자들(104)에 대응된다. 본원에 설명된 다른 실시예들과 조합될 수 있는 일 실시예에서, 광학 디바이스(100)는 입력 결합 격자에 대응하는 적어도 제1 격자(104a) 및 출력 결합 격자에 대응하는 제3 격자(104c)를 포함한다. 본원에 설명된 다른 실시예들과 조합될 수 있는 다른 실시예에서, 광학 디바이스(100)는 또한 중간 격자에 대응하는 제2 격자(104b)를 포함한다. 광학 디바이스 구조들(102)은 각지거나 또는 바이너리(binary)일 수 있다. 광학 디바이스 구조들(102)은 원형, 삼각형, 타원형, 규칙적인 다각형, 불규칙한 다각형, 및/또는 불규칙한 형상의 단면들을 포함하는(그러나 이에 제한되지 않음) 다른 단면들을 가질 수 있다.
- [0014] [0021] 동작 시, 제1 격자(104a)는 광 엔진으로부터 강도를 갖는 입사 광 빔들을 수신한다. 본원에 설명된 다른 실시예들과 조합될 수 있는 일 실시예에서, 광 엔진은 마이크로 디스플레이(microdisplay)이다. 입사 빔들은 광학 디바이스 구조들(102)에 의해 모두 입사 빔들의 강도를 갖는 T1 빔들로 분할되어, 가상 이미지를 중간 격자(이용되는 경우) 또는 제3 격자(104c)로 지향시킨다. 본원에 설명된 다른 실시예들과 조합될 수 있는 일 실시예에서, T1 빔들은 T1 빔들이 중간 격자의 광학 디바이스 구조들(102)과 접촉할 때까지 광학 디바이스(100)를 통해 TIR(total-internal-reflection)를 거친다. 중간 격자의 광학 디바이스 구조들(102)은 T1 빔들을 T-1 빔들로 회절시키며, 이들은 광학 디바이스(100)를 통해 제3 격자(104c)의 광학 디바이스 구조들(102)로 TIR을 거친다. 제3 격자(104c)의 광학 디바이스 구조들(102)은 T-1 빔들을 사용자의 눈에 아웃커플링한다. 사용

자의 눈에 아웃커플링된 T-1 빔들은 사용자의 관점에서 광 엔진으로부터 생성된 가상 이미지를 디스플레이하고, 사용자가 가상 이미지를 뷰잉할 수 있는 뷰잉 각(viewing angle)을 더욱 증가시킨다. 본원에 설명된 다른 실시예들과 조합될 수 있는 다른 실시예에서, T1 빔들은, T1 빔들이 제3 격자(104c)의 광학 디바이스 구조들(102)과 접촉하고 광 엔진으로부터 생성된 가상 이미지를 디스플레이하기 위해 아웃커플링될 때까지, 광학 디바이스(100)를 통해 TIR(total-internal-reflection)를 거친다.

[0015] [0022] 광학 디바이스들(100)이 이미지 품질 표준들을 충족하는 것을 보장하기 위해, 제조된 광학 디바이스들(100)의 계측 메트릭들이 획득되어야 한다. 각각의 광학 디바이스(100)의 계측 메트릭들은 미리 결정된 값들이 도달되는 것을 보장하기 위해 테스트된다. 본원에 설명된 측정 시스템(200)의 실시예들은 증가된 처리량으로 다수의 계측 메트릭들을 획득할 수 있는 능력을 제공한다. 계측 메트릭들은 각도 균일성 메트릭, 콘트라스트(contrast) 메트릭, 효율성 메트릭, 컬러 균일성 메트릭, MTF(modulation transfer function) 메트릭, FOV(field of view) 메트릭, 고스트 이미지 메트릭, 및 아이 박스(eye box) 메트릭 중 하나 이상을 포함한다.

[0016] [0023] 도 2는 본원에 설명된 실시예들에 따른 측정 시스템(200)의 개략적인 단면도이다. 측정 시스템(200)은 스테이지(207)가 통과하여 이동할 수 있도록 제1 개구(203) 및 제2 개구(205)를 갖는 본체(201)를 포함한다. 스테이지(207)는 측정 시스템(200)의 본체(201) 내에서 X 방향, Y 방향 및 Z 방향으로 이동하도록 동작 가능하다. 스테이지(207)는 광학 디바이스들(100)(여기에 도시된 바와 같이) 또는 광학 디바이스들(100)이 상부에 배치된 하나 이상의 기판들(101)을 보유하도록 동작 가능한 트레이(209)를 포함한다.

[0017] [0024] 측정 시스템(200)은 각도 균일성 메트릭, 콘트라스트 메트릭, 효율성 메트릭, 컬러 균일성 메트릭, MTF 메트릭, FOV 메트릭, 고스트 이미지 메트릭, 또는 아이 박스 메트릭 중 하나 이상을 포함하는 하나 이상의 계측 메트릭들을 획득하도록 동작 가능하다. 스테이지(207) 및 트레이(209)는 투명할 수 있으므로, 측정 시스템(200)에 의해 획득된 계측 메트릭들은 스테이지(207) 또는 트레이(209)의 반투명에 의해 영향을 받지 않는다. 측정 시스템(200)은 제어기(220)와 통신한다. 제어기(220)는 측정 시스템(200)의 동작을 용이하게 하도록 동작 가능하다.

[0018] [0025] 측정 시스템(200)은 광학 디바이스들(100)의 최상부 측(222)을 향해 배향된 상부 부분(204) 및 광학 디바이스(100)의 최하부 측(224)을 향해 배향된 하부 부분(206)을 포함한다. 측정 시스템(200)의 상부 부분(204)은 정렬 카메라(208), 광 엔진(210), 및 반사 검출기(212)를 포함한다. 정렬 카메라(208)는 스테이지(207)의 포지션(position)을 결정하도록 동작 가능하다. 정렬 카메라(208)는 또한 스테이지(207) 상에 배치된 광학 디바이스들(100)의 포지션을 결정하도록 동작 가능하다. 정렬 카메라(208)는 정렬 카메라 본체(211)를 포함한다. 광 엔진(210)은 광을 투사하도록 동작 가능하다. 예를 들어, 광 엔진(210)은 광학 디바이스들(100)의 제1 격자(104a)를 조명하도록 동작 가능하다. 광 엔진(210)은 광 엔진 본체(213)를 포함한다. 본원에 설명된 다른 실시예들과 조합될 수 있는 일 실시예에서, 광 엔진(210)은 패턴을 제1 격자(104a)에 투사한다. 반사 검출기(212)는 광학 디바이스들(100)의 제3 격자(104c)로부터 투사된 아웃커플링된 빔들을 검출한다. 아웃커플링된 빔들은 광학 디바이스들(100)의 최상부 측(222) 또는 최하부 측(224)으로부터 방출될 수 있다. 아웃커플링된 빔들은 광 엔진(210)으로부터의 패턴에 대응될 수 있다. 패턴의 하나 이상의 이미지들은 반사 검출기(212)에 의해 검출된다. 패턴의 하나 이상의 이미지들은 각각의 계측 메트릭을 추출하기 위해 제어기(220)로 프로세싱될 수 있다.

[0019] [0026] 측정 시스템(200)의 하부 부분(206)은 코드 판독기(214) 및 투과 검출기(216)를 포함한다. 코드 판독기(214) 및 투과 검출기는 스테이지(207)의 다른 측에 있는 정렬 카메라(208), 광 엔진(210), 및 반사 검출기(212)의 반대편에 포지셔닝된다. 코드 판독기(214)는 광학 디바이스들(100)의 코드, 예를 들어 광학 디바이스(100)의 QR(quick response) 코드 또는 바코드(barcode)를 판독하도록 동작 가능하다. 코드 판독기(214)에 의해 판독된 코드는 광학 디바이스들(100)의 하나 이상의 계측 메트릭들을 획득하기 위한 식별 정보 및/또는 명령들을 포함할 수 있다. 투과 검출기(216)는 광학 디바이스들(100)의 최하부 측(224)을 통해 제3 격자(104c)로부터 투사된 아웃커플링된 빔들을 검출한다. 본원에 설명된 다른 실시예들과 조합될 수 있는 일 실시예에서, 투과 검출기(216)는 투과 검출기 스테이지(226)에 결합된다. 투과 검출기 스테이지(226)는 투과 검출기(216)를 X 방향, Y 방향, 및 Z 방향으로 이동시키도록 동작 가능하다. 투과 검출기 스테이지(226)는, 제3 격자(104c)로부터 투사된 아웃커플링된 빔들의 검출을 향상시키기 위해, 투과 검출기(216)의 포지션을 조정하도록 동작 가능하다.

[0020] [0027] 동작 시, 계측 메트릭들은 광 엔진(210)으로 광학 디바이스(100)의 제1 격자(104a)를 조명함으로써 획득된다. 광 엔진(210)은 하나 이상의 광학 디바이스들(100)에 패턴을 투사한다. 인커플링(incouple)된 광은 광

학 디바이스(100)에서 광이 아웃커플링(예를 들어, 반사 또는 투과)될 때까지 TIR을 거친다. 패턴은 반사 검출기(212)에 의해 하나 이상의 이미지들로서 캡처된다. 하나 이상의 이미지들은 적색, 녹색, 및 청색 채널(channel)들에 대응될 수 있다. 하나 이상의 이미지들은 또한 하나 이상의 상이한 계층 매트릭들에 대응될 수도 있다. 하나 이상의 이미지들은 풀 필드(full-field) 이미지들이다.

[0021] [0028] 도 3a는 본원에 설명된 실시예들에 따른 측정 시스템(200)의 광 엔진(210)의 제1 구성(300A)의 개략도이다. 제1 구성(300A)은 제1 광 소스(302A), 제2 광 소스(302B), 제3 광 소스(302C), 제1 미러(304A), 제2 미러(304B), 제1 렌즈(306), 레티클 트레이(308), 및 제2 렌즈(310)를 포함한다. 제1 광 소스(302A), 제2 광 소스(302B), 제3 광 소스(302C), 제1 미러(304A), 제2 미러(304B), 제1 렌즈(306), 레티클 트레이(308), 및 제2 렌즈(310)는 광 엔진 본체(213)에 배치된다.

[0022] [0029] 제1 광 소스(302A)는 제1 파장 또는 제1 범위의 파장들에 대응하는 제1 광을 투사하도록 동작 가능하다. 본원에 설명된 다른 실시예들과 조합될 수 있는 일 실시예에서, 제1 광 소스(302A)는 LED(light-emitting diode)이다. 본원에 설명된 다른 실시예들과 조합될 수 있는 다른 실시예에서, 제1 파장 또는 제1 범위의 파장들은 적색 광에 대응하는 620 nm 내지 750 nm이다. 제1 광은 제1 렌즈(306)로 지향된다.

[0023] [0030] 제2 광 소스(302B)는 제2 파장 또는 제2 범위의 파장들에 대응하는 제2 광을 투사하도록 동작 가능하다. 본원에 설명된 다른 실시예들과 조합될 수 있는 일 실시예에서, 제2 광 소스(302B)는 LED이다. 본원에 설명된 다른 실시예들과 조합될 수 있는 다른 실시예에서, 제2 파장 또는 제2 범위의 파장들은 녹색 광에 대응하는 495 nm 내지 570 nm이다. 제2 광 소스(302B)는 제2 광을 제1 미러(304A)에 투사한다. 제1 미러(304A)는 제2 광을 제1 렌즈(306)를 향해 지향시키도록 동작 가능하다.

[0024] [0031] 제3 광 소스(302C)는 제3 파장 또는 제3 범위의 파장들에 대응하는 제3 광을 투사하도록 동작 가능하다. 본원에 설명된 다른 실시예들과 조합될 수 있는 일 실시예에서, 제3 광 소스(302C)는 LED이다. 본원에 설명된 다른 실시예들과 조합될 수 있는 다른 실시예에서, 제3 파장 또는 제3 범위의 파장들은 청색 광에 대응하는 450 nm 내지 495 nm이다. 제3 광 소스(302C)는 제3 광을 제2 미러(304B)로 투사한다. 제2 미러(304B)는 제3 광을 제1 렌즈(306)를 향해 지향시키도록 동작 가능하다.

[0025] [0032] 제1 광 소스(302A), 제2 광 소스(302B), 및 제3 광 소스(302C)는 도 3a에 도시된 배향들 및 포지션들로 제한되지 않는다. 예를 들어, 제1 광 소스(302A)는 제1 광을 제1 미러(304A) 또는 제2 미러(304B)로 투사하도록 구성될 수 있다. 본원에 설명된 다른 실시예들과 조합될 수 있는 일 실시예에서, 제1 광 소스(302A), 제2 광 소스(302B), 및 제3 광 소스(302C)는 점 소스들 또는 확장된 소스들이다. 제1 미러(304A) 및 제2 미러(304B)는 제1 미러(304A) 및 제2 미러(304B)를 향해 투사되는 임의의 범위의 파장들을 반사하도록 동작 가능하다. 제1 미러(304A) 및 제2 미러(304B)는 이색성 미러(dichroic mirror)들일 수 있다.

[0026] [0033] 제1 광, 제2 광, 및 제3 광은 제1 렌즈(306)로 지향된다. 본원에 설명된 다른 실시예들과 조합될 수 있는 일 실시예에서, 제1 렌즈(306)는 시준 렌즈이다. 제1 렌즈(306)는 제1 렌즈(306)를 통과할 때 제1 광, 제2 광, 또는 제3 광과 같은 광을 시준하도록 동작 가능하다. 제1 렌즈(306)는 광이 약 10 mm 내지 약 50 mm의 광 직경을 갖도록 광을 시준한다. 광 직경은 측정 시스템(200)의 시야에 대응한다. 본원에 설명된 다른 실시예들과 조합될 수 있는 일부 실시예들에서, 광 소스들(302A, 302B 및 302C)은 조명의 공간적 코히어런스(coherence)를 감소시키기 위해 제1 렌즈(306)로 광을 지향시키도록 포지셔닝된 확장 광 소스들이다. 본원에 설명된 다른 실시예들과 조합될 수 있는 일부 실시예들에서, 제1 렌즈(306)는 처리량을 개선시키기 위해 광 엔진(210)으로부터 제거된다.

[0027] [0034] 레티클 트레이(308)는 레티클들(322)(즉, 제1 레티클(322A), 제2 레티클(322B), 및 제3 레티클(322C))을 포함한다. 제1 렌즈(306)는 레티클 트레이(308) 상의 레티클들(322)을 향해 광을 시준한다. 제1 레티클(322A), 제2 레티클(322B), 및 제3 레티클(322C) 각각은 광학 디바이스(100)의 제1 격자(104A)에 투사될 패턴을 포함할 수 있다. 제1 레티클(322A), 제2 레티클(322B), 및 제3 레티클(322C) 각각은 상이한 패턴들을 포함할 수 있다. 패턴은 제1 광 소스(302A), 제2 광 소스(302B), 및 제3 광 소스(302C) 중 하나가 레티클들(322)에 광을 투사하여 레티클들(322)이 조명될 때 투사된다. 그런 다음, 패턴이 제1 격자(104a)를 조명한다. 제1 격자(104a)는 광학 디바이스(100)의 입력 결합 격자에 대응한다. 레티클 트레이(308)는 X 방향, Y 방향, 및 Z 방향 중 하나 이상으로 이동하도록 동작 가능하다. 따라서, 레티클 트레이(308)는 본원에 설명된 방법들의 동작들 동안 제1 레티클(322A), 제2 레티클(322B), 및 제3 레티클(322C) 중 하나를 통해 광이 투사되도록 조정될 수 있다. 레티클 트레이(308)는 투사될 패턴의 품질을 개선시키기 위해 Z 방향으로 조정된다. 예를 들어, 레티클 트레이(308)를 Z 방향으로 조정하면 레티클들(322)에 입사되는 광의 각도 및 강도가 변경될 수 있다.

- [0028] [0035] 제1 레티클(322A), 제2 레티클(322B), 및 제3 레티클(322C)의 패턴들 각각은 측정 시스템(200)에 의해 결정되는 상이한 계측 메트릭에 대응될 수 있다. 예를 들어, 레티클들(322)의 각각의 개개의 패턴은 개개의 계측 메트릭이 결정되도록 허용할 수 있다. 본원에 설명된 다른 실시예들과 조합될 수 있는 일부 실시예들에서, 계측 메트릭들은 동일한 패턴에 대응될 수 있다. 본원에 설명된 다른 실시예들과 조합될 수 있는 다른 실시예들에서, 계측 메트릭들은 하나 초과 패턴이 추출될 것을 요구할 수 있다. 추가적으로, 제1 레티클(322A), 제2 레티클(322B), 및 제3 레티클(322C)의 패턴들 각각은 다수의 계측 메트릭들에 대응될 수 있다. 따라서, 광학 디바이스(100)에 대한 상이한 계측 메트릭들을 획득하기 위해 다수의 레티클들(322)이 필요하다. 레티클 트레이(308)는 3 개의 레티클들(322)로 제한되지 않는다. 레티클 트레이(308)는 3 개 초과 또는 그 미만의 레티클들(322)을 보유하도록 동작 가능하다. 예를 들어, 레티클 트레이(308) 상에 배치된 레티클들(322)의 어레이가 있을 수 있다.
- [0029] [0036] 제1 광, 제2 광, 및 제3 광은 레티클들(322)로부터 제2 렌즈(310)로 지향된다. 본원에 설명된 다른 실시예들과 조합될 수 있는 일 실시예에서, 제2 렌즈(310)는 접안 렌즈(eyepiece lens)이다. 제2 렌즈(310)는 레티클들(322)로부터 제1 격자(104a)로 패턴을 지향시키도록 동작 가능하다. 제2 렌즈(310)는 제1 격자(104a)가 패턴을 수신할 수 있도록 패턴을 변환한다. 레티클들(322)로부터 투사된 패턴은 제3 격자(104c)로부터 아웃커플링될 때까지 TIR을 거친다. 제3 격자(104c)는 출력 결합 격자에 대응한다.
- [0030] [0037] 도 3b는 본원에 설명된 실시예들에 따른 측정 시스템(200)의 광 엔진(210)의 제2 구성(300B)의 개략도이다. 제2 구성(300B)은 백색 광 소스(302D), 제1 렌즈(306), 컬러 필터 트레이(312), 레티클 트레이(308), 및 제2 렌즈(310)를 포함한다. 백색 광 소스(302D), 제1 렌즈(306), 컬러 필터 트레이(312), 레티클 트레이(308), 및 제2 렌즈(310)는 광 엔진 본체(213)에 배치된다.
- [0031] [0038] 백색 광 소스(302D)는 일정 범위의 파장들에 대응하는 백색 광을 투사하도록 동작 가능하다. 본원에 설명된 다른 실시예들과 조합될 수 있는 일 실시예에서, 백색 광 소스(302D)는 LED이다. 본원에 설명된 다른 실시예들과 조합될 수 있는 다른 실시예에서, 일정 범위의 파장들은 백색 광에 대응하는 390 nm 내지 750 nm이다. 컬러 필터 트레이(312)는 제1 컬러 필터(314A), 제2 컬러 필터(314B), 및 제3 컬러 필터(314C)를 포함한다. 제1 컬러 필터(314A)는 광학 디바이스(100)에 투사될 제1 광의 제1 파장 또는 제1 범위의 파장들이 광학 디바이스(100)에 투사되도록 백색 광이 필터링되게 하도록 동작 가능하다. 제2 컬러 필터(314B)는 제2 광의 제2 파장 또는 제2 범위의 파장들이 광학 디바이스(100)로 투사되도록 백색 광이 필터링되게 하도록 동작 가능하다. 제3 컬러 필터(314C)는 제3 광의 제3 파장 또는 제3 범위의 파장들이 광학 디바이스(100)로 투사되도록 백색 광이 필터링되게 하도록 동작 가능하다. 컬러 필터 트레이(312)는 본원에 설명된 방법들의 동작들 중에 광이 제1 컬러 필터(314A), 제2 컬러 필터(314B), 및 제3 컬러 필터(314C) 중 하나를 통해 투사되도록 X 방향, Y 방향, 및 Z 방향 중 하나 이상으로 이동하도록 동작 가능하다.
- [0032] [0039] 백색 광 소스(302D)는 백색 광을 제1 렌즈(306)를 통해 그리고 컬러 필터 트레이(312)로 지향시킨다. 컬러 필터 트레이는 백색 광을 위에서 설명된 제1 광, 제2 광, 또는 제3 광과 같은 필터링된 광으로 변환한다. 광은, 제1 구성(300A)을 참조하여 위에서 설명한 바와 같이 레티클들(322)에 대응하는 패턴을 투사하기 위해 레티클 트레이(308)로 지향된다. 패턴은 제2 렌즈(310)로 지향된다. 제2 렌즈(310)는 제1 격자(104A)가 패턴을 수신할 수 있도록 패턴을 변환한다. 레티클들(322)로부터 투사된 패턴은 제3 격자(104c)로부터 아웃커플링될 때까지 TIR을 거친다. 제3 격자(104c)는 출력 결합 격자에 대응한다.
- [0033] [0040] 도 3c는 본원에 설명된 실시예들에 따른 측정 시스템(200)의 광 엔진(210)의 제3 구성(300C)의 개략도이다. 제3 구성(300C)은 디스플레이 모듈(316) 및 제2 렌즈(310)를 포함한다. 디스플레이 모듈(316) 및 제2 렌즈(310)는 광 엔진 본체(213)에 배치된다. 디스플레이 모듈(316)은 마이크로 LED 모듈, LCOS(liquid crystal on silicon) 모듈, DLP(digital light processing) 모듈, 또는 레이저 투사 모듈을 포함한다. 디스플레이 모듈(316)은 광학 디바이스(100)의 제1 격자(104a)에 패턴을 투사하도록 동작 가능하다. 디스플레이 모듈(316)은 다수의 상이한 패턴들을 제1 격자(104a)에 투사하도록 동작 가능하다. 디스플레이 모듈(316)에 의해 투사되는 각각의 패턴은 측정 시스템(200)에 의해 결정되는 상이한 계측 메트릭에 대응될 수 있다. 각각의 패턴은 적색, 녹색 및 청색 채널들에 대응될 수 있다. 제2 렌즈(310)는 제1 격자(104a)가 패턴을 수신할 수 있도록 패턴을 변환한다. 디스플레이 모듈(316)로부터 투사된 각각의 패턴은 제3 격자(104c)로부터 아웃커플링될 때까지 TIR을 거친다. 제3 격자(104c)는 출력 결합 격자에 대응한다.
- [0034] [0041] 도 3d는 본원에 설명된 실시예들에 따른 측정 시스템(200)의 광 엔진(210)의 제4 구성(300D)의 개략도이다. 제4 구성(300D)은 광 엔진 본체(213)에 배치된 레이저 모듈(318)을 포함한다. 레이저 모듈(318)은 레이저

투사 모듈 또는 레이저 스캐닝(scanning) 모듈 중 하나일 수 있다. 레이저 모듈(318)은 광학 디바이스(100)의 제1 격자(104a)에 패턴을 투사하도록 동작 가능하다. 레이저 모듈(318)은 다수의 상이한 패턴들을 제1 격자(104a)에 투사하도록 동작 가능하다. 레이저 모듈(318)에 의해 투사된 각각의 패턴은 측정 시스템(200)에 의해 결정되는 상이한 계측 메트릭에 대응될 수 있다. 각각의 패턴은 적색, 녹색, 및 청색 채널들에 대응될 수 있다. 패턴은 제1 격자(104a)의 단일 픽셀(pixel)에 투사될 수 있다. 레이저 모듈(318)은 패턴이 제1 격자(104a)의 다수의 픽셀들에 투사되도록 제1 격자(104a) 위에서 스캐닝된다. 레이저 모듈(318)로부터 투사된 각각의 패턴은 제3 격자(104c)로부터 아웃커플링될 때까지 TIR을 거친다. 제3 격자(104c)는 출력 결합 격자에 대응한다.

[0035] [0042] 도 3e는 본원에 설명된 실시예들에 따른 측정 시스템(200)의 광 엔진(210)의 제5 구성(300E)의 개략도이다. 제5 구성(300E)은 모듈(320) 및 제2 렌즈(310)를 포함한다. 모듈(320) 및 제2 렌즈(310)는 광 엔진 본체(213)에 배치된다. 본원에 설명된 다른 실시예들과 조합될 수 있는 일 실시예에서, 모듈(320)은 디스플레이 모듈(316)일 수 있다. 본원에 설명된 다른 실시예들과 조합될 수 있는 다른 실시예에서, 모듈(320)은 광 소스(즉, 제1 광 소스(302A), 제2 광 소스(302B), 제3 광 소스(302C), 또는 컬러 필터 트레이(312)를 갖는 백색 광 소스(302D)) 및 레티클 트레이(308) 상의 레티클들(322)을 포함할 수 있다. 모듈(320)은 회전 및/또는 틸팅되도록 동작 가능하다. 모듈(320)의 회전은 모듈(320)로부터 투사되는 광의 입사각이 조정되게 할 수 있다. 예를 들어, 모듈(320)은 회전 스테이지들에 따라 회전 및/또는 틸팅된다. 모듈(320)은 다수의 상이한 패턴들을 제1 격자(104a)에 투사하도록 동작 가능하다. 모듈(320)에 의해 투사되는 각각의 패턴은 측정 시스템(200)에 의해 결정되는 상이한 계측 메트릭에 대응될 수 있다. 각각의 패턴은 적색, 녹색 및 청색 채널들에 대응될 수 있다. 제2 렌즈(310)는 제1 격자(104a)가 패턴을 수신할 수 있도록 패턴을 변환한다. 모듈(320)을 회전 및/또는 틸팅시킴으로써, 고스트 이미징이 감소될 수 있다. 고스트 이미징은 제1 격자(104a)에 투사된 패턴의 반사가 모듈(320) 및 제2 렌즈(310)로 직접 다시 반사되지 않기 때문에 감소될 수 있다. 추가적으로, 모듈(320)의 회전 및/또는 틸팅은 측정 시스템(200)에 대한 시야의 확장을 제공할 것이다. 예를 들어, 모듈(320)의 회전 및/또는 틸팅은 약 10 도 내지 약 120 도의 시야를 제공한다.

[0036] [0043] 광 엔진(210)의 구성들(300A-300E)은 모두 측정 시스템(200)에서 사용되도록 동작 가능하다. 측정 시스템(200)에서 사용될 광 엔진(210)의 구성들(300A-300E)은 광학 디바이스(100)의 설계에 의해 결정된다. 또한, 구성(300A-300E)은 측정 시스템(200)에 의해 측정될 광학 디바이스(100)의 의도된 용도에 기초하여 선택될 수 있다. 예를 들어, 구성(300A-300E)의 시야는 광학 디바이스(100)와 함께 사용될 시야와 일치해야 한다. 구성들(300A-300E)은 약 10 도 내지 약 120 도의 시야를 갖는 측정 시스템들(200)을 위해 설계된다.

[0037] [0044] 도 4는 본원에 설명된 실시예들에 따른 측정 시스템(200)의 정렬 카메라(208)의 구성(400)의 개략도이다. 정렬 카메라(208)는 그 안에 배치된 하나 이상의 카메라들(401)을 포함한다. 하나 이상의 카메라들(401)은 광학 디바이스(100) 상에 있는 하나 이상의 정렬 마커들(407)의 하나 이상의 이미지들을 캡처한다. 하나 이상의 이미지들은 제어기(220)에서 프로세싱되어 광학 디바이스(100)의 로케이션(location) 및 배향을 결정한다. 측정 시스템(200)을 위한 스캐닝 경로는 정렬 마커들(407)의 하나 이상의 이미지들에 기초하여 광학 디바이스(100)를 따라 생성될 수 있다. 스캐닝 경로는 광학 디바이스(100)의 오정렬을 보정하도록 동작 가능하다. 정렬 카메라(208)는 광 엔진(210) 및 반사 검출기(212)에 대한 광학 디바이스(100)의 임의의 오정렬을 보정하도록 동작 가능하다. 하나 이상의 정렬 마커들(407)을 통한 오정렬 보정은 광 엔진(210)이 패턴을 제1 격자(104a)에 정확하게 투사할 수 있게 한다. 예를 들어, 정렬 마커(407)는 제1 격자(104a)와 정렬되는 시야를 제공한다. 따라서, 시야가 제1 격자(104a)의 폭과 정렬되어 이와 실질적으로 동일하게 되면, 광을 제1 격자(104a)에 효율적으로 인커플링시킴으로써 측정 시스템(200)의 전반적인 효율을 개선시킨다.

[0038] [0045] 도 5는 본원에 설명된 실시예들에 따른 광학 디바이스 계측 방법(500)의 흐름도이다. 방법(500)은 광학 디바이스(100)의 제1 격자(104a)에 패턴을 투사하기 위해 이용될 수 있다. 방법(500)은 광 엔진(210)의 구성들(300A-300E) 중 임의의 구성과 함께 이용될 수 있다. 본원에 설명된 다른 실시예들과 조합될 수 있는 일 실시예에서, 광 엔진(210)은 방법(500) 동안 광 엔진(210)이 원하는 대로 회전 및/또는 틸팅될 수 있도록 회전 스테이지 상에 배치되도록 동작 가능하다.

[0039] [0046] 동작(501)에서, 패턴이 투사된다. 패턴은 광 엔진(210)을 통해 투사된다. 제1 구성(300A)에 도시된 바와 같이, 광은 제1 광 소스(302A)에 의해 투사될 수 있다. 광은 제1 광 소스(302A)로부터 제1 렌즈(306)로 지향되어 광을 시준할 수 있다. 제2 구성(300B)에 도시된 바와 같이, 광은 컬러 필터 트레이(312)의 제1 컬러 필터(314A)를 통과하는 백색 광 소스(302D)로부터 투사될 수 있다. 광은 백색 광 소스(302D)로부터 제1 렌즈(306)로 지향되어 광을 시준할 수 있다. 제3 구성(300C)에 도시된 바와 같이, 광은 디스플레이 모듈(316)에 의

해 투사될 수 있다. 제4 구성(300D)에 도시된 바와 같이, 광은 레이저 모듈(318)에 의해 투사될 수 있다. 제5 구성(300E)에 도시된 바와 같이, 광은 모듈(320)에 의해 투사될 수 있다. 광은 과장 또는 일정 범위의 과장들에 대응한다.

[0040] [0047] 본원에 설명된 다른 실시예들과 조합될 수 있는 일부 실시예들에서, 제1 구성(300A) 및 제2 구성(300B)에 도시된 바와 같이, 레티클 트레이(308)는 광이 레티클 트레이(308)로 투사되도록 포지셔닝된다. 레티클 트레이(308)는 레티클 트레이(308) 상에 배치된 복수의 레티클들(322) 중 제1 레티클(322A), 제2 레티클(322B), 또는 제3 레티클(322C) 중 하나가 제1 렌즈(306)로부터 광을 수신할 수 있도록 포지셔닝되어 있다. 레티클(322)은 결정될 하나 이상의 계측 메트릭들에 기초하여 선택된다. 제1 레티클(322A), 제2 레티클(322B), 또는 제3 레티클(322C) 중 하나에 대응하는 패턴은 광학 디바이스(100)의 제1 격자(104A)에 투사된다. 설계된 패턴은 제2 렌즈(310)를 통해 제1 격자(104a)로 지향될 수 있다. 제2 렌즈(310)는 접안 렌즈이다. 본원에 설명된 다른 실시예들과 조합될 수 있는 다른 실시예들에서, 제3 구성(300C), 제4 구성(300D), 및 제5 구성(300E)에 도시된 바와 같이, 패턴은 각각 디스플레이 모듈(316), 레이저 모듈(318), 또는 모듈(320) 중 하나에 의해 생성된다.

[0041] [0048] 동작(502)에서, 패턴의 하나 이상의 이미지들이 검출된다. 패턴의 하나 이상의 이미지들은 반사 검출기(212)에 의해 캡처된다. 패턴은 아웃커플링(예를 들어, 반사 또는 투과)되어 반사 검출기(212)에 의해 하나 이상의 이미지들로서 캡처될 때까지 TIR을 거친다. 하나 이상의 이미지들은 계측 메트릭들을 추출하기 위해 프로세싱된다. 이미지들은 풀 필드 이미지들이다. 하나 이상의 이미지들은 제어기(220)에서 프로세싱될 수 있다(도 2에 도시됨). 제어기(220)는 하나 이상의 이미지들을 수신하도록 동작 가능한 원격 제어기(220)일 수 있다. 제어기(220)는 메모리에 저장된 컴퓨터 실행 가능한 명령들을 프로세싱하도록 구성된 CPU(central processing unit)를 포함할 수 있다. 컴퓨터 실행 가능한 명령들은 계측 메트릭들을 추출하도록 구성된 알고리즘들을 포함할 수 있다. 예를 들어, 제어기(220)는 하나 이상의 이미지들을 프로세싱하여 하나 이상의 이미지들에서 캡처된 개개의 패턴에 대응하는 계측 메트릭의 값들을 결정하는 단계와 같이, 본원에 설명된 방법(500)의 실시예들을 수행하도록 구성된다. 당업자는 제어기(220)의 하나 이상의 요소들이 원격으로 로케이팅되어 네트워크를 통해 액세스(access)될 수 있음을 이해할 것이다.

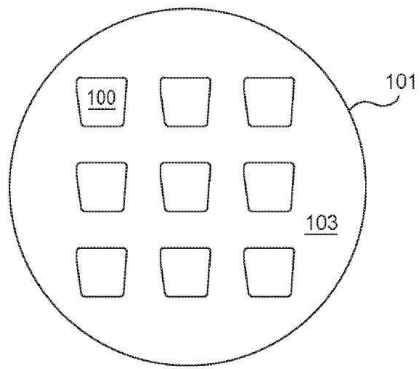
[0042] [0049] 동작(503)에서, 동작(501) 및 동작(502)은 후속 패턴들에 대해 반복된다. 후속 패턴들 각각은 과장 또는 일정 범위의 과장들에 대응하는 광에 의해 투사될 수 있다. 예를 들어, 각각의 패턴은 적색, 녹색 또는 청색 채널들일 수 있다. 도 3a 및 도 3b에 도시된 바와 같이, 제1 구성(300A) 및 제2 구성(300B)은 각각 후속 패턴들의 각각의 패턴이 상이한 레티클(322)에 대응될 수 있도록 레티클 트레이(308)를 포함한다. 도 3c 내지 도 3e에 도시된 바와 같이, 제3 구성(300C), 제4 구성(300D), 및 제5 구성(300E)은 각각 디스플레이 모듈(316), 레이저 모듈(318), 또는 모듈(320)을 포함하여, 후속 패턴들의 각각의 패턴이 디스플레이 모듈(316), 레이저 모듈(318), 또는 모듈(320)에 의해 생성될 수 있다. 본원에 설명된 다른 실시예들과 조합될 수 있는 일 실시예에서, 각각의 후속 패턴은 선행 패턴들과 상이하다. 본원에 설명된 다른 실시예들과 조합될 수 있는 다른 실시예에서, 각각의 후속 패턴은 선행 패턴들과 동일하다.

[0043] [0050] 요약하면, 측정 시스템의 광 엔진들 및 광 엔진들을 사용하는 방법들이 본원에 설명된다. 측정 시스템은 광학 디바이스의 제1 격자를 조명하도록 동작 가능한 광 엔진을 포함한다. 광 엔진은 측정 시스템의 검출기에 의해 캡처된 하나 이상의 이미지들로부터 계측 메트릭이 추출될 수 있도록 패턴을 제1 격자에 투사한다. 계측 메트릭들은 광학 디바이스가 이미지 품질 표준들을 충족하는지를 결정한다. 광 엔진은 고스트 이미징이 감소될 수 있도록 회전되고 틸팅될 수 있도록 동작 가능하다. 추가적으로, 측정 시스템의 정렬 카메라는 측정 시스템에서 오정렬 보정을 허용한다.

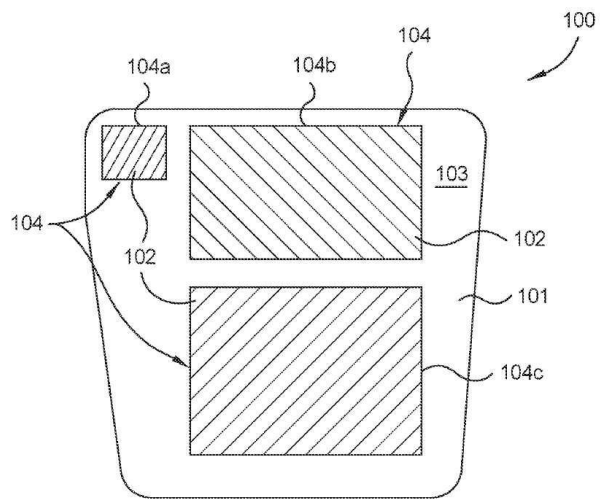
[0044] [0051] 전술한 바가 본 개시내용의 실시예들에 관한 것이지만, 본 개시내용의 다른 실시예들이 본 개시내용의 기본적인 범위를 벗어나지 않으면서 안출될 수 있고, 본 개시내용의 범위는 다음의 청구항들에 의해 결정된다.

도면

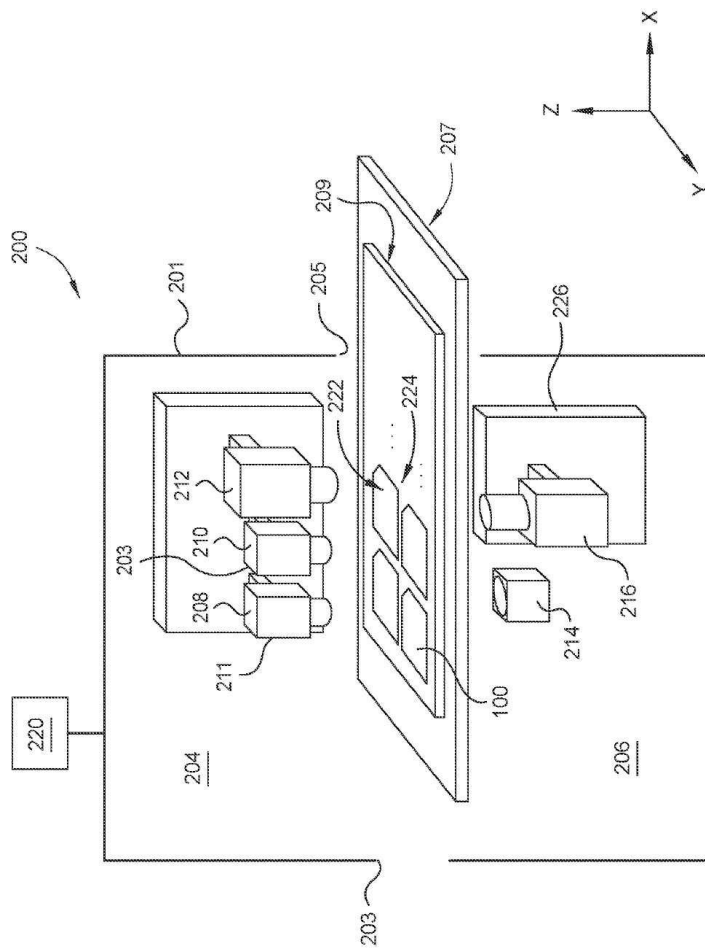
도면1a



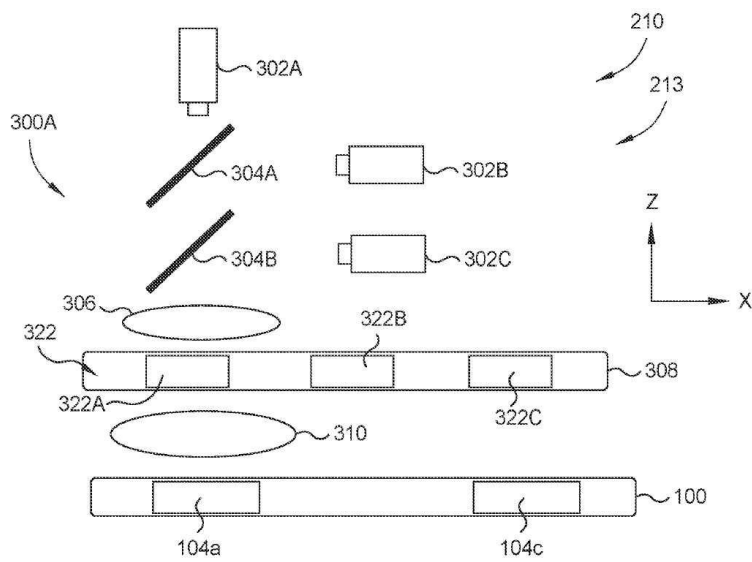
도면1b



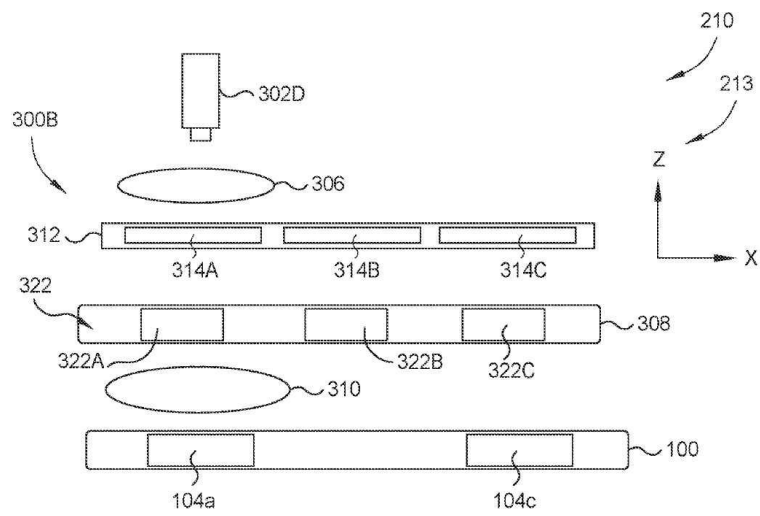
도면2



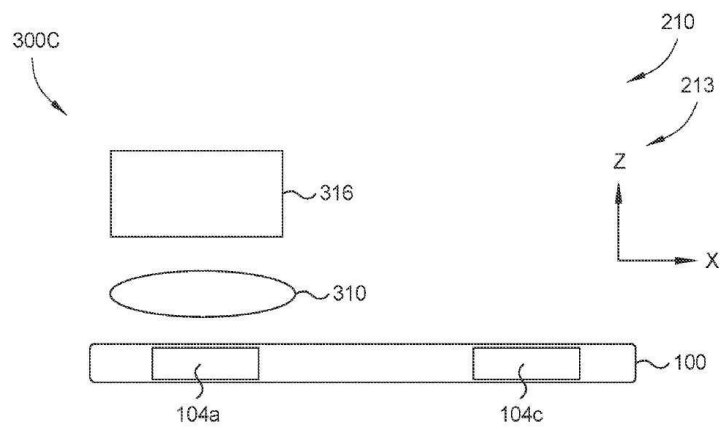
도면3a



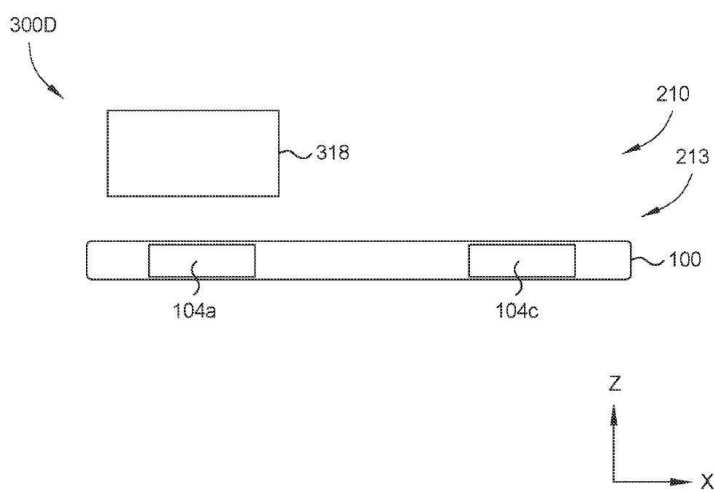
도면3b



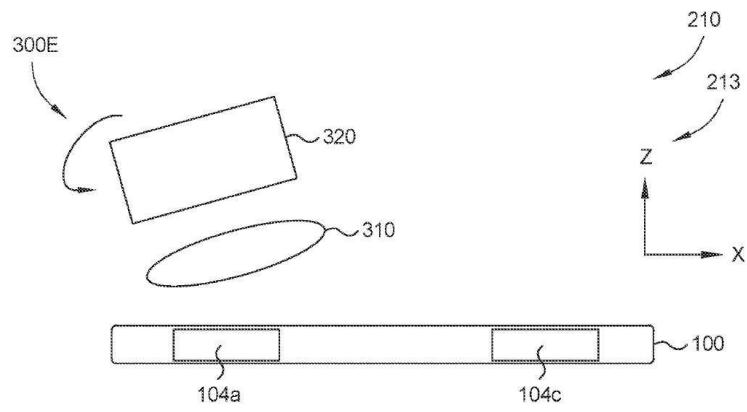
도면3c



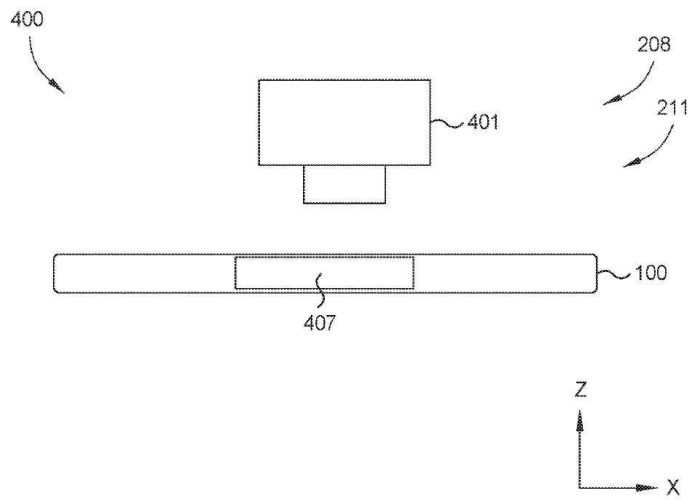
도면3d



도면3e



도면4



도면5

