(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2022-0042920
(43) 공개일자 2022년04월05일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01B 11/24 (2006.01) *G01B 9/02* (2022.01)
(52) CPC특허분류
G01B 11/2441 (2013.01)
G01B 9/02007 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2020-0126337
(22) 출원일자 2020년09월28일
심사청구일자 2020년09월28일

(71) 출원인
조선대학교산학협력단
광주광역시 동구 필문대로 309 (서석동)
(72) 발명자
최은서
광주광역시 동구 밤실로30번길 11, 5동 1502호(지산동, 삼성아파트)
마혜준
광주광역시 광산구 금봉로 106, 116동 201호(우산동, 중흥S클래스 센트럴)
이승석
광주광역시 북구 양산제로137번길 23, B동 302호 (연제동, 연제동 영동아파트)
(74) 대리인
이재량

전체 청구항 수 : 총 5 항

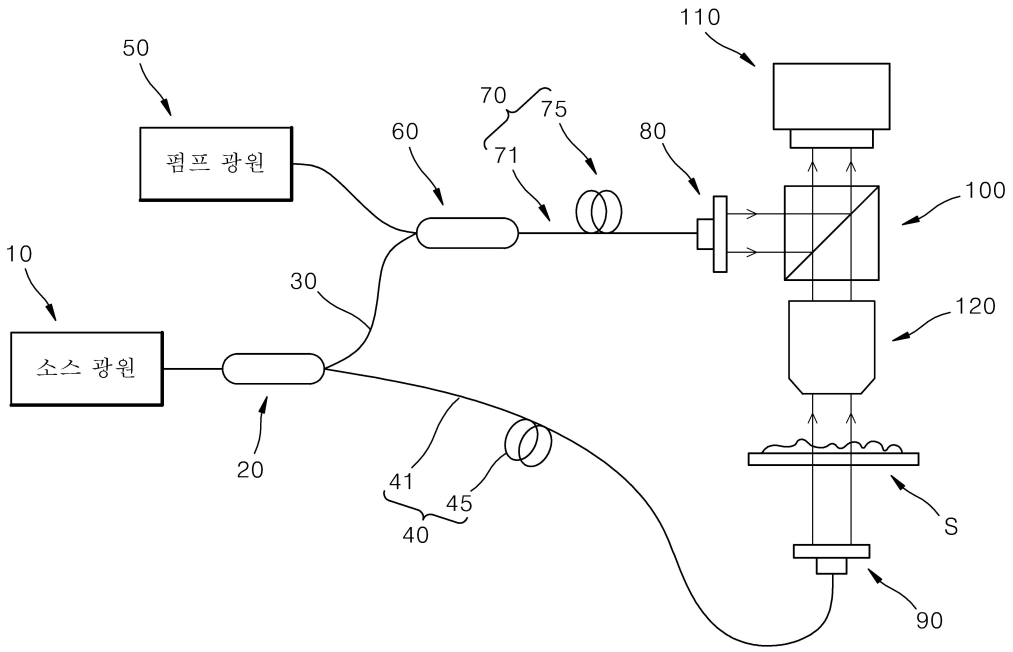
(54) 발명의 명칭 **희토류 원소가 도핑된 광섬유를 이용한 위상 천이 간섭계**

(57) 요 약

본 발명은 희토류 원소가 도핑된 광섬유를 이용한 위상 천이 간섭계에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 펌프광에 의해 광섬유 내부에서 광경로차를 발생시켜 저가로 제작 및 발열 문제가 없는 희토류 원소가 도핑된 광섬유를 이용한 위상 천이 간섭계에 관한 것이다.

(뒷면에 계속)

대 표 도



본 발명에 따른 희토류 원소가 도핑된 광섬유를 이용한 위상 천이 간섭계는 광섬유 내부에서 광경로차를 발생시켜 광섬유 간섭계에 적용 가능하고 동시에 벌크 광학계와도 혼용하여 사용이 가능하며, 광섬유를 구성하는 코어의 굴절률 변화를 이용하므로 단일 파장뿐만 아니라 다파장을 이용하는 간섭계에서도 분산효과가 적은 장점이 있으며, 펌프광을 이용하므로 피드백 소자들의 사용이 불필요하고 저가로 제작 가능하며 저출력 펌프광에서도 동작이 가능하므로 발열 문제가 없다.

또한, 본 발명에 따른 희토류 원소가 도핑된 광섬유를 이용한 위상 천이 간섭계는 기계적인 동작이 없어 편광문제나 기계적 강도의 문제가 적고, 광섬유 내부에서 동작하기 때문에 외부 진동 및 외력에 의한 왜란이 적은 장점이 있다.

(52) CPC특허분류
G01B 9/0201 (2013.01)
G01B 9/02056 (2022.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1711115660
과제번호 2017R1A2B2009732
부처명 과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명 한국연구재단
연구사업명 개인기초연구(과기정통부)(R&D)
연구과제명 광섬유 내시경 프로브를 이용한 비주사 파노라믹 광영상 시스템 연구
기 여 율 4/10
과제수행기관명 조선대학교
연구기간 2020.03.01 ~ 2021.02.28
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1345305387
과제번호 2019R1A6A3A01095546
부처명 교육부
과제관리(전문)기관명 한국연구재단
연구사업명 이공학학술연구기반구축(R&D)
연구과제명 광학적 위상 제어 기법을 적용한 디지털 홀로그래피 현미경 시스템 개발
기 여 율 3/10
과제수행기관명 조선대학교
연구기간 2019.09.01 ~ 2020.08.31
이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 1345306044
과제번호 2019R1A6A3A01095557
부처명 교육부
과제관리(전문)기관명 한국연구재단
연구사업명 이공학학술연구기반구축(R&D)
연구과제명 희토류 광섬유를 이용한 위상천이 간섭계 기반 SD-OCT 시스템 개발
기 여 율 3/10
과제수행기관명 조선대학교
연구기간 2019.09.01 ~ 2020.08.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

소스광을 출력하는 소스광원과;

상기 소스광원에서 출력되는 소스광을 기준광과 측정광으로 각각 분배시키는 광커플러와;

상기 광커플러에 결합되어 상기 광커플러에서 분배된 기준광과 측정광을 각각 전달하는 제1광전달부 및 제2광전달부와;

펌프광을 출력하는 펌프광원과;

상기 펌프광원에서 출력되는 펌프광과 상기 제1광전달부를 통해 전달되는 기준광이 각각 입력되고, 입력된 펌프광과 기준광을 출력하는 파장분할다중화부와;

상기 파장분할다중화부에 결합되어 상기 파장분할다중화부에서 출력되는 기준광과 펌프광을 전달하는 제3광전달부와;

상기 제3광전달부에 결합되고, 상기 제3광전달부에서 출력되는 기준광을 평행광으로 출력하는 제1광시준부와;

상기 제2광전달부에 결합되고, 상기 제2광전달부에서 출력되는 측정광을 샘플 측을 향해 평행광으로 출력하는 제2광시준부와;

상기 제1광시준부에서 출력되는 기준광을 수광소자부 측으로 반사시키고, 상기 제2광시준부에서 출력되어 상기 샘플을 투과하거나 상기 샘플의 표면에서 반사되는 측정광을 수광소자부 측으로 통과시키는 빔스플리터;를 구비하며,

상기 제3광전달부는 상기 펌프광이 인가될 시 상기 펌프광에 의해 상기 기준광의 광 경로를 변화시키기 위한 어븀 또는 이터븀을 포함하는 희토류 원소가 도핑된 도핑광섬유부가 일부분을 구성하고,

상기 제2광전달부는 상기 제3광전달부와 동일한 도핑광섬유부가 일부분을 구성하는 것을 특징으로 하는 희토류 원소가 도핑된 광섬유를 이용한 위상 천이 간섭계.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 펌프광원에서 출력되는 펌프광의 파장은 980㎚인 것을 특징으로 하는 희토류 원소가 도핑된 광섬유를 이용한 위상 천이 간섭계.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 도핑광섬유부는 도핑된 희토류 원소에 의해 상기 펌프광이 인가되기 이전 상태에서 상기 도핑광섬유부를 통과하는 기준광과, 상기 펌프광이 인가된 상태에서 상기 도핑광섬유부를 통과하는 기준광 상호간 위상 차이를 발생시키도록 형성된 것을 특징으로 하는 희토류 원소가 도핑된 광섬유를 이용한 위상 천이 간섭계.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 펌프광의 세기를 설정된 주기마다 점진적으로 증가시켜 상기 도핑광섬유부를 통과하는 기준광의 위상 변화

를 제어할 수 있게 된 것을 특징으로 하는 희토류 원소가 도핑된 광섬유를 이용한 위상 천이 간섭계.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 수광소자부에 수신되는 간섭신호의 주기 내에서 상기 간섭신호 주기의 1/4 또는 1/6 또는 1/8 주기마다 상기 펌프광의 세기를 단계적으로 증가시켜 상기 기준광의 위상 변화를 제어할 수 있게 된 것을 특징으로 하는 희토류 원소가 도핑된 광섬유를 이용한 위상 천이 간섭계.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 희토류 원소가 도핑된 광섬유를 이용한 위상 천이 간섭계에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 펌프광에 의해 광섬유 내부에서 위상차를 발생시켜 저가로 제작 및 발열 문제가 없고 광학적으로 제어 가능한 희토류 원소가 도핑된 광섬유를 이용한 위상 천이 간섭계에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 현대 생활을 편리하고 풍요롭게 해 주는 제품을 제작하는 데 있어, 형상 및 설계의 정확도의 중요성이 날로 강화되고 있다. 예를 들어 반도체나, LCD, PDP와 같은 디스플레이 전자 부품이나 MEMS(미소전자기계시스템)과 같은 분야 등에 있어서, 미세한 형상적 오류가 장치 전체의 기능 저하에 크게 영향을 끼치게 되는 경우가 많다.

[0003] 이러한 고정밀 산업의 발달과 함께 물체 표면의 3차원 형상을 정밀하게 측정하는 기술에 대한 연구가 활발하게 진행 중이다.

[0004] 일반적으로 물체 표면의 정밀한 3차원 형상을 측정하기 위한 방법으로는, 광의 파동 현상을 이용하여 간섭을 발생시키고, 이러한 간섭 무늬의 위상을 해석하거나, 간섭무늬의 밝기를 해석하는 방법이 주로 사용되어 왔다.

[0005] 이와 같이 간섭 신호를 사용하여 물체 표면을 측정하는 방법 중 대표적인 것은 위상 간섭법(Phase-Shifting Interferometry)과 백색광 주사 간섭법(White-light Scanning Interferometry)이다. 이 두 가지 측정 방법은 서로 다른 측정 원리를 가지지만 다중 파장 또는 단색 파장의 광원을 사용한다는 차이점을 제외하면 동일한 광학 및 측정 시스템에서 구현할 수 있다.

[0006] 간섭 신호란 임의의 기준점에서 동시에 출발한 광이 각기 다른 광 경로(optical path)를 이동한 후 합쳐지는 경우, 두 광이 지난 거리차(optical path difference)에 따라 빛이 밝고 어두운 형태로 나타나는 물리적 현상이 발생하는데, 이를 간섭 신호라 한다. 이 중 한 개의 광을 기준광이라고 하여 고품위로 가공된 기준면(reference plane)에 입사시키고, 다른 광은 측정광이라고 하여 측정하고자 하는 샘플에 조사시킨다.

[0007] 기준면은 완벽한 평면으로 정의할 수 있으므로 백색광 및 위상 간섭계의 카메라를 통하여 획득되는 간섭 신호는 이 기준면에 대한 상대적인 높이차 정보를 포함하고 있게 된다. 이러한 개념에서, 지도에서 같은 높이를 가진 지형을 이어주는 선인 등고선의 활용으로 높이를 구분하듯이 간섭계에서는 간섭 신호를 이용하여 기준 평면에 대한 높이차를 간섭신호로 제공함으로써 3차원 형상을 획득할 수 있게 되는 것이다.

[0008] 국내 공개특허 제10-2013-0049551호에는 상술한 바와 같은 간섭 신호를 측정하기 위한 다파장을 이용한 위상 천이 간섭계가 게재되어 있다.

[0009] 상기의 다파장을 이용한 위상 천이 간섭계는 파장이 서로 다른 다수의 레이저를 발진시키는 레이저 발진부와; 상기 레이저 발진부에서 발진된 레이저 파장의 결맞춤을 짧게 만들기 위한 모드 믹서부와; 상기 모드 믹서부에서 나와서 렌즈와 선 편광기를 거친 상기 레이저를 투과 및 반사시키는 제1 빔 스플리터와; 상기 제1 빔 스플리터에서 반사된 레이저에 의해서 측정 물체를 측정하는 미라우 렌즈부와; 상기 미라우 렌즈부에서 반사된 레이저는 상기 제1 빔 스플리터를 투과하고, 상기 제1 빔 스플리터에서 투과된 레이저가 사분의 일 파장판을 투과하고, 상기 사분의 일 파장판을 투과한 레이저가 다수의 파장으로 분리되는 파장 분리기부와; 상기 파장 분리기부에서 분리된 파장이 사분의 일 파장판을 투과하여 간섭무늬를 나타내는 다수의 픽셀레이티드 CCD 카메라

부와; 상기 픽셀레이티드 CCD카메라부에서의 간섭무늬를 이용하여 정밀형상을 분석하는 PC부를 포함하여 구성되며, 파장이 서로 다른 레이저는 광섬유 커플러에서 하나로 모아진 후 멀티모드 광섬유로 입사되고, 상기 멀티모드 광섬유에 입사된 레이저는 압전소자를 이용하여 레이저 파장의 결맞춤이 짧아지도록 하는 것을 특징으로 한다.

[0010] 그러나, 상기의 다파장을 이용한 위상 천이 간섭계는 기준광의 위상을 변화시키는 압전소자를 작동시키기 위해 고전압을 발생시키는 전자장치를 구비해야하므로 고비용이 소요되고, 압전소자 자체의 히스테리시스(hysteresis) 즉, 이력현상으로 인해 위치 정확도가 떨어져 이를 보상하기 위한 피드백 소자를 추가로 구비해야 하는 문제가 있으며, 장시간 작동시 발생하는 열에 의해 위치 정확도가 현저하게 떨어지는 문제가 있다.

[0011] 또한, 압전소자 주변에서 압전소자에 작용하는 진동이나 외력에 민감하게 반응하는 문제가 있다.

[0012] 이를 해결하기 위해 광섬유를 압전소자에 감아 압전소자의 부피 팽창으로 인해 광섬유의 길이를 늘어나게 함으로써 광경로를 제어하는 방식이 제안된 바 있으나, 이 방식은 반복적인 사용으로 인한 광섬유의 기계적인 물성 변화 즉, 강도가 약화되어 광섬유가 손상될 수 있고 이로 인해 광손실 및 광경로가 변화되어 에러가 발생할 수 있는 문제가 있다.

[0013] 또한, 광섬유를 길이방향으로 신장시키는 경우 편광 특성이 두드러지게됨으로써 간섭계의 편광 의존성이 증가하는 문제가 발생할 수 있고, 고속 작동에 있으서 광섬유의 기계적인 특징이 제한 요소가 될 수 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0014] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허 10-2013-0049551

(특허문헌 0002) 대한민국 공개특허 10-2008-0113524

(특허문헌 0003) 대한민국 공개특허 10-2010-0073703

(특허문헌 0004) 대한민국 공개특허 10-2012-0043519

발명의 내용

해결하려는 과제

[0015] 본 발명은 상기와 같은 종래의 문제를 해결하기 위한 것으로서, 종래의 압전소자에 의한 기계적 진동을 이용하여 위상을 변화시키는 방식 또는 광섬유 자체를 물리적으로 신장시켜 위상을 변화시키는 방식에서 탈피하여 광섬유 자체에서 위상을 변화시키도록 함으로써 제작단가를 낮출 수 있고, 광섬유 간섭계에 적용 및 벌크 광학계와도 혼용 가능하며, 외부 진동 및 외력에 의한 신호 왜곡 및 에러 발생율을 현저하게 줄일 수 있는 희토류 원소가 도핑된 광섬유를 이용한 위상 천이 간섭계를 제공하는데 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0016] 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 희토류 원소가 도핑된 광섬유를 이용한 위상 천이 간섭계는 소스광을 출력하는 소스광원과; 상기 소스광원에서 출력되는 소스광을 기준광과 측정광으로 각각 분배시키는 광커플러와; 상기 광커플러에 결합되어 상기 광커플러에서 분배된 기준광과 측정광을 각각 전달하는 제1광전달부 및 제2광전달부와; 펌프광을 출력하는 펌프광원과; 상기 펌프광원에서 출력되는 펌프광과 상기 제1광전달부를 통해 전달되는 기준광이 각각 입력되고, 입력된 펌프광과 기준광을 출력하는 파장분할다중화부와; 상기 파장분할다중화부에 결합되어 상기 파장분할다중화부에서 출력되는 기준광과 펌프광을 전달하는 제3광전달부와; 상기 제3광전달부에 결합되고, 상기 제3광전달부에서 출력되는 기준광을 평행광으로 출력하는 제1광시준부와; 상기 제2광전달부에 결합되고, 상기 제2광전달부에서 출력되는 측정광을 샘플 측을 향해 평행광으로 출력하는 제2광시준부와; 상기 제1광시준부에서 출력되는 기준광을 수광소자부 측으로 반사시키고, 상기 제2광시준부에서 출력되어 상기 샘플을 투과하거나 상기 샘플의 표면에서 반사되는 측정광을 수광소자부 측으로 통과시키는 빔스플리터;를 구비하며, 상기 제3광전달부는 상기 펌프광이 인가될 시 상기 펌프광에 의해 상기 기준광의 광 경로를 변화시키기 위한 어븀 또는 이터븀을 포함하는 희토류 원소가 도핑된 도핑광섬유부가 일부분을 구성하고, 상기 제

2광전달부는 상기 제3광전달부와 동일한 도핑광섬유부가 일부분을 구성하는 것을 특징으로 한다.

[0017] 상기 펌프광원에서 출력되는 펌프광의 파장은 980nm인 것을 특징으로 한다.

[0018] 상기 도핑광섬유부는 도핑된 희토류 원소에 의해 상기 펌프광이 인가되기 이전 상태에서 상기 도핑광섬유부를 통과하는 기준광과, 상기 펌프광이 인가된 상태에서 상기 도핑광섬유부를 통과하는 기준광 상호간 위상 차이를 발생시키도록 형성된 것을 특징으로 한다.

[0019] 상기 펌프광의 세기를 설정된 주기마다 점진적으로 증가시켜 상기 도핑광섬유부를 통과하는 기준광의 위상 변화를 제어할 수 있게 된 것을 특징으로 한다.

[0020] 상기 수광소자부에 수신되는 간섭신호의 주기 내에서 상기 간섭신호 주기의 1/4 또는 1/6 또는 1/8 주기마다 상기 펌프광의 세기를 단계적으로 증가시켜 상기 기준광의 위상 변화를 제어할 수 있게 된 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0021] 본 발명에 따른 희토류 원소가 도핑된 광섬유를 이용한 위상 천이 간섭계는 광섬유 내부에서 광경로차를 발생시켜 광섬유 간섭계에 적용 가능하고 동시에 벌크 광학계와도 혼용하여 사용이 가능한 장점이 있다.

[0022] 또한, 본 발명에 따른 희토류 원소가 도핑된 광섬유를 이용한 위상 천이 간섭계는 광섬유를 구성하는 코어의 굴절률 변화를 이용하므로 단일 파장뿐만 아니라 다파장을 이용하는 간섭계에서도 분산효과가 적은 장점이 있다.

[0023] 또한, 본 발명에 따른 희토류 원소가 도핑된 광섬유를 이용한 위상 천이 간섭계는 펌프광을 이용하므로 피드백 소자들의 사용이 불필요하고 저가로 제작 가능하며 저출력 펌프광에서도 동작이 가능하므로 발열 문제가 없는 장점이 있다.

[0024] 또한, 본 발명에 따른 희토류 원소가 도핑된 광섬유를 이용한 위상 천이 간섭계는 기계적인 동작이 없어 편광문제나 기계적 강도의 문제가 적고, 광섬유 내부에서 동작하기 때문에 외부 진동 및 외력에 의한 왜란이 적은 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

[0025] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 희토류 원소가 도핑된 광섬유를 이용한 위상 천이 간섭계를 나타낸 개략도.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 희토류 원소가 도핑된 광섬유를 이용한 위상 천이 간섭계를 이용하여 획득한 샘플의 3차원 표면 이미지.

도 3은 본 발명의 일 실시예 따른 희토류 원소가 도핑된 광섬유를 이용한 위상 천이 간섭계를 이용하여 획득한 샘플의 3차원 표면 이미지.

도 4는 본 발명의 일 실시예 따른 본 발명에 따른 희토류 원소가 도핑된 광섬유를 이용한 위상 천이 간섭계를 이용하여 획득한 샘플의 3차원 표면 이미지.

도 5는 본 발명의 다른 실시예에 따른 희토류 원소가 도핑된 광섬유를 이용한 위상 천이 간섭계를 나타낸 개략도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0026] 이하, 첨부된 도면을 참조하면서 본 발명의 바람직한 실시 예에 따른 희토류 원소가 도핑된 광섬유를 이용한 위상 천이 간섭계에 대하여 상세하게 설명한다.

[0027] 도 1에는 본 발명의 일 실시예에 따른 희토류 원소가 도핑된 광섬유를 이용한 위상 천이 간섭계가 도시되어 있다. 도 1을 참조하면, 본 발명에 따른 희토류 원소가 도핑된 광섬유를 이용한 위상 천이 간섭계는 소스광원(10)과, 광커플러(20)와, 제1광전달부(30)와, 제2광전달부(40)와, 펌프광원(50)과, 파장분할다중화부(60)와, 제3광전달부(70)와, 제1광시준부(80)와, 제2광시준부(90)와, 빔스플리터(100)와, 수광소자부(110)를 구비한다.

[0028] 소스광원(10)은 단파장대의 소스광을 출력하는 것으로서, 소스광을 전달하기 위한 소스광전달부를 통해 광커플러(20)와 연결되며, 소스광원(10)에서 출력되는 소스광은 소스광전달부를 통해 광커플러(20)에 입력된다.

[0029] 광커플러(20)는 소스광원(10)에서 출력되는 소스광을 기준광과 측정광으로 각각 분배시키는 것으로서, 소스광전달부를 통해 소스광이 입력되는 1개의 입력단과, 소스광에서 분배된 기준광과 측정광이 각각 출력되는 2개의 출

력단을 가진다. 광커플러(20)의 각 출력단에는 후술하는 제1광전달부(30)와 제2광전달부(40)의 일 측이 각각 연결 및 결합된다.

[0030] 제1광전달부(30)는 광커플러(20)의 일 측 출력단에 결합되어 광커플러(20)에서 분배된 기준광을 일 측으로 전달하고, 제2광전달부(40)는 광커플러(20)의 타 측 출력단에 결합되어 광커플러(20)에서 분배된 측정광을 일 측으로 전달한다.

[0031] 제2광전달부(40)는 광신호를 전송하기 위한 일반 광섬유(41)와, 도핑광섬유(45)를 포함하여 구성되며, 도핑광섬유(45)는 일반 광섬유(41)의 중간 부분에 개재되어 제2광전달부(40)의 일부를 구성한다. 도핑광섬유(45)는 후술하는 제3광전달부(70)에 대한 설명에서 더욱 상세하게 설명한다. 제2광전달부(40)는 도핑광섬유(45)가 생략될 수도 있다.

[0032] 펌프광원(50)은 펌프광을 출력하는 것으로서, 펌프광을 전달하기 위한 펌프광전달부를 통해 후술하는 파장분할다중화부(60)와 연결되며, 펌프광원(50)에서 출력되는 펌프광은 펌프광전달부를 통해 파장분할다중화부(60)의 일 측 입력단에 입력된다.

[0033] 펌프광원(50)에서 출력되는 펌프광은 중심 파장이 980nm인 레이저를 적용하는 것이 바람직하다.

[0034] 파장분할다중화부(60)의 일 측에는 펌프광전달부의 단부에 연결되어 펌광전달부를 통해 전달되는 펌프광과 제1광전달부(30)의 단부에 연결되어 제1광전달부(30)를 통해 전달되는 기준광이 각각 입력되는 2개의 입력단이 구비되어 있다.

[0035] 그리고, 파장분할다중화부(60)의 타 측에는 2개의 입력단을 통해 입력되는 펌프광과 기준광을 함께 출력하는 1개의 출력단이 구비된다.

[0036] 파장분할다중화부(60)의 출력단에는 제3광전달부(70)의 일 측이 연결 및 결합된다.

[0037] 제3광전달부(70)는 파장분할다중화부(60)의 출력단에 일 측이 결합되고, 파장분할다중화부(60)에서 출력되는 기준광과 펌프광을 제1광시준부(80)로 전달한다.

[0038] 제3광전달부(70)는 제2광전달부(40)와 같이 광신호를 전송하기 위한 일반 광섬유(71)와, 도핑광섬유(75)를 포함하여 구성되며, 도핑광섬유(75)는 일반 광섬유(71)의 중간 부분에 개재되어 제3광전달부(70)의 일부를 구성한다.

[0039] 제3광전달부(70)의 도핑광섬유(75)는 및 제2광전달부의 도핑광섬유(45) 모두 어븀 또는 이터븀을 포함하는 희토류 원소가 코어에만 도핑되거나 코어와 클래딩 모두에 도핑된 구조를 가진다.

[0040] 제3광전달부(70)의 도핑광섬유(75)는 코어에 도핑된 희토류 원소는 펌프광원(50)에서 출력되는 펌프광이 입사되면, 전자의 에너지 준위가 상승한 들뜬 상태(여기 상태)가 된 후 일정 시간이 경과하면 다시 에너지 준위가 낮아지면서 여기광을 방출하며, 이 여기광이 코어를 통과하는 기준광에 영향을 미치게 되면서 기준광의 광경로를 변경시킨다.

[0041] 제3광전달부(70)의 도핑광섬유(75)는 도핑된 희토류 원소에 의해 파장분할다중화부(60)에서 출력되는 기준광이 내부를 도파하는 과정에서 펌프광이 함께 인가되면 펌프광에 의해 기준광의 광경로를 변화 즉, 기준광의 위상을 천이시키는 것이며, 이는 실질적으로 제2광전달부(40)의 도핑광섬유(45)를 통과하는 샘플광의 위상과 제3광전달부(70)의 도핑광섬유(75)를 통과하는 기준광의 위상이 차이를 갖도록 하는 것이다.

[0042] 제1광시준부(80)는 제3광전달부(70)의 단부에 결합되고, 제3광전달부(70)에서 출력되는 기준광을 빔스플리터(100)를 향해 평행광으로 출력한다.

[0043] 제2광시준부(90)는 제2광전달부(40)의 단부에 결합되고, 샘플(S) 하부에 배치된다. 제2광시준부(90)는 제2광전달부(40)에서 출력되는 측정광을 샘플(S) 하부를 향해 평행광으로 출력한다.

[0044] 본 실시 예에서 적용되는 샘플(S)은 소스광원에서 방출되는 광이 통과할 수 있게 광투과성이 높거나 투명한 것을 적용하였다.

[0045] 빔스플리터(100)는 제1광시준부(80)에서 출력되는 기준광을 수광소자부(110) 측으로 반사시키면서 제2광시준부(90)에서 출력되어 측정대상 샘플(S)을 투과하거나 측정대상 샘플(S)의 표면에서 반사되는 측정광을 수광소자부(110) 측으로 통과시킨다.

[0046] 그리고, 빔스플리터(100)와 샘플(S) 사이에는 샘플(S)을 관통 또는 샘플(S) 표면에서 반사되는 측정광을 빔스플

리터로 전달하는 대물렌즈(120)가 더 구비된다.

[0047] 상술한 바와 같은 본 발명에 따른 희토류 원소가 도핑된 광섬유를 이용한 위상 천이 간섭계는 샘플(S) 측으로 측정광을 전달하는 제2광전달부(40)와, 기준단 측으로 기준광을 전달하는 제3광전달부(70)가 각각 동일한 특성을 갖는 도핑광섬유(45)(75)를 구비하나, 제3광전달부(70) 측의 도핑광섬유(75)에만 펌프광을 입사 및 인가함으로써 제2광전달부(40)를 통해 전달되는 측정광과 제3전달부를 통해 전달되는 기준광 상호간 위상 차이를 발생시킴으로써 수광소자부(110)를 통해 간섭신호를 얻을 수 있다.

[0048] 또한, 본 발명은 펌프광의 세기를 설정된 주기마다 점진적으로 증가시켜 도핑광섬유부를 통과하는 기준광의 위상 변화를 제어할 수 있다. 이 경우, 수광소자부(110)에 수신되는 간섭신호의 주기 내에서 간섭신호 주기를 1/N(일 예로, 1/4 또는 1/6 또는 1/8)로 등분하고, 1/N을 기준 주기로 하여 펌프광의 세기를 단계적으로 증가시켜 기준광의 위상 변화를 제어할 수 있다.

[0049] 일 예로, 도 2에는 OLED thin film을 본 발명에 따른 희토류 원소가 도핑된 광섬유를 이용한 위상 천이 간섭계를 이용하여 수광소자부에 수신되는 간섭신호의 주기 내에서 간섭신호 주기의 1/4주기마다 펌프광을 단계적으로 증가시켜 출력한 뒤 수광소자에 수신되는 간섭신호를 3차원 이미지로 변환한 사진이 나타나 있다.

[0050] 그리고, 도 3에는 도 2와 동일한 OLED thin film을 본 발명에 따른 희토류 원소가 도핑된 광섬유를 이용한 위상 천이 간섭계를 이용하여 수광소자부에 수신되는 간섭신호의 주기 내에서 간섭신호 주기의 1/6주기마다 펌프광을 단계적으로 증가시켜 출력한 뒤 수광소자에 수신되는 간섭신호를 3차원 이미지로 변환한 사진이 나타나 있다.

[0051] 그리고, 도 4에는 도 2 및 도 3과 동일한 OLED thin film을 본 발명에 따른 희토류 원소가 도핑된 광섬유를 이용한 위상 천이 간섭계를 이용하여 수광소자부에 수신되는 간섭신호의 주기 내에서 간섭신호 주기의 1/8주기마다 펌프광을 단계적으로 증가시켜 출력한 뒤 수광소자에 수신되는 간섭신호를 3차원 이미지로 변환한 사진이 나타나 있다.

[0052] 도 2 내지 도 4에 나타난 바와 같이 간섭신호의 1/4주기마다 펌프광을 증가시켜 출력하는 경우보다 6/1주기마다 펌프광을 출력하는 경우가 노이즈가 감소하고 더욱 선명한 OLED thin film의 3차원 이미지를 나타내는 것을 확인할 수 있고, 1/6주기마다 펌프광을 출력하는 경우보다 1/8주기마다 펌프광을 출력하는 경우가 노이즈가 감소하고 더욱 선명한 OLED thin film의 3차원 이미지를 나타내는 것을 확인할 수 있다. 즉, 펌프광을 짧은 간격으로 단계적으로 증가시켜 출력하는 경우 더욱 선명한 이미지를 얻을 수 있다.

[0053] 이와 같이 간섭신호 주기를 1/N로 분할하고, 1/N 주기마다 펌프광의 세기를 증가시킴으로써 간섭신호 내의 노이즈를 현저하게 줄일 수 있고, 노이즈가 감소함으로써 결과적으로 샘플의 영상 화질을 향상시킬 수 있다.

[0054] 한편, 도 5에는 본 발명의 다른 실시예에 따른 희토류 원소가 도핑된 광섬유를 이용한 위상 천이 간섭계가 도시되어 있다.

[0055] 도 5를 참조하면, 본 실시예에 따른 희토류 원소가 도핑된 광섬유를 이용한 위상 천이 간섭계는 도 1에 도시된 광투과율이 높은 투과성 샘플(S)과 다르게 광투과율이 낮거나 없는 비투과성 샘플(S)을 측정하기 위한 것으로서, 소스광원(10)과, 광커플러(20)와, 제1광전달부(30)와, 제2광전달부(40)와, 펌프광원(50)과, 파장분할 다중화부(60)와, 제3광전달부(70)와, 제1광시준부(80)와, 제2광시준부(91)와, 빔스플리터(100)와, 수광소자부(110)를 구비한다.

[0056] 본 실시예에 따른 희토류 원소가 도핑된 광섬유를 이용한 위상 천이 간섭계는 제2광시준부(91)를 제외한 나머지 구성요소는 도 1을 참고하여 설명한 본 발명의 일 실시 예에 따른 희토류 원소가 도핑된 광섬유를 이용한 위상 천이 간섭계와 동일한 구성을 적용하였다.

[0057] 본 실시예에 따른 희토류 원소가 도핑된 광섬유를 이용한 위상 천이 간섭계의 제2광시준부(91)는 제2광전달부(40)의 단부에 결합되고, 제2광전달부(40)에서 출력되는 측정광을 제1광시준부와 대향되는 빔스플리터(100)의 일 면을 향해 평행광으로 출력한다.

[0058] 이때, 빔스플리터(100)는 그 내부에서 제1광시준부(80)에서 출력되는 기준광을 받아 수광소자부(110) 측으로 반사시키고, 제2광시준부(91)에서 출력되는 측정광을 측정대상 샘플(S)의 표면 측으로 반사시키며 측정대상 샘플(S)의 표면에서 반사되어 빔스플리터(100) 내부로 다시 되돌아 오는 측정광을 수광소자부(110) 측으로 통과시킨다.

[0059] 이상에서 설명한 본 발명에 따른 희토류 원소가 도핑된 광섬유를 이용한 위상 천이 간섭계는 첨부된 도면을 참

조로 설명하였으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시 예가 가능하다는 점을 이해할 것이다.

[0060] 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호의 범위는 첨부된 청구범위의 기술적 사상에 의해서만 정해져야 할 것이다.

부호의 설명

[0061] 10 : 소스광원

20 : 광커플러

30 : 제1광전달부

40 : 제2광전달부

45 : 도핑광섬유부

50 : 펌프광원

60 : 파장분할다중화부

70 : 제3광전달부

75 : 도핑광섬유

80 : 제1광시준부

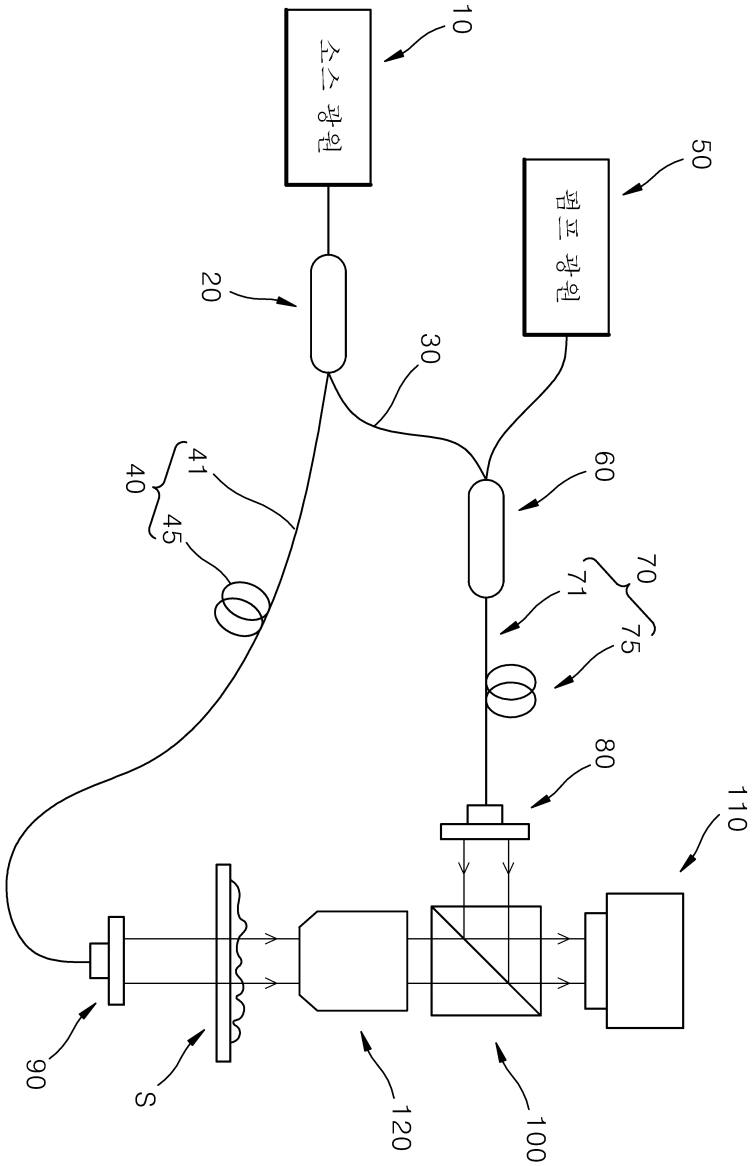
90, 91 : 제2광시준부

100 : 빔스플리터

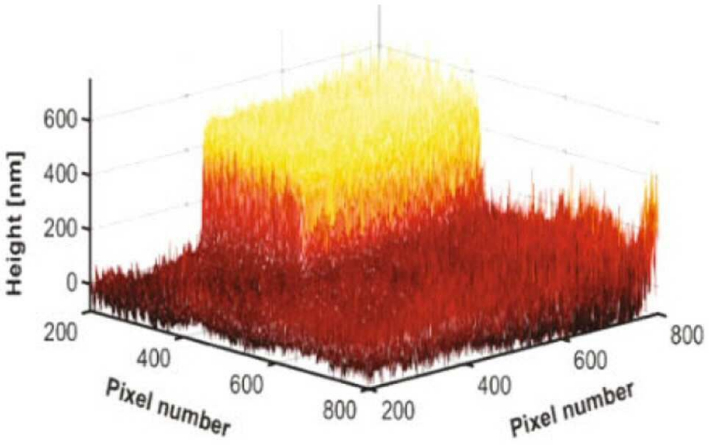
110 : 수광소자부

도면

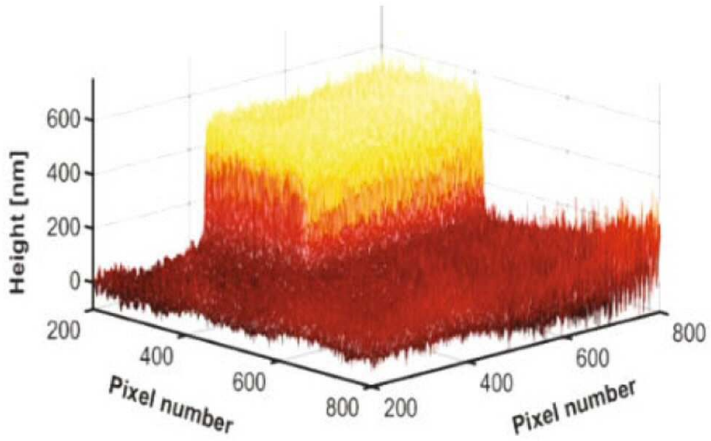
도면1


소스 광원
펌프 광원
10
20
30
40
41
45
50
60
70
71
75
80
90
S
100
110
120

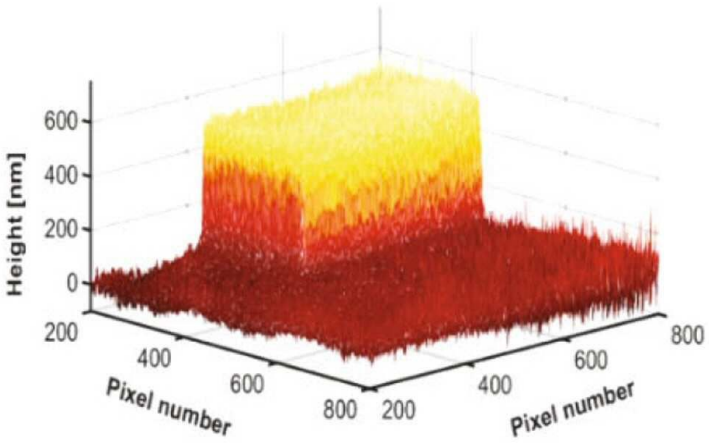
도면2


Height [nm]
600
400
200
0
200
400
600
800
Pixel number
200
400
600
800
Pixel number

도면3


Height [nm]
600
400
200
0
200
400
600
800
Pixel number
200
400
600
800
Pixel number

도면4


Height [nm]
600
400
200
0
200
400
600
800
Pixel number
200
400
600
800
Pixel number

도면5

