



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2022년03월16일
(11) 등록번호 10-2375882
(24) 등록일자 2022년03월14일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G02B 27/48 (2022.01) G02B 26/10 (2022.01)
G02B 27/01 (2006.01) G06T 19/00 (2011.01)
(52) CPC특허분류
G02B 27/48 (2022.01)
G02B 26/10 (2022.01)
(21) 출원번호 10-2020-7002948
(22) 출원일자(국제) 2018년07월05일
심사청구일자 2021년07월05일
(85) 번역문제출일자 2020년01월30일
(65) 공개번호 10-2020-0019246
(43) 공개일자 2020년02월21일
(86) 국제출원번호 PCT/US2018/040954
(87) 국제공개번호 WO 2019/010332
국제공개일자 2019년01월10일
(30) 우선권주장
62/529,223 2017년07월06일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
US20070159673 A1*
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
매직 립, 인코포레이티드
미국 플로리다 플랜타타운 웨스트 선라이즈 블러
마드 7500 (우: 33322)
(72) 발명자
세인트 힐레어, 피에르
미국 33322 플로리다 플랜테이션 웨스트 선라이즈
블러마드 7500
(74) 대리인
특허법인 남앤남

전체 청구항 수 : 총 15 항

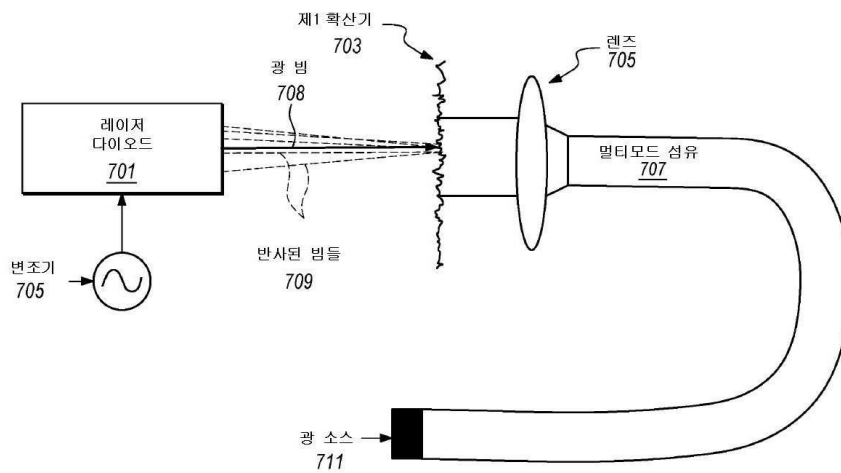
심사관 : 강미원

(54) 발명의 명칭 가상 및 증강 현실 시스템들 및 방법들에서의 스펙클-감소

(57) 요약

이미징 시스템은 광 빔 중 일부분들을 다시 레이저 다이오드에 커플링하도록 구성된 확산 엘리먼트를 포함한다. 시스템은, 레이저 다이오드가 3 내지 10 나노미터 폭의 엔벨로프를 갖는 주파수 스펙트럼에 걸친 광을 방출하도록, 변조된 구동 전류 및 확산기와 결합하여 혼돈 체제로 구동되는 레이저 다이오드를 포함한다. 시스템은, 광 빔 중 일부분들을 레이저 다이오드에 다시 커플링하기 위해 레이저 다이오드로부터 적어도 0.1 mm 내지 0.5 mm 떨어져 있는 확산 엘리먼트를 더 포함한다. 다른 실시예는 평판 디스플레이 또는 공간 광 변조기를 조명하기 위한 확산 엘리먼트를 사용하는 것에 관한 것이다.

대표도



(52) CPC특허분류

G02B 27/0172 (2013.01)

G06T 19/006 (2013.01)

G02B 2027/012 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

US20080095203 A1*

US20100097534 A1*

US20100332575 A1

US20140055755 A1*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

근안 디스플레이 시스템(near eye display system)으로서,

광 빔을 생성하도록 구성된 레이저 다이오드 - 상기 광 빔은 가시 스펙트럼 내의 파장을 가짐 -;

상기 레이저 다이오드에 커플링된 변조기 - 상기 변조기는 상기 레이저 다이오드를 구동시키기 위한 전류를 변화시키도록 구성됨 -;

상기 레이저 다이오드에 광학적으로 커플링된 확산기; 및

상기 확산기에 광학적으로 커플링된 2D 공간 광 변조기를 포함하고,

상기 확산기는 랜덤 패턴 표면 또는 의사-랜덤 표면을 포함하고,

상기 랜덤 패턴 표면 또는 의사-랜덤 표면은, 혼돈 레이저 패턴(chaotic laser pattern)을 생성하기 위해, 상기 광 빔을 포함하는 복수의 광 빔들이 상기 랜덤 패턴 표면 또는 상기 의사-랜덤 표면으로부터 튕겨져 나가(bounce off), 반사된 빔들로서 상기 레이저 다이오드로 산란되어 돌아가게 하도록 구성되고,

상기 확산기는 또한 상기 광 빔의 투과 부분이 상기 확산기를 통과하여 상기 2D 공간 광 변조기 상으로 향하도록 허용하는,

근안 디스플레이 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 변조기는 제2 혼돈 레이저 패턴에 적어도 부분적으로 기반하여 상기 전류를 변경하는,

근안 디스플레이 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 변조기의 전력 변동은 상기 확산기의 구조에 적어도 부분적으로 기반하는,

근안 디스플레이 시스템.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 레이저 다이오드로부터 상기 확산기의 대향 측 상에 배치된 제2 확산기를 더 포함하고,

상기 제2 확산기는 상기 광 빔의 제2 부분을 수신하는,

근안 디스플레이 시스템.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 확산기를 통과한 상기 광 빔의 제2 부분을 수신하기 위해, 상기 레이저 다이오드로부터 상기 확산기의 대향 측 상에 배치된 렌즈; 및

멀티모드 섬유(multimode fiber)를 더 포함하고,

상기 멀티모드 섬유는 상기 광 빔의 상기 제2 부분이 상기 멀티모드 섬유를 통해 이동할 때, 상기 광 빔의 상기

제2 부분의 타이밍을 수정하기 위해, 상기 확산기로부터 상기 렌즈의 대향 측 상에 배치되고, 상기 멀티모드 섬유는 근위 단부 및 원위 단부를 갖고, 상기 원위 단부는 상기 광 빔의 상기 제2 부분이 상기 렌즈를 통해 이동한 후에 상기 광 빔의 상기 제2 부분을 수신하고, 상기 원위 단부는 광 소스에 대응하는, 근안 디스플레이 시스템.

청구항 6

제1항에 있어서,
투사 광 소스;
상기 투사 광 소스 및 상기 확산기로부터 광을 수신하기 위해, 상기 레이저 다이오드로부터 상기 확산기의 대향 측 상에 배치된 빔 분할기; 및
상기 빔 분할기로부터 광을 수신하기 위한 마이크로-디스플레이를 더 포함하는,
근안 디스플레이 시스템.

청구항 7

제6항에 있어서,
상기 마이크로-디스플레이는 LCoS(liquid crystal on silicon) 또는 디지털 광 프로세서 중 적어도 하나를 포함하는,
근안 디스플레이 시스템.

청구항 8

제1항에 있어서,
균일한 패턴을 생성하기 위해 상기 광 빔의 불규칙성들(irregularities)을 제거(smooth out)하기 위한 균질화기(homogenizer)를 더 포함하는,
근안 디스플레이 시스템.

청구항 9

제1항에 있어서,
상기 2D 공간 광 변조기는 LCoS(Liquid Crystal on Silicon) 2D 공간 광 변조기를 포함하는,
근안 디스플레이 시스템.

청구항 10

제1항에 있어서,
상기 2D 공간 광 변조기에 광학적으로 커플링된 도파관 접안렌즈를 더 포함하는,
근안 디스플레이 시스템.

청구항 11

제10항에 있어서,
마이크로디스플레이와 상기 도파관 접안렌즈 사이에 배치된 투사 렌즈를 더 포함하는,
근안 디스플레이 시스템.

청구항 12

제11항에 있어서,
상기 도파관 접안렌즈는 인커플링 격자를 포함하고, 상기 투사 렌즈는 광을 상기 인커플링 격자에 커플링하도록

포지셔닝되는,
근안 디스플레이 시스템.

청구항 13

제11항에 있어서,
상기 투사 렌즈와 상기 2D 공간 광 변조기 사이에 배치된 편광 빔 분할기를 더 포함하는,
근안 디스플레이 시스템.

청구항 14

제13항에 있어서,
상기 확산기와 상기 편광 빔 분할기 사이에 포지셔닝된 조명측 시준 렌즈(illumination side collimating lens)를 더 포함하는,
근안 디스플레이 시스템.

청구항 15

제10항에 있어서,
상기 도파관 접안렌즈는 인커플링 격자, 및 상기 도파관 접안렌즈를 통해 상기 인커플링 격자에 커플링된 출사 동공 확장 격자를 포함하는,
근안 디스플레이 시스템.

청구항 16

삭제

발명의 설명

기술 분야

배경 기술

[0001] 현대 컴퓨팅 및 디스플레이 기술들은 "가상 현실" 또는 "증강 현실" 경험들을 포함하는 소위 "혼합 현실"을 위한 시스템들의 개발을 가능하게 했으며, 여기서 디지털적으로 재생된 이미지들 또는 이미지들의 부분들은, 그들이 실제인 것으로 보이거나, 실제로서 지각될 수 있는 방식으로 사용자에게 제시된다. 가상 현실(또는 "VR") 시나리오는 전형적으로 실제 실세계 시각 주변의 가시성 없는 디지털 또는 가상 이미지 정보의 프리젠테이션을 수반하여, 실세계로부터 직접적으로 어떠한 광/이미지들을 지각하지 않고서 사용자가 디지털 또는 가상 이미지들만을 지각한다. 증강 현실(또는 "AR") 시나리오는 사용자 주위의 실제 세계의 지각에 대한 증강(즉, 다른 실제 실세계 시각적 입력에 대한 가시성)으로서 디지털 또는 가상 이미지 정보의 프리젠테이션을 수반하여, 사용자가 실세계 환경의 객체들(즉, 가상 객체들)로서 디지털 또는 가상 콘텐츠를 지각할 것이다. 따라서, AR 시나리오들은 다른 실제 실세계 시각적 입력에 대한 뷰를 동반한 디지털 또는 가상 이미지 정보의 프리젠테이션을 수반한다. 인간의 시각적 지각 시스템은 매우 복잡하다. 결과적으로, 다른 가상 또는 실세계 이미지리 엘리먼트들 사이에서 가상 이미지 엘리먼트들의 편안하고, 자연스러운 느낌의, 풍부한 프리젠테이션을 가능하게 하는 VR 또는 AR 기술을 생성하는 것은 난제이다.

[0002] 스펙클 패턴들(speckle patterns)은 코히어런트 소스(coherent source)로부터 나오는 복수의 파면들의 상호 간섭에 의해 생성되는 타입의 세기 패턴이다. 스펙클링은, 한 장의 종이, 백색 페인트, 디스플레이 스크린 또는 금속성 표면과 같은 거친 표면에서 (예컨대, 레이저로부터의) 매우 코히어런트한 광 빔이 확산 반사될 때 관찰할 수 있는 랜덤한 입상 패턴(random granular pattern)을 나타낸다. 이 현상은 랜덤한 상대적인 광학 위상들을 갖는 입사 빔의 상이한 반사된 부분들의 간섭으로부터 발생한다. 레이저 스펙클 구조는 레이저 빔이 확산기를 통과하거나 확산-반사 표면에서 반사될 때마다 생성된다. 스펙클 구조는 레이저 광선(laser

radiation)의 코히어런트 특성들에 의존하고, 랜덤한 초기 위상의 다수의 산란파들(scattered waves)의 간섭의 결과로 발생한다.

[0003] [0003] 스펙클 패턴들은, 레이저 광 소스들을 포함하는 투사 디스플레이들의 이미지 품질을 심각하게 저하시킬 수 있다. 레이저들이 코히어런트 협대역 광 소스들이기 때문에, 레이저들은 간섭 패턴을 생성한다. 이로써, 레이저 광 소스들을 갖는 투사 디스플레이들을 사용하여 생성된 이미지의 품질은 저하될 수 있는데, 왜냐하면 레이저 광이 다양한 포인트들에서 간섭하는 경향이 있기 때문이다. 추가적으로, 투사 광학기 상의 많은 수의 산란 입자들(예컨대, 먼지)에서의 회절에 의해 발생된 간섭은 또한 이미지 품질을 저하시킬 것이다. 다양한 소스들로부터의 이미지들의 품질의 저하의 누적은, 입자가 거칠고 왜곡된 것처럼 보이는 최종 이미지들을 발생시킨다.

[0004] [0004] 따라서, 가상 현실 또는 증강 현실 시스템에서 레이저 스펙클링을 감소시킬 필요성이 존재한다.

발명의 내용

[0005] [0005] 본 개시내용의 실시예들은, 레이저 다이오드에서 혼돈 레이저 패턴(chaotic laser pattern)을 생성하기 위해 레이저 다이오드 앞에 확산기를 배치함으로써 레이저 스펙클을 감소시키기 위한 시스템을 제공한다. 확산기는, 레이저 게인 매체(laser gain medium)에서 모드들의 복잡한 중첩을 생성하기 위해, 복수의 광선들로 하여금 확산 표면의 상이한 위치들로부터 바운싱(bounce)하게 하고 다시 레이저 다이오드로 산란하게 하고, 따라서 레이저 공진기(laser resonator)에서 모드 점프들(modal jumps)을 개시하는 랜덤 패턴 또는 의사 랜덤 패턴 표면이다. 이러한 모드 홉들(hops)은, 이들 각각이 약간 상이한 방출 주파수에 링크되기 때문에 코히어런스를 감소시킨다. 레이저는 또한, 수신된 광학 피드백과 전류 변조의 조합에 의해 추가로 혼돈 동작(chaotic operation)으로 구동된다. 다른 실시예들에서, 확산기 및 레이저로부터의 전력에 대한 변동 둘 모두는 레이저를 혼돈으로 푸시하기 위해 협력하여 작동한다.

[0006] [0006] 일 실시예에서, 레이저 스펙클링(laser speckling)을 감소시키기 위한 이미징 시스템은 광 빔을 생성하기 위한 레이저 다이오드를 포함하고, 광 빔은 가시 스펙트럼 내의 파장을 갖는다. 시스템은 또한 레이저 다이오드를 구동시키기 위한 전류를 변경하기 위한 변조기를 포함한다. 시스템은 광 빔을 수신하기 위한 확산기(diffuser)를 더 포함하고, 확산기는 혼돈 레이저 패턴(chaotic laser pattern)을 생성하기 위한 반사된 광 빔들로서 광 빔 중 일부를 레이저 다이오드로 다시 반사시키도록 구성된다.

[0007] [0007] 하나 이상의 실시예들에서, 변조기는 제2 혼돈 레이저 패턴에 적어도 부분적으로 기반하여 전류를 변경한다. 변조기의 전력 변동은 확산기의 구조에 적어도 부분적으로 기반할 수 있다. 시스템은 또한 레이저 다이오드로부터 확산기의 대향 측 상에 배치된 제2 확산기를 포함할 수 있고, 제2 확산기는 광 빔의 제2 부분을 수신한다. 시스템은 또한 확산기를 통과한 광 빔의 다른 부분을 수신하기 위해, 레이저 다이오드로부터 확산기의 대향 측 상에 배치된 렌즈를 포함할 수 있다. 시스템은 멀티모드 섬유(multimode fiber)를 더 포함할 수 있고, 멀티모드 섬유는 광 빔 중 일부가 멀티모드 섬유를 통해 이동할 때, 광 빔 중 일부의 타이밍을 수정하기 위해, 확산기로부터 렌즈의 대향 측 상에 배치되고, 멀티모드 섬유는 근위 단부 및 원위 단부를 갖고, 원위 단부는 광 빔 중 일부가 렌즈를 통해 이동한 후에 광 빔 중 일부를 수신하고, 원위 단부는 광 소스에 대응한다.

[0008] [0008] 하나 이상의 실시예들에서, 시스템은 또한 투사 광 소스, 투사 광 소스 및 확산기로부터 광을 수신하기 위해, 레이저 다이오드로부터 확산기의 대향 측 상에 배치된 빔 분할기, 및 빔 분할기로부터 광을 수신하기 위한 마이크로-디스플레이를 포함한다. 마이크로-디스플레이는 LCoS(liquid crystal on silicon) 또는 디지털 광 프로세서 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 시스템은 또한 균일한 패턴을 생성하기 위해 광 빔의 불규칙성들(irregularities)을 제거(smooth out)하기 위한 균질화기(homogenizer)를 포함할 수 있다.

[0009] [0009] 다른 실시예에서, 근안 디스플레이 시스템(near eye display system)은 레이저 다이오드를 포함한다. 시스템은 또한 레이저 다이오드에 커플링된 변조기를 포함한다. 시스템은 레이저 다이오드에 광학적으로 커플링된 확산기를 더 포함한다. 또한, 시스템은 확산기에 광학적으로 커플링된 2D 공간 광 변조기를 포함한다.

[0010] [0010] 하나 이상의 실시예들에서, 2D 공간 광 변조기는 LCoS(Liquid Crystal on Silicon) 2D 공간 광 변조기를 포함한다. 시스템은 또한 2D 공간 광 변조기에 광학적으로 커플링된 도파관 접안렌즈를 포함할 수 있다. 시스템은 또한 마이크로디스플레이와 도파관 접안렌즈 사이에 배치된 투사 렌즈를 포함할 수 있다.

[0011] [0011] 하나 이상의 실시예들에서, 도파관 접안렌즈는 인커플링 격자를 포함하고, 투사 렌즈는 광을 인커플링 격자에 커플링하도록 포지셔닝된다. 시스템은 또한 투사 렌즈와 2D 공간 광 변조기 사이에 배치된 편광 빔 분

할기를 포함할 수 있다. 시스템은 또한 확산기와 편광 빔 분할기 사이에 포지셔닝된 조명측 시준 렌즈 (illumination side collimating lens)를 포함할 수 있다.

[0012] [0012] 하나 이상의 실시예들에서, 도파관 집안렌즈는 인커플링 격자, 및 도파관 집안렌즈를 통해 인커플링 격자에 커플링된 출사 동공 확장 격자를 포함한다.

[0013] [0013] 본 개시내용의 실시예들, 목적들 및 이점들에 대한 추가의 세부사항들은 아래의 상세한 설명, 도면들 및 청구항들에서 설명된다. 위의 일반적인 설명 및 다음의 상세한 설명은 둘 모두 예시적이고 설명적이며, 본 개시내용의 범위에 관해 제한하는 것으로 의도되지 않는다.

도면의 간단한 설명

[0014] [0014] 도면들은 본 개시내용의 다양한 실시예들의 설계 및 활용을 예시한다. 도면들은 실척대로 그려진 것이 아니며 유사한 구조들 또는 기능들의 엘리먼트들은 도면들 전체에 걸쳐 유사한 참조 번호들로 표현된다는 것이 주의되어야 한다. 본 개시내용의 다양한 실시예들의 위에서 언급된 그리고 다른 이점들 및 목적들이 어떻게 달성되는지를 더 잘 인지하기 위해, 위에서 간략하게 설명한 본 개시내용들의 더 상세한 설명이 첨부 도면들에서 예시되는 본 개시내용의 특정 실시예들을 참조하여 제공될 것이다. 이들 도면들이 단지 본 개시내용의 통상적인 실시예들을 도시할 뿐이며, 이에 따라 본 개시내용의 범위를 제한하는 것으로 간주되지 않는다는 것을 이해 하면서, 본 개시내용은 첨부된 도면들의 사용을 통해 부가적인 특이성 및 세부사항에 관해 설명되고 기술될 것이다.

[0015] 도 1a는 일부 실시예들에 따른 단일 모드에서 동작하는 레이저에 대한 진폭 대 파장의 그래프를 도시한다.

[0016] 도 1b는 일부 실시예들에 따른, 혼돈 모드에서 동작하는 레이저에 대한 진폭 대 파장의 그래프를 도시한다.

[0017] 도 2a-2d는 다양한 실시예들에 따른 웨어러블 AR 디바이스들의 도면들을 개략적으로 도시한다.

[0018] 도 3은 일부 실시예들에 따른 예시적인 스펙클 패턴을 도시한다.

[0019] 도 4는 일부 실시예들에 따른, 레이저 스펙클을 감소시키는 대안적인 접근법을 개략적으로 도시한다.

[0020] 도 5는 일부 실시예들에 따른, 하나의 확산기로 레이저 스펙클을 감소시키기 위한 광학 시스템을 개략적으로 도시한다.

[0021] 도 6은 일부 실시예들에 따른, 2개의 확산기들로 레이저 스펙클을 감소시키기 위한 광학 시스템을 개략적으로 도시한다.

[0022] 도 7a-7b는 일부 실시예들에 따른, 멀티-모드 섬유로 레이저 스펙클을 감소시키기 위한 광학 시스템을 개략적으로 도시한다.

[0023] 도 8은 일부 실시예들에 따른, 광 소스를 사용함으로써 레이저 스펙클을 감소시키기 위한 광학 시스템을 개략적으로 도시한다.

[0024] 도 9는 일부 실시예들에 따른, 균질화기로 레이저 스펙클을 감소시키기 위한 광학 시스템을 개략적으로 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0015] [0025] 당업자들이 본 개시내용을 실시하는 것을 가능하게 하도록 본 개시내용의 예시적인 예들로서 제공되는 도면들을 참조하여 다양한 실시예들이 이제 상세히 설명될 것이다. 특히, 이하의 도면들 및 예들은 본 개시내용의 범위를 제한하는 것으로 의도되지 않는다. 본 개시내용의 소정의 엘리먼트들이 알려진 컴포넌트들(또는 방법들 또는 프로세스들)을 사용하여 부분적으로 또는 완전히 구현될 수 있는 경우, 본 개시내용의 이해에 필수적인 그러한 알려진 컴포넌트들(또는 방법들 또는 프로세스들)의 부분들만이 설명될 것이며, 그러한 알려진 컴포넌트들(또는 방법들 또는 프로세스들)의 다른 부분들의 상세한 설명들은 본 개시내용을 모호하게 하지 않도록 생략될 것이다. 또한, 다양한 실시예들은 예시로 본원에서 언급된 컴포넌트들에 대한 현재 알려진 등가물들 및 미래에 알려질 등가물들을 포함한다.

[0016] [0026] 본 명세서 전체에 걸친, "일 실시예" 또는 "실시예"에 대한 참조는, 실시예와 관련하여 설명된 특정한

피쳐, 구조, 또는 특성이 적어도 하나의 실시예에 포함되는 것을 의미한다. 따라서, 본 명세서 전반에 걸친 다양한 위치들에서 "일 실시예에서" 또는 "실시예에서"라는 문구들의 출현들이 모두 반드시 동일한 실시예를 지칭하는 것은 아니다. 또한, 특정한 특징들, 구조들 또는 특성들은 하나 이상의 실시예들에서 임의의 적합한 방식으로 결합될 수 있다.

[0017] [0027] 수많은 구현들이 도시 및 설명된다. 이해를 용이하게 하기 위해, 일부 예시들에서, 동일하거나 유사한 구조들이 동일하지 않을 수 있지만, 이러한 구조들은 다양한 도면들 사이에서 동일한 참조 번호들로 식별된다.

[0018] [0028] 본원에 설명된 광학 시스템들은 AR(Augmented Reality) 시스템들과 독립적으로 구현될 수 있지만, 이하의 다수의 실시예들은 단지 예시 목적들을 위해 AR 시스템들과 관련하여 설명된다.

[0019] 문제점 및 솔루션의 요약

[0020] [0029] 다음의 개시내용은 레이저 스펙클링을 완화시키기 위한 시스템들 및 방법들의 다양한 실시예들을 설명한다. 특정 실시예들에 따라, 스펙클링은 혼돈 체제("코히어런스 붕괴 체제")로 구동되는 레이저 광 소스를 사용함으로써 감소된다. 레이저 스펙클링을 감소시키는 하나의 방법은 스펙트럼 라인 폭을 최적화하는 것이다. 레이저 스펙클링을 감소시키는 또 다른 방법은 빔 직경을 최적화하는 것이다. 특히, 확산 엘리먼트는, 레이저의 혼돈 동작을 발생시키는 광학 피드백을 생성하기 위해, 방출된 광 중 일부를 다시 레이저에 커플링하는 데 사용된다. 혼돈 모드에서 동작하는 레이저는 단일 모드에서 동작하는 레이저보다 더 넓은 주파수 스펙트럼을 나타낸다. 본원에 설명된 특정 실시예들에서, 확산기는, 그렇지 않다면 단일 모드에서 동작할 레이저로 하여금 혼돈스럽게 동작하게 하는 데 사용된다. 일부 실시예들에서, 레이저를 구동시키는 전류는 레이저의 혼돈 거동을 증가시키기 위해 추가적으로 변조된다.

[0021] 예시적인 광학 시스템들

[0022] [0030] 광 분배 시스템들의 실시예들의 세부사항들을 설명하기 전에, 예시적인 광학 시스템들의 간략한 설명이 제공될 것이다. 실시예들이 임의의 광학 시스템과 함께 사용될 수 있지만, 특정 시스템들(예컨대, AR 시스템들)은 실시예들의 근간이 되는 기술들을 예시하기 위해 설명된다.

[0023] [0031] 사용자에게 3D 가상 콘텐츠를 제공하기 위해, AR(augmented reality) 시스템은, 가상 콘텐츠의 이미지들이 사용자의 전방에서 다양한 거리들로 이격된(즉, 사용자의 눈으로부터 직각으로 멀어지는) 다양한 깊이 평면들로부터 유래한 것처럼 보이도록 이 가상 콘텐츠의 이미지들을 사용자의 눈에 투사한다. 즉, 가상 콘텐츠는 X 및 Y 방향들에서(즉, 사용자의 눈의 중앙 시각 축에 직교하는 2D 평면에서) 연장될 뿐만 아니라, Z 방향 깊이에서도 변하는 것처럼 보일 수 있어서, 사용자는 객체가 가깝게 있거나 무한대 거리 또는 그 사이의 임의의 거리에 있는 것으로 지각할 수 있다. 다른 실시예들에서, 사용자는 상이한 깊이 평면들의 다수의 객체들을 동시에 지각할 수 있다. 예컨대, 사용자는, 먼 거리에서 나타나고 이어서 사용자를 향해 다가오는 가상의 용을 볼 수 있다. 대안적으로, 사용자는, 사용자로부터 3 미터 떨어진 거리의 가상의 새 및 사용자로부터 팔의 길이의(약 1 미터) 가상의 커피 컵을 동시에 볼 수 있다.

[0024] [0032] 특정 실시예들에서, 각각의 접안렌즈는 투명한 도파관들의 스택을 포함한다. 각각의 도파관에는 인커플링 광학 피쳐, 아웃커플링 피쳐, 및 선택적으로, 아웃커플링 피쳐들에 걸쳐 광을 분산시키기 위한 하나 이상의 추가적인 광학 피쳐들이 제공될 수 있다. 각각의 특정 도파관은, 광이 특정 도파관에 입력된 각도에 대응하는 각도로 광을 출력한다. 도파관들의 스택은, 특정 컬러 컴포넌트들(예컨대, 적색, 녹색 또는 청색)에 전용되고 특정 불록한 파면 곡물들을 출사 광에 부여하기 위한 도파관들을 포함할 수 있다. 파면 곡물들을 부여하는 하나의 방법은, 2016년 9월 9일에 출원된 명칭이 "Mixed Reality Systems Including Thick Media and Related Methods"인 미국 특허 출원 일련 번호 제62/384,552호에 교시된 바와 같이, 곡선 격자 그루브들을 갖는 투과형 회절 격자들로서 아웃커플링 피쳐들을 구현하는 것이다. 각각의 파면 곡물은 특정 가상 이미지 거리에 대응한다. 상이한 곡물들을 부여하는 다수의 도파관들을 제공함으로써 다수의 가상 이미지 거리들이 생성될 수 있다. 일 예에서, 각각의 접안렌즈는 적색, 청색 및 녹색 전용 도파관들의 2개의 세트들을 포함할 수 있다. 2개의 세트들 중 하나는 제1 파면 곡물을 부여하도록 구성될 수 있고, 2개의 세트들 중 제2 세트는 제2 파면 곡물을 부여하도록 구성될 수 있다.

[0025] [0033] 아래에서 더 상세히 설명될 바와 같이, 단일 모드 레이저로부터의 광은 단색성(monochromatic)이며 코히어런트하다. 이러한 코히어런트 광이 일부 광학 스케일 표면 피쳐들을 갖는 확산 표면에 의해 반사될 때, 호이겐스(Huygens)의 원리에 따라, 표면상의 각각의 포인트는 가상 파 소스(virtual wave source)가 되고, 다른 포인트들로부터의 파들은 보강적으로(constructively) 그리고 상쇄적으로(destructively) 간섭할 수 있다. 이

는 스펙클 패턴으로 또한 알려진 간섭 패턴이 생성되게 한다.

- [0026] [0034] 도 1a는 하나의 스펙트럼 라인폭을 갖는 레이저의 진폭 대 파장을 나타내는 그래프이다. 도 1a에 도시된 스펙트럼 라인은 좁은 주파수 범위에서의 광의 방출로부터 기인한다. 전형적으로, 정상 레이저는 도 1a의 좁은 곡선(100a)으로 도시된 바와 같이 좁은 스펙트럼 라인(즉, 1 나노미터 미만)을 방출할 것이다. 레이저들은 공간적으로 그리고 시간적으로 코히어런트한 빔들을 생성한다. 이 공간 코히어런스는 레이저들로부터의 광이 작은 발산 회절 제한된 빔으로 시준하게 허용한다. 단일 모드 코히어런트 레이저의 좁은 주파수 스펙트럼(도 1a에서 $\Delta \lambda$ 로 표현됨)은 하나의 피크만 보여준다.
- [0027] [0035] 도 1b는 혼돈 레이저의 진폭 대 파장을 도시하는 그래프이다. 레이저는 (도 1a의 좁은 스펙트럼 라인(100a)과 비교하여) 단지 단일 피크를 갖는 대신에 다수의 피크들(100b)을 갖는다. 일부 실시예들에서, 레이저에 의해 방출된 광의 대역폭($\Delta \lambda$)은 2 나노미터 내지 15 나노미터의 범위이다. 이러한 더 넓은 파장 범위는 레이저를 훨씬 더 적은 코히어런트가 되도록 렌더링하고, 이는 레이저로부터의 광에 의해 생성되는 스펙클 패턴들의 콘트라스트를 감소시키고, 레이저가 종래의 백색 광 소스와 더 유사하게 거동하게 한다. 코히어런트 광과 대조적으로, 인코히어런트 광은 방출된 광 빔의 상이한 공간 포인트들 사이에서 고정된 위상 관계를 갖지 않는다. 혼돈 모드 호핑(chaotically mode hopping)은 시간적 인코히어런스 및 공간적 인코히어런스 둘 모두를 포함한다.
- [0028] [0036] 레이저 광 소스를 사용하는 몇몇의 장점들이 있을 수 있다. 일부 실시예들에서, 레이저 광 소스는 다른 광 소스들보다 더 적은 에텐듀(etendue)를 가질 수 있다. 일부 실시예들에서, 다른 광 소스들을 사용하는 것과 비교하여 레이저 광 소스를 사용함으로써, 디스플레이들을 스캔하기 위해 광을 타이트한(예컨대, 작은) 스팟으로 시준하는 것이 더 쉬울 수 있다. 일부 실시예들에서, 레이저 광 소스는 다른 광 소스들보다 더 효율적일 수 있다.
- [0029] [0037] 일부 실시예들에서, 레이저 광 소스에 의해 방출된 모든 광자들은 동위상(in phase)일 수 있으며, 서로에 대해 코히어런트할 수 있다. 이러한 특성들은, 다른 것들 중에서도, 스펙클을 생성할 수 있다. 코히어런트 광자들의 각각의 그룹은 모드에 대응할 수 있다. 일부 실시예들에서, 레이저 광 소스는 단일 모드를 가질 수 있다. 예컨대, 레이저 광 소스는 스펙트럼 도메인에서 종방향 모드(longitudinal mode)를 가질 수 있다. 일부 실시예들에서, 레이저 광 소스는 다수의 모드들을 가질 수 있다. 코히어런스는 다수의 모드들이 얼마나 많은 스펙트럼을 통과하는지에 의해 결정될 수 있다. 예컨대, 모드가 더 많을수록, 스펙트럼이 더 넓어지고, 광의 코히어런스가 더 낮다. 일부 실시예들에서, 더 적은 코히어런트 레이저를 갖는 것이 바람직할 수 있다. 레이저를 혼돈 모드 호핑함으로써 더 적은 코히어런트 레이저가 달성될 수 있다.
- [0030] [0038] 도 2a-2d를 참조하면, 일부 일반적인 컴포넌트 옵션들이 예시된다. 도 2a-2d의 논의를 따르는 상세한 설명 부분들에서, 혼합 현실(예컨대, VR 및/또는 AR)을 위한 고품질의, 편안하게 지각되는 디스플레이 시스템을 제공하는 목적을 다루기 위한 다양한 시스템들, 서브시스템들 및 컴포넌트들이 제시된다.
- [0031] [0039] 도 2a에 도시된 바와 같이, AR 시스템 사용자(60)는, 사용자의 눈들 앞에 포지셔닝된 집안렌즈 도파관(62)을 포함하는 디스플레이 시스템에 커플링된 프레임(64) 구조를 특징으로 하는 머리 장착 컴포넌트(58)를 착용한 것으로 도시된다. 스피커(66)는 도시된 구성에서 프레임(64)에 커플링되고, 사용자의 외이도에 인접하게 포지셔닝된다(일 실시예에서, 스테레오/성형 가능한 사운드 제어를 제공하기 위해, 도시되지 않은 다른 스피커가 사용자의 다른 외이도에 인접하게 포지셔닝됨). 디스플레이 시스템은, 이를테면, 유선 리드 또는 무선 연결에 의해 로컬 프로세싱 및 데이터 모듈(70)에 동작 가능하게 커플링(68)될 수 있고, 로컬 프로세싱 및 데이터 모듈(70)은 다양한 구성들로 장착되는데, 이를테면, 프레임(64)에 고정적으로 부착되거나, 도 2b의 실시예에 도시된 바와 같이, 헬멧 또는 모자(80)에 고정적으로 부착되거나, 헤드폰들에 임베딩되거나, 도 2c의 실시예에 도시된 바와 같이, 백팩-스타일 구성으로 사용자(60)의 몸통(82)에 제거 가능하게 부착되거나, 도 2d의 실시예에 도시된 바와 같이 벨트-커플링 스타일 구성으로 사용자(60)의 엉덩이(84)에 제거 가능하게 부착될 수 있다.
- [0032] [0040] 로컬 프로세싱 및 데이터 모듈(70)은 전력-효율적 프로세서 또는 제어기뿐만 아니라, 디지털 메모리 이를테면, 플래시 메모리를 포함할 수 있으며, 이들 둘 모두는 (a) 프레임(64)에 동작 가능하게 커플링될 수 있는 센서들, 이를테면, 이미지 캡처 디바이스들(이를테면, 카메라들), 마이크로폰들, 관성 측정 유닛들, 가속도계들, 컴퍼스들, GPS 유닛들, 라디오 디바이스들 및/또는 자이로들로부터 캡처되고 그리고/또는 (b) 원격 프로세싱 모듈(72) 및/또는 원격 데이터 저장소(74)를 이용하여 획득 및/또는 프로세싱되는(이는 가능하다면, 이러한 프로세싱 또는 리트리벌(retrieval) 후에 디스플레이 시스템으로의 전달을 위한 것임) 데이터의 프로세싱, 캐싱(caching) 및 저장을 보조하기 위해 활용될 수 있다. 로컬 프로세싱 및 데이터 모듈(70)은, 이를테면,

유선 또는 무선 통신 링크들(76, 78)을 통하여, 원격 프로세싱 모듈(72) 및 원격 데이터 저장소(74)에 동작 가능하게 커플링될 수 있어서, 이들 원격 모듈들(72, 74)은 서로 동작 가능하게 커플링되고 로컬 프로세싱 및 데이터 모듈(70)에 대한 자원들로서 이용 가능하다.

- [0033] [0041] 일 실시예에서, 원격 프로세싱 모듈(72)은 데이터 및/또는 이미지 정보를 분석 및 프로세싱하도록 구성된 하나 이상의 비교적 강력한 프로세서들 또는 제어기들을 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 원격 데이터 저장소(74)는 "클라우드" 자원 구성에서 인터넷 또는 다른 네트워킹 구성을 통하여 이용 가능할 수 있는 비교적 대형-스케일 디지털 데이터 저장 설비를 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 모든 데이터는 저장될 수 있고, 모든 컴퓨터이션은 로컬 프로세싱 및 데이터 모듈에서 수행될 수 있어서, 임의의 원격 모듈들로부터 완전히 자율적인 사용을 허용한다.
- [0034] [0042] 도 2a-2d를 참조하여 설명된 바와 같이, AR 시스템은, AR 사용자 및 주변 환경에 관한 데이터를 수집하는 다양한 디바이스들로부터 계속해서 입력을 수신한다. 수신될 수 있는 입력들 중 하나는, 아래에서 더 상세히 설명될 바와 같이, AR 및 다른 혼합 현실 시스템들에서 레이저 스페클링을 최소화하기 위한 확산기 시스템들의 다양한 실시예들로부터의 광 소스이다.
- [0035] [0043] 도 3은 종래의 코히어런트 레이저 빔으로부터의 레이저 스페클 패턴의 예시이다. 레이저 스페클링(300)은, 금속성 표면, 디스플레이 스크린, 백색 페인트 또는 한 장의 종이와 같은 복잡한 표면(예컨대, 거친 표면)에서 높은 코히어런트 광 빔이 확산 반사될 때 관찰되는 랜덤한 입상 패턴들을 나타낸다. 도시된 바와 같이, 랜덤한 입상 패턴들은 밝은 스팟 및 어두운 스팟의 랜덤한 분포로 구성된다.
- [0036] [0044] 이러한 스페클 패턴들(300)은 투사된 이미지들에서 원하지 않는 입상 잡음처럼 보이고, 레이저 조명을 사용하는 투사 디스플레이 시스템의 이미지 품질을 심각하게 저하시킬 수 있다. 스페클 패턴들은, 자신들의 이동 경로의 차이들로 인해 랜덤한 상대적인 광학 위상들을 가질 수 있는 입사 빔의 상이한 반사된 부분들의 간섭으로부터 기인한다. 반사된 부분들로부터의 간섭은 또한, 레이저 조명 소스를 사용하는 디스플레이 시스템의 각각의 픽셀에 대한 가변하는 세기에 기여할 수 있다.
- [0037] [0045] 레이저 다이오드 혼돈들을 생성하기 위한 접근법은 외부 광학 피드백을 사용하는 것이다. 레이저의 내부 타임스케일에 대한 시간-지연의 스케일링 및 외부 광학 피드백으로부터 복귀 필드의 위상의 민감도는 혼돈들로 이어진다. 일부 실시예들에서, 다시 레이저로의 지연된 반사 및 게인 매체(gain medium) 내의 필드와의 그의 상호작용은 혼돈들로 이어질 수 있다. 그러나, 실제로, 이러한 접근법은, 예로서, 방출 스펙트럼의 확장이 충분하지 않을 수 있기 때문에, 스페클 패턴들을 완전히 제거하는데 성공하지 못한다.
- [0038] [0046] 도 4는 일부 실시예들에 따른, 미러로 레이저 스페클을 감소시키기 위한 광학 시스템의 개략도를 도시한다. 광학 시스템은, 변조기(403)에 의해 구동되는 레이저를 포함하는 레이저 다이오드(401) 및 외부 광학 피드백 메커니즘(미러(405)를 포함함)을 포함한다. 레이저 다이오드(401)는 레이저 광 빔(407)을 방출한다. 올바른 조건들 하에서, 레이저 광 빔(407)은, 소량의 레이저 방출을 레이저 다이오드(401)로 다시 복귀시키기 위해 미러(405)로부터 바운싱할 수 있다. 다시 레이저 다이오드(401)로의 반사는 상이한 타입들의 파형들 및 특성들을 갖는 일부 혼돈스러운 출력을 발생시킬 수 있다. 피드백은 단순한 외부 미러로부터 또는 더 복잡한 구성들로 제공되어, 혼돈들에 대한 상이한 루트들로 이어질 수 있다. 이 실시예는, 미러(405)로부터 레이저 다이오드(401)로의 단일 반사가 매우 많은 수의 혼돈 모드들을 여기(excite)시키기에 충분히 복잡한 모드 패턴을 레이저 다이오드(401)에서 생성하지 않을 수 있기 때문에, 레이저 스페클을 제거하는데 매우 효율적이지 않을 수 있다.
- [0039] [0047] 도 5는 일부 실시예들에 따른, 확산기로 레이저 스페클을 감소시키기 위한 광학 시스템의 개략도를 도시한다. 시스템은, 변조기(505)에 의해 구동되는 레이저를 포함하는 레이저 다이오드(501), 및 외부 광학 피드백 메커니즘(확산기(503)를 포함함)을 포함한다. 레이저 다이오드(501)는, 전형적으로 서로 5 나노미터 내에 있는 하나 이상의 파장들을 갖는 레이저 광 빔(507)을 방출한다. 일부 실시예들에서, 확산기(503)는 레이저 다이오드(501)로부터 0.1 내지 2 밀리미터 떨어진 임의의 위치에 있을 수 있다. 일부 실시예들에서, 레이저 광 빔(507)의 빔 직경은 전형적으로 50 내지 500 마이크로일 수 있다. 확산기(503)는, 확산기(503)가 움직이지 못하게 하는 고정구(fixture)에 장착됨으로써 안정될 수 있다. 확산기(503)가 레이저 다이오드(501)에 대해 이동하면, 레이저 다이오드(501)는 혼돈 모드에서 동작하지 않을 것이다. 확산기(503)가 레이저 다이오드(501)에 대해 이동하는 경우, 반사 모드들이 레이저 다이오드(501) 내부의 모드들과 코히어런트하지 않을 수 있기 때문에(따라서 혼돈들을 생성하기 위해 간섭할 수 없기 때문에), 레이저 다이오드(501)는 안정적이어야 한다. 이로써, 일부 실시예들에서, 레이저 다이오드(501)는, 반사된 모드들 및 레이저 다이오드(501) 내부의 모드들이

간섭하고 혼돈 패턴을 생성할 수 있도록, 확산기(503)에 대해 제로 속도를 갖는다.

- [0040] [0048] 확산기(503)는 광을 확산시키는 랜덤 또는 의사 랜덤 패턴이다. 확산기(503)는 불균등한 확산 표면으로 인해 혼돈 패턴을 생성하는데 특히 적합하다. 일부 실시예들에서, 확산기(503)는 반사 확산기이다.
- [0041] [0049] 확산기(503)는 하나 이상의 랜덤하게 반사된 광선들(509)이 레이저 다이오드(501)로 다시 반사되게 한다. 확산기(503)는 확산기(503)의 불균등한 표면으로 인해 반사된 광선들(509)을 레이저 다이오드(501)에 다시 커플링하지만, 대부분의 광은 확산기(503)를 통과할 것이다. 반사된 광선들(509)과 연관된 광자들은, 반사된 광선들(509)에서 다수의 산란된 광 빔들을 생성하기 위해 확산기(503)의 표면들의 각각의 부분으로부터 다시 바운싱한다. 일부 실시예들에서, 확산기(503)에 부딪치는 광의 2-4 %는 레이저 다이오드(501)를 향해 다시 반사될 것이다. 확산기(503)는 레이저 계인 매체에서 모드들의 복잡한 중첩을 생성하기 위해 레이저 다이오드(501)로 광을 다시 산란시키고, 따라서 레이저 공진기에서 모드 점프들을 개시한다. 이러한 모드 점프들은, 그들 각각이 약간 상이한 방출 주파수에 링크되기 때문에, 코히어런스를 감소시킨다.
- [0042] [0050] 변조기(505)는 레이저 다이오드(501)에 커플링되고, 변조된 전류로 레이저 다이오드(501)를 구동시킨다. 변조기(505)는 혼돈 레이저 패턴에 추가하기 위해 확산기(503)와 협력하여 작동한다. 각각의 레이저 다이오드는 다른 레이저 다이오드들과 약간 상이하게 작동할 것이지만, 변조는 레이저 다이오드(501)의 혼돈 동작을 촉진시킬 수 있다. 3-5 나노미터의 총 스펙트럼 파장 범위에 걸쳐 확산된 광 방출은 변조기(505), 확산기(503)의 패턴, 및 레이저 다이오드(501)의 다른 특징들 및 특성들의 조합으로부터 생성된다. 변조 파형, 확산기(503)의 텍스처 및 확산기(503)의 반사율에 대응하는 파라미터들은 스펙클링의 감소량을 결정한다. 변조기(505)의 출력은 레이저 다이오드(501)에 커플링된다. 변조기(505)는, 예컨대, 10 kHz 내지 10 MHz 범위의 주파수에서 광을 변조할 수 있다. 시간 변조 레이트는, 각각의 이미지 프레임에서 혼돈 광이 균등하도록 디스플레이 시스템의 프레임레이트보다 훨씬 더 빨라야 한다. 변조가 없는 경우, 레이저 다이오드(501)에 의해 방출된 광은 덜 넓지만, 변조는 디스플레이 시스템이 최대 10 나노미터의 스펙트럼 파장을 획득하게 허용한다.
- [0043] [0051] 일부 실시예들에서, 확산기(503) 및 레이저 다이오드(501)로의 전력의 변동 둘 모두는, 레이저 다이오드(501)에 의해 방출된 레이저 광을 혼돈들로 푸시하도록 협력하여 작동한다. 레이저 다이오드(501)의 전력 변동의 대부분은 변조기(505)로부터의 변조 신호로부터 기인할 수 있지만, 확산기(503)는 또한 레이저 다이오드(501)의 내부 전력 변동들(internal power fluctuations)을 발생시킬 수 있다. 상이한 구조들을 갖는 확산기들은, 상이한 확산기들이 상이한 스펙트럼 전력 분포들을 생성할 수 있기 때문에, 변조기로 하여금 상이한 스펙트럼들의 전력 변동 및 시간 변동 둘 모두를 갖게 할 수 있다. 일부 실시예들에서, 확산기들의 피쳐 크기는 1 내지 100 마이크론의 범위일 수 있다.
- [0044] [0052] 일부 실시예들에서, 변조기(505)에 의한 전류의 진폭 및 주파수의 변조와 함께, 반사된 광선들(509)을 통한 확산기(503)로부터 레이저 다이오드(501)로의 피드백의 조합은 레이저 다이오드(501)로부터의 레이저 패턴을 혼돈스럽게 구동시킨다. 반사된 광선들(509)은 반복된 패턴들 및 의사 랜덤 패턴들을 포함할 수 있다. 구체적으로, 전류 변조와 반사된 광선들(509) 사이의 상호작용은 레이저가 혼돈스럽게 한다. 일부 실시예들에서, 레이저 다이오드(501)로부터의 광의 대략 4 %는 확산기(503)로부터 반사되고 반사된 광선들(509)로서 레이저 다이오드(501)로 다시 복귀될 것이고, 광 중 일부는 확산기(503)를 통해 확산될 것이다. 반사된 광선들(509)은, 광을 혼돈들로 구동시키기 위해 레이저 다이오드(501)의 상이한 모드들을 간섭한다.
- [0045] [0053] 도 6은 일부 실시예들에 따른, 2개의 확산기들로 레이저 스펙클을 감소시키기 위한 광학 시스템의 개략도를 도시한다. 제2 확산기(607)는 확산된 빔들(611)이 더 균일하게 되는 것을 돕기 위해 제1 확산기(603) 뒤에 배치된다.
- [0046] [0054] 제1 확산기(603)의 의사-랜덤 확산 표면은 반사된 광선들(609)로 하여금 레이저 다이오드(601)로 다시 반사되게 한다. 반사된 광선들(609)과 연관된 광자들은, 광을 산란시키기 위한 다수의 반사된 광선들(609)을 생성하기 위해, 제1 확산기(603)의 각각의 부분으로부터 다시 바운싱한다. 확산된 빔들(611)(예컨대, 제1 확산기(603)를 통과한 광)은 제2 확산기(607)에 진입할 것이다. 변조기(605)는 또한 혼돈 레이저 패턴으로 인해 더 적은 스펙클링된 패턴을 생성하는 데 기여한다.
- [0047] [0055] 제1 확산기(603) 및 레이저 다이오드(601)에 대한 전력의 변동은 광을 혼돈들로 푸시하기 위해 협력하여 작동한다. 일부 실시예들에서, 후방 산란된 광 패턴(예컨대, 반사된 광선들(609))으로부터의 피드백 및 변조기(605)에 의한 레이저 전류의 변조의 조합은 레이저 패턴을 혼돈스럽게 구동시킨다. 제1 확산기(603)는 반복 패턴들, 및 랜덤 또는 의사 랜덤 패턴들을 포함할 수 있다. 변조기(605)로부터의 변조와 제1 확산기(603)에

의해 반사된 반사 광선들(609)의 상호작용은 레이저 다이오드(601)로 하여금 혼돈되게 한다. 반사된 광선들(609)이 레이저 다이오드(601)로 다시 반사될 때, 그들은 레이저 다이오드(601)의 상이한 모드들을 간섭할 수 있다.

- [0048] [0056] 도 7a-7b는 일부 실시예들에 따른, 광학 멀티모드 섬유로 레이저 스펙클을 감소시키기 위한 광학 시스템의 개략도를 도시한다. 광학 멀티모드 섬유(707)는 다수의 광선들 또는 모드들을 동시에 전달하도록 설계된 타입의 광섬유이다. 대부분의 멀티모드 섬유들은, 다수의 광 모드들이 광섬유 코어 내에서 약간 상이한 반사 각도들로 전파되는 것을 가능하게 돕는 큰 코어 직경을 갖는다.
- [0049] [0057] 도 7a는, 반사된 광선(709)으로 하여금 레이저 다이오드(701)로 다시 반사되게 하는 의사-랜덤 제1 확산기(703)를 도시한다. 광 빔(708)으로부터의 광자들은, 다수의 반사된 광선들(709)이 광을 산란하게 하기 위해 제1 확산기(703)의 각각의 부분으로부터 다시 바운싱한다. 변조기(705)는 또한 혼돈 레이저 패턴으로 인해 더 적은 스펙클링된 패턴을 생성하는 데 기여한다.
- [0050] [0058] 변조기(705)에 의해 구동되는 레이저 다이오드(701)로부터의 레이저는 제1 확산기(703)를 통과한다. 제1 확산기(703)를 통과한 광 빔들은 또한, 멀티모드 섬유(707)로 진입하여 그를 통해 전파되기 전에, 별개의 집광 렌즈(condensing lens)(705)를 통과한다. 렌즈(705)는 광을 멀티모드 섬유(707)에 커플링하는 것을 돕는다.
- [0051] [0059] 멀티모드 섬유(707)를 통해 광을 통과시키는 것은 광을 추가로 균질화할 수 있다. 일부 실시예들에서, 멀티모드 섬유(707)로부터 출력된 광은 증강 현실 안경에 사용되는 공간 광 변조기를 조명하는 데 사용될 수 있다.
- [0052] [0060] 도 7b는 일부 실시예들에 따른 증강 현실 안경의 광학 시스템의 개략도를 도시한다. 증강 현실 안경의 광학 시스템은 집안렌즈 도파관(102), 광학 커플러 서브시스템(104) 및 제어 서브시스템(106)을 포함할 수 있다. 도파관(102)은 하나 이상의 1차 평면형 도파관(1), 및 1차 평면형 도파관(1) 중 적어도 일부 각각과 연관된 하나 이상의 DOE(diffractive optical element)들(2)을 포함한다.
- [0053] [0061] 광학 커플러 서브시스템(104)은 이미지별 변조된 광을 사용자의 눈에 커플링함으로써 광을 도파관(102)에 광학적으로 커플링한다. 도 7b에 예시된 바와 같이, 광학 커플러 서브시스템(104)은, 광을 1차 평면형 도파관(1)의 에지(122)에 광학적으로 커플링하기 위해, 광학 엘리먼트(5), 예컨대, 반사 표면, 미러, 이색성 미러 또는 프리즘을 포함할 수 있다. 광학 커플러 서브시스템(104)은, 하나 이상의 광 소스(예컨대, 레이저 다이오드(701)로부터 광을 전달하는 멀티모드 섬유(707)로부터 광을 시준하는 시준 엘리먼트(6)를 추가적으로 또는 대안적으로 포함할 수 있다.
- [0054] [0062] 제어 서브시스템(106)은, 공간적으로 그리고/또는 시간적으로 변하는 광의 형태로 인코딩된 이미지 데이터를 생성하는 하나 이상의 광 소스들 및 구동 전자장치를 포함한다. 앞서 주목된 바와 같이, 시준 엘리먼트(6)는 광을 시준할 수 있고, 시준된 광은 하나 이상의 1차 평면형 도파관들(1)에 커플링된다. 특정 레이저 다이오드(701)/확산기(703) 조합이 광 소스로서 도 7b에 도시되지만, 본 명세서의 다른 영역들에서 설명되는 것들과 같은, 레이저 스펙클링을 최소화하기 위한 확산기 시스템들의 다른 실시예들은 또한 광 소스들로서 가능할 수 있다.
- [0055] [0063] 도 8은 일부 실시예들에 따른, 평판 디스플레이를 조명하기 위해 레이저 스펙클을 감소시키기 위한 광학 시스템의 개략도를 도시한다.
- [0056] [0064] 도 8은 변조기(805)에 의해 구동되는 레이저 다이오드(801)를 도시한다. 레이저 다이오드(801)는, 전형적으로 서로 5 나노미터 내에 있는 하나 이상의 파장들을 방출한다. 일부 실시예들에서, 확산기(803)는 레이저 다이오드(801)로부터 0.1 내지 2 밀리미터 떨어진 임의의 위치에 있을 수 있다. 확산기(803)는, 확산기(803)가 레이저 다이오드(801)에 대해 이동하게 허용하지 않는 지지부(support)에 장착됨으로써 안정될 수 있다. 레이저 다이오드(801)에 대한 확산기(803)의 포지션을 고정시키는 것은 레이저 다이오드(801)로 하여금 혼돈 모드에서 동작하게 하는 데 유리하다. 확산기(803)가 레이저 다이오드(801)에 대해 이동하면, 확산기(803)에 의해 반사된 반사 광선들(809)은 레이저 다이오드(801)의 모드들에 대해 코히어런트하지 않을 수 있다.
- [0057] [0065] 동작 동안, 변조기(805)는 구동 신호를 레이저 다이오드(801)에 공급한다. 레이저 다이오드(801)는 확산기(803)를 통해 대부분 투과되는 광을 방출한다. 레이저 다이오드(801)는 (도시된 바와 같이 자유 공간 전파로 그러나 대안적으로 광학 엘리먼트를 통해) 확산기(803)에 광학적으로 커플링된다. 반사된 광선들(809)(확산

기(803)에 의해 반사된 레이저 다이오드(801)에 의해 방출된 광 중 일부)은 레이저 다이오드(801)에 커플링된다. 반사된 광선들(809)과 결합하여 구동 신호의 변조는 레이저 다이오드(801)로 하여금 혼돈(감소된 코히어런스 모드)에서 동작하게 한다.

- [0058] [0066] 확산기(803)를 통과한 후, 광은 조명축 시준 렌즈(819) 및 PBS(polarization beam splitter)(809)를 통해 마이크로디스플레이(2D(two dimensional) 공간 광 변조기)(807)에 광학적으로 커플링되고, 마이크로디스플레이는 이미지를 제공하기 위해 광을 공간적으로 변조한다. 마이크로디스플레이는 픽셀의 2D 어레이(도 8에서 보이지 않음)를 포함한다. 마이크로디스플레이(807)는, 예컨대, LCoS(Liquid Crystal on Silicon) 공간 광 변조기(SLM)의 형태를 취할 수 있다. 대안적으로, DMD(Digital Micromirror Device)는 마이크로디스플레이(807)로서 사용될 수 있으며, 이 경우에, PBS(809)는 에어 갭에 의해 분리된 2개의 대향 프리즘들의 어레이로 대체될 수 있다. DMD는, 에어 갭을 향하는 2개의 대향 프리즘들 중 근접한 프리즘의 면에서 내부 전반사의 각도를 초과하는 각도 및 이 미만의 각도로 광을 선택적으로 편향시킨다. 광은 마이크로디스플레이(807)에 의해 PBS(809)를 통해 투사 렌즈(811)로 다시 반사된다. 투사 렌즈(811)는 마이크로디스플레이(807)의 각각의 픽셀에 의해 변조된 광으로부터 시준된 빔을 형성한다. 각각의 특정 픽셀에 의해 마이크로디스플레이(807)로부터 생성된 시준된 광은 특정 픽셀의 위치에 의해 결정된 각도로 전파된다. 따라서, 투사 렌즈(811)는 무한대에 위치된 가상 이미지를 형성한다. 투사 렌즈(811)에 의해 시준된 광은 도파관 집안렌즈(62)의 표면 상에 위치된 인커플링 광학 엘리먼트(격자)(817)에 커플링된다. 따라서, 마이크로디스플레이(807)는, PBS(809) 및 투사 렌즈(811)를 가로지르는 광학 경로를 통해 인커플링 격자(817)에 광학적으로 커플링된다. 광은, 광을 사용자의 눈(821)에 점진적으로 아웃커플링하는 출사 동공 확장 격자(819)를 포함하는 도파관 집안렌즈(62)를 통해 커플링된다.
- [0059] [0067] 확산기(803)는, 반사된 광선들(809)로 하여금 레이저 다이오드(801)로 다시 반사되게 하는 랜덤 또는 의사-랜덤 프로파일 표면을 가질 수 있다. 반사된 광선들(809)과 연관된 광자들은 반사적으로 산란된 광을 생성한다. 변조기(805)는 또한, 레이저 다이오드(801)의 모드 호핑이 더 혼돈스럽게 하는 더 적은 스펙클링된 패턴을 생성하는 데 기여한다.
- [0060] [0068] 광 소스를 사용함으로써 스펙클링이 회피될 수 있다. 확산기(803)로부터 나오는 광은, 평판 디스플레이(예컨대, 마이크로디스플레이(807))를 조명하기 위해 PBS(809)를 통과할 것이다. 제1 확산기(803)로부터의 광 빔들은 또한, 평판 디스플레이를 제거하기 위해 LCoS 또는 DLP(Digital Light Processor)와 같은 마이크로-디스플레이(807)를 직접 조명하는 데 사용될 수 있다.
- [0061] [0069] 도 9는 일부 실시예들에 따른, 균질화기로 레이저 스펙클을 감소시키기 위한 광학 시스템의 개략도를 도시한다. 균질화기(905)는, 더 균일한 패턴을 생성하기 위해 레이저 빔 프로파일의 불규칙성들(irregularities)을 제거하는 디바이스이다. 많은 균질화기들은 정사각형 패킷들을 갖는 다면적인 미러(multifaceted mirror)를 사용한다. 미러는, 전체 빔 프로파일에 걸쳐 균일한 전력으로 빔을 생성하기 위해 상이한 각도들로 광을 반사시킨다.
- [0062] [0070] 레이저 다이오드(901)는 변조기(911)에 의해 구동된다. 레이저 다이오드(901)는, 전형적으로 서로 5 나노미터 내에 있는 하나 이상의 파장들을 방출한다. 일부 실시예들에서, 확산기(903)는 레이저 다이오드(901)로부터 0.1 내지 2 밀리미터 떨어진 임의의 위치에 있을 수 있다. 확산기(903)는, 확산기(903)가 레이저 다이오드(901)에 대해 이동하게 허용하지 않는 고정구에 장착됨으로써 안정될 수 있다. 레이저 다이오드(901)는, 확산기(903)가 레이저 다이오드(901)에 대해 단단히 부착되지 않고 동작 동안에 레이저 다이오드(901)에 대해 이동하는 경우 혼돈 모드에서 동작하지 않을 수 있다.
- [0063] [0071] 도 9는 또한, 반사된 광선들(909)로 하여금 레이저 다이오드(901)로 다시 반사되게 하는 의사-랜덤 확산 표면을 갖는 확산기(903)를 도시한다. 반사된 광선들(909)로부터의 광자들은, 산란된 광을 생성하기 위해, 확산된 표면(903)의 각각의 부분으로부터 다시 바운싱한다. 변조기(911)는 또한 혼돈 레이저 패턴으로 인해 더 적은 스펙클링된 패턴을 생성하는 데 기여한다.
- [0064] [0072] 일부 실시예들에서, 균질화기(905)는 확산기(903)로부터 나오는 광이 균질화되게 한다. 이어서, 광은, 표면에 광의 초점을 다시 맞추기 위해 렌즈(907)를 통해 재-이미징된다. 이것은, 이미지를 투사하기 위해 더 균질한 광을 가지면서 레이저 스펙클을 감소시킨다.
- [0065] [0073] 본 개시내용의 다양한 예시적인 실시예들이 본원에서 설명된다. 비-제한적인 의미로 이들 예들에 대한 참조가 이루어진다. 그 예들은, 본 개시내용의 더 넓게 적용 가능한 실시예들을 예시하기 위해 제공된다. 다

양한 변화들이 설명된 본 개시내용에 대해 행해질 수 있으며, 등가물들이 본 개시내용의 실제 사상 및 범위를 벗어나지 않으면서 대체될 수 있다. 부가적으로, 다수의 수정들은, 특정 상황, 재료, 재료의 조성, 프로세스, 프로세스 동작(들) 또는 단계(들)를 본 개시내용의 목적(들), 사상 또는 범위에 적응시키도록 행해질 수 있다. 추가로, 본원에서 설명되고 예시된 개별 변동들 각각은, 본 개시내용의 사상 또는 범위를 벗어나지 않으면서 다른 여러개의 실시예들 중 임의의 실시예의 특징들로부터 쉽게 분리될 수 있거나 이들과 결합될 수 있는 이산 컴포넌트들 및 특징들을 갖는다는 것이 당업자들에 의해 인지될 것이다. 그러한 모든 수정들은, 본 개시내용과 연관된 청구항들의 범위 내에 있는 것으로 의도된다.

[0066] [0074] 본 개시내용은, 본 개시내용의 디바이스들을 사용하여 수행될 수 있는 방법들을 포함한다. 방법들은, 그러한 적절한 디바이스를 제공하는 동작을 포함할 수 있다. 그러한 제공은 최종 사용자에게 의해 수행될 수 있다. 즉, "제공하는" 동작은 단지, 최종 사용자가 본 개시내용의 방법에서 필수적인 디바이스를 제공하도록 획득, 액세스, 접근, 포지셔닝, 셋-업, 활성화, 파워-업 또는 달리 동작하는 것을 요구한다. 본원에서 인용된 방법들은, 논리적으로 가능한 임의의 순서의 인용된 이벤트들뿐만 아니라 인용된 순서의 이벤트들로 수행될 수 있다.

[0067] [0075] 본 개시내용의 예시적인 실시예들은, 재료 선택 및 제조에 대한 세부사항들과 함께 위에서 기술되었다. 본 개시내용의 다른 세부사항들에 대해, 이들은, 위에서-참조된 특허들 및 공개공보들과 관련하여 인지될 뿐만 아니라 당업자들에 의해 일반적으로 알려지거나 인지될 수 있다. 이들은 공통적으로 또는 논리적으로 이용되는 바와 같은 부가적인 동작들의 관점에서 본 개시내용의 방법-기반 실시예들에 적용될 수 있다.

[0068] [0076] 부가적으로, 본 개시내용이 다양한 피쳐들을 선택적으로 포함하는 여러개의 예들을 참조하여 설명되었지만, 본 개시내용은, 본 개시내용의 각각의 변동에 대해 고려된 바와 같이 설명되거나 표시된 것으로 제한되지 않을 것이다. 다양한 변화들이 설명된 본 개시내용에 대해 행해질 수 있으며, (본원에서 인용되었는지 또는 일부 간략화를 위해 포함되지 않았는지 여부에 관계없이) 등가물들이 본 개시내용의 실제 사상 및 범위를 벗어나지 않으면서 대체될 수 있다. 부가적으로, 다양한 값들이 제공되는 경우, 그 범위의 상한과 하한 사이의 모든 각각의 개재 값 및 그 언급된 범위 내의 임의의 다른 언급된 또는 개재 값이 본 개시내용 내에 포함되는 것으로 해석된다.

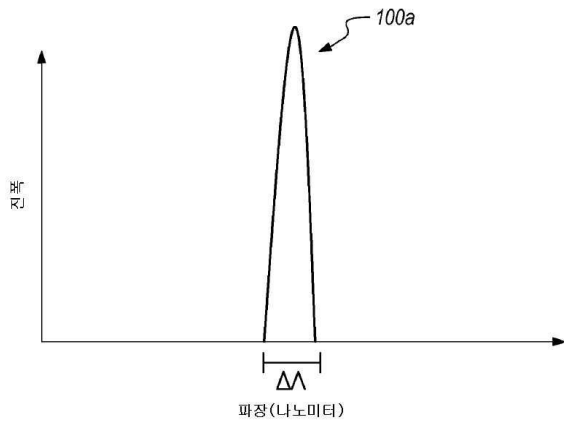
[0069] [0077] 또한, 설명된 본 발명의 변동들의 임의의 선택적인 피쳐가 본원에 설명된 피쳐들 중 임의의 하나 이상에 독립적으로 또는 그에 결합하여 기술되고 청구될 수 있다는 것이 고려된다. 단수 아이템에 대한 참조는, 복수의 동일한 아이템들이 존재하는 가능성을 포함한다. 보다 구체적으로, 본원 및 본원에 연관된 청구항들에서 사용된 바와 같이, 단수 형태들은, 명확하게 달리 언급되지 않으면 복수의 지시 대상들을 포함한다. 즉, 단수들의 사용은 본 개시내용과 연관된 청구항들뿐 아니라 위의 설명의 청구대상 아이템 중 "적어도 하나"를 허용한다. 이 청구항들이 임의의 선택적인 엘리먼트를 배제하도록 작성될 수 있다는 것에 추가로 주의한다. 따라서, 이런 서술은 청구항 엘리먼트들의 나열과 관련하여 "오로지", "오직" 등 같은 그런 배타적인 용어의 사용, 또는 "부정적" 제한의 사용을 위한 선행 기초로서 역할을 하도록 의도된다.

[0070] [0078] 그런 배타적 용어의 사용 없이, 본 개시내용과 연관된 청구항들에서 "포함하는" 이라는 용어는, 주어진 수의 엘리먼트들이 그런 청구항들에 열거되는지, 또는 특징의 부가가 그 청구항들에 기술된 엘리먼트의 성질을 변환하는 것으로 간주될 수 있는지 여부에 무관하게 임의의 부가적인 엘리먼트의 포함을 허용할 수 있다. 본원에 구체적으로 정의된 바를 제외하고, 본원에 사용된 모든 기술적 및 과학적 용어들은 청구항 유효성을 유지하면서 가능한 한 일반적으로 이해되는 의미로 넓게 제공되어야 한다.

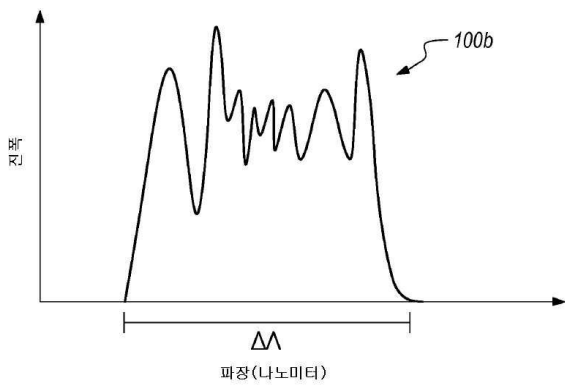
[0071] [0079] 위의 명세서에서, 본 개시내용은 본 개시내용의 특정 실시예들을 참조하여 설명되었다. 그러나, 본 개시내용의 더 넓은 사상 및 범위를 벗어나지 않으면서 다양한 수정들 및 변경들이 본 발명에 행해질 수 있다는 것은 명백할 것이다. 예컨대, 위에서-설명된 프로세스 흐름들은, 프로세스 동작들의 특정한 순서를 참조하여 설명된다. 그러나, 설명된 프로세스 동작들 대부분의 순서는 본 개시내용의 범위 또는 동작에 영향을 주지 않으면서 변경될 수 있다. 따라서, 명세서 및 도면들은 제한적인 의미보다는 예시적인 의미로 간주될 것이다.

도면

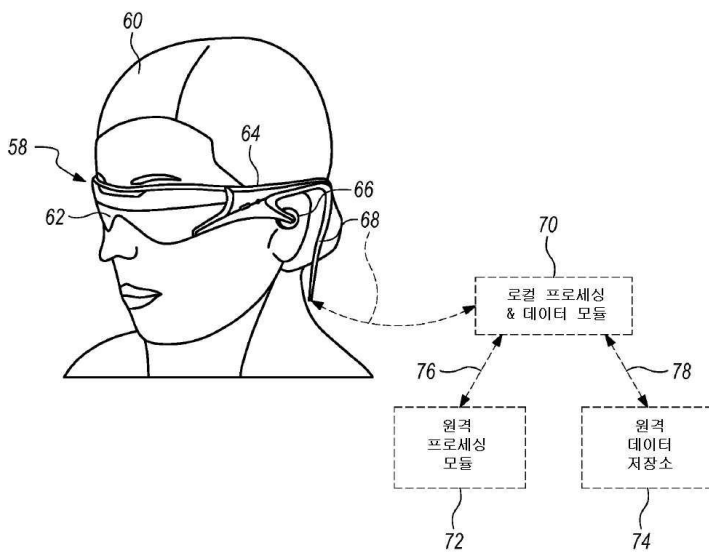
도면1a



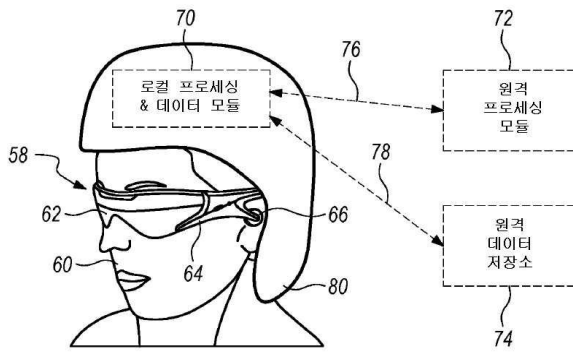
도면1b



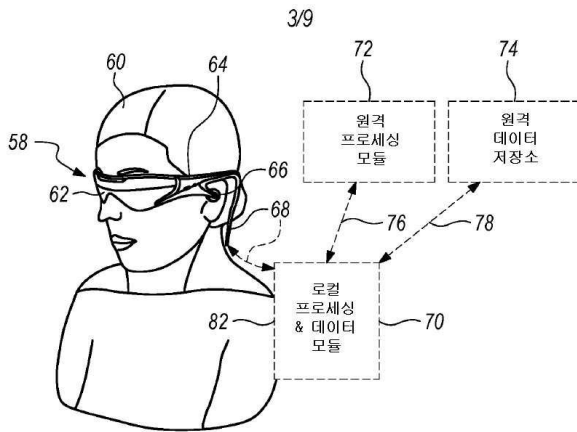
도면2a



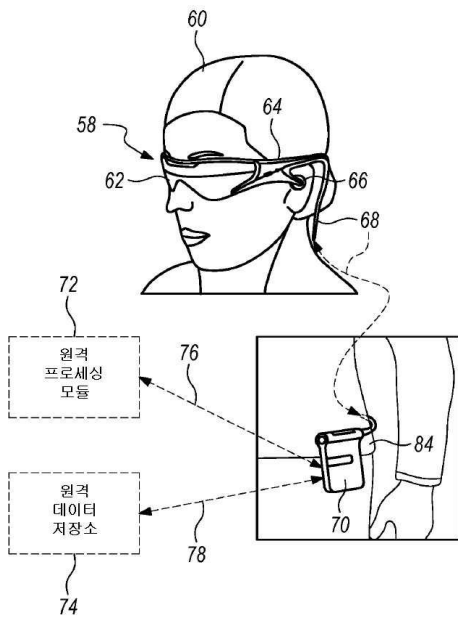
도면2b



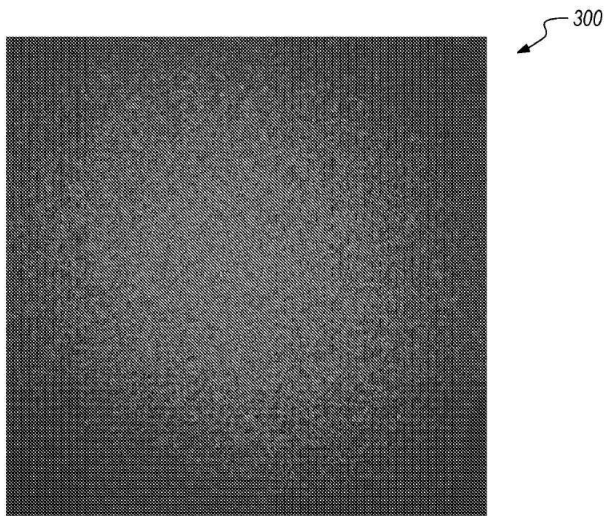
도면2c



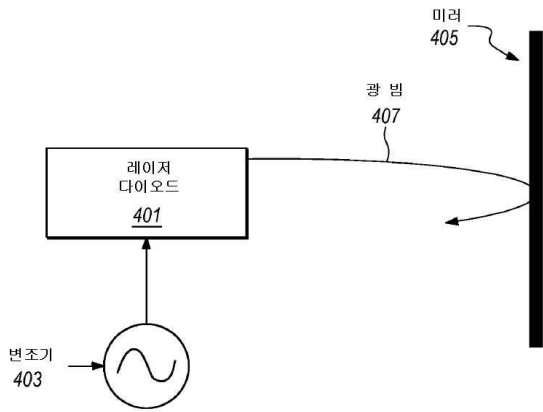
도면2d



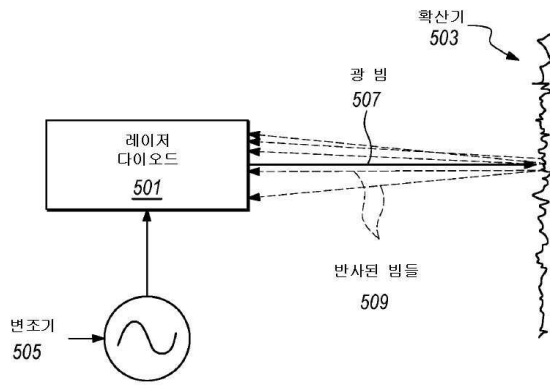
도면3



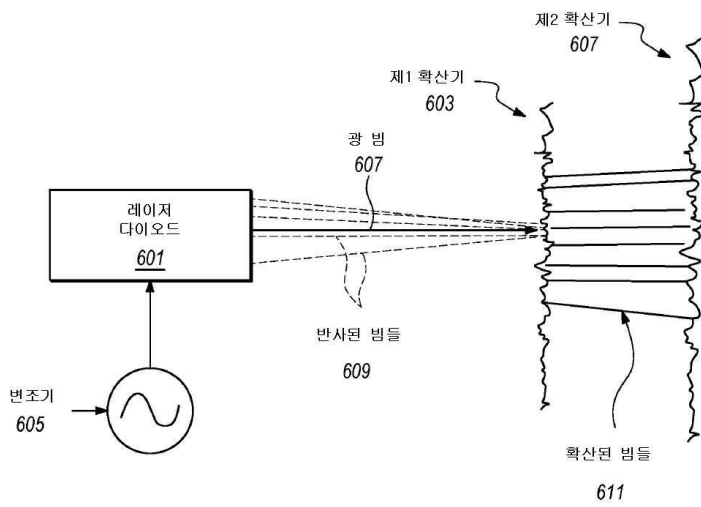
도면4



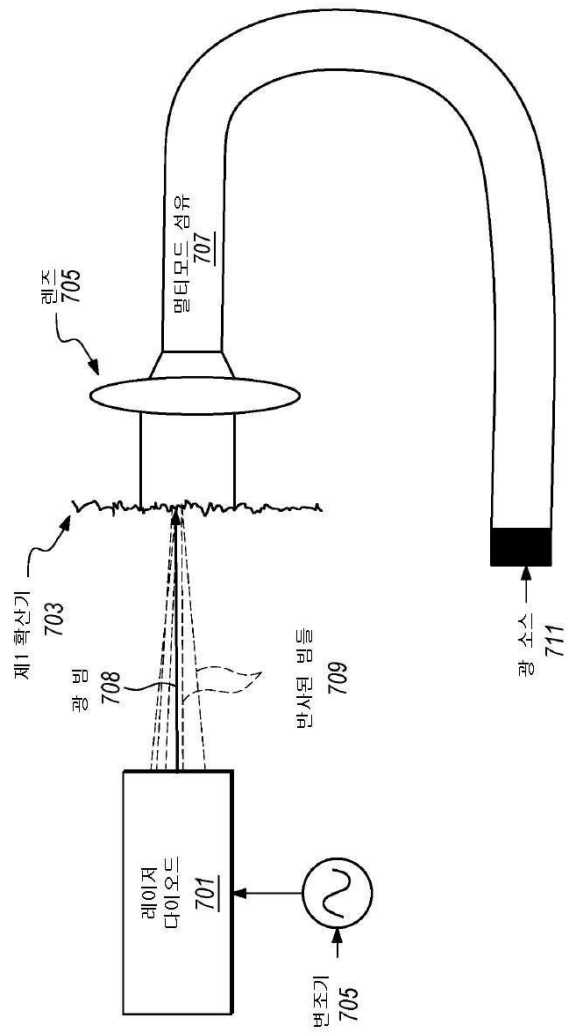
도면5



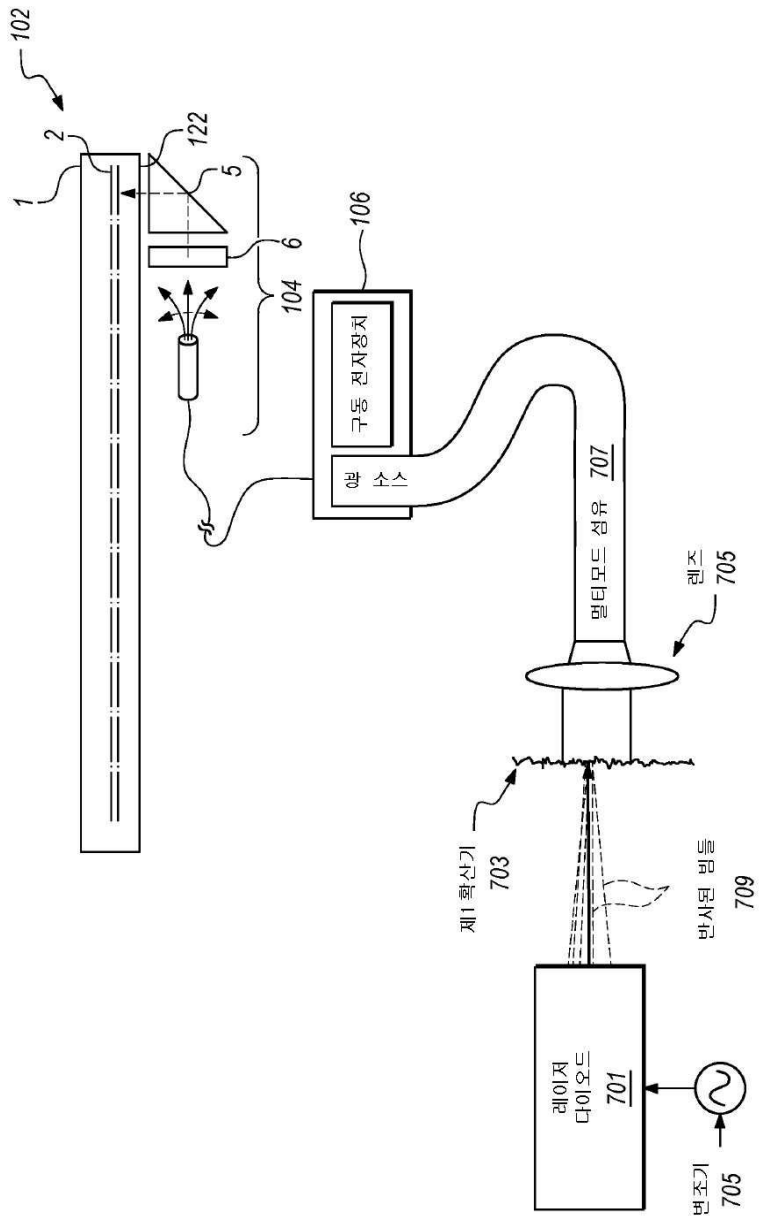
도면6



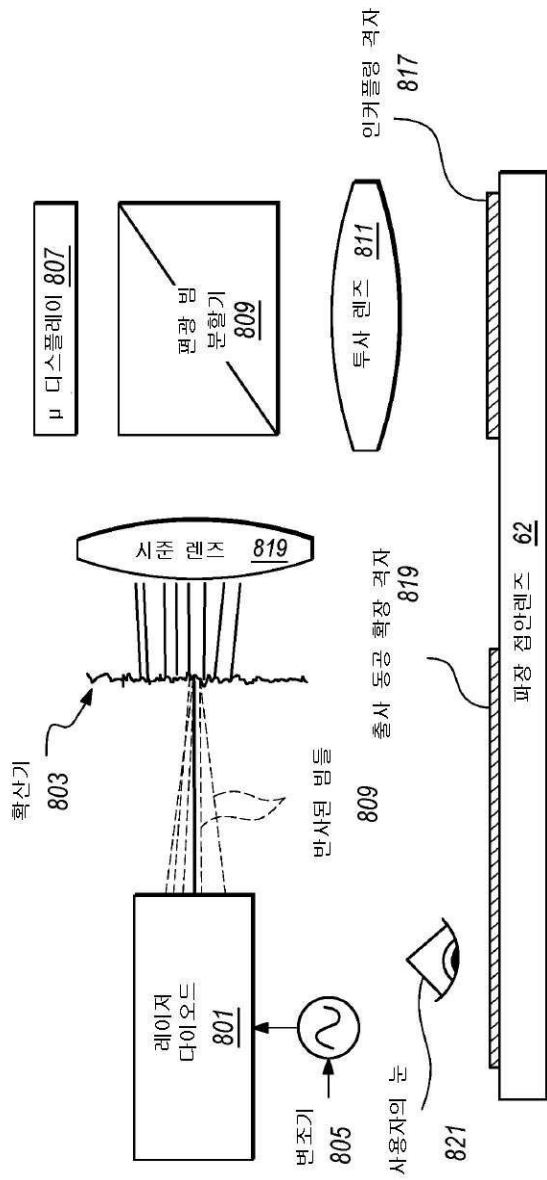
도면7a



도면7b



도면8



도면9

