



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0114998
(43) 공개일자 2020년10월07일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01B 9/02 (2006.01) G01N 21/45 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G01B 9/02091 (2013.01)
G01B 9/02004 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0121654(분할)
(22) 출원일자 2019년10월01일
심사청구일자 2019년10월01일
(62) 원출원 특허 10-2019-0034336
원출원일자 2019년03월26일
심사청구일자 2019년03월26일

(71) 출원인
연세대학교 산학협력단
서울특별시 서대문구 연세로 50 (신촌동, 연세대학교)
(72) 발명자
주철민
경기도 고양시 일산서구 강선로 96 강선마을5단지
아파트 508동 602호
김수철
서울특별시 서대문구 연희로 60 연희소프트빌 71
4호
(74) 대리인
특허법인 플러스

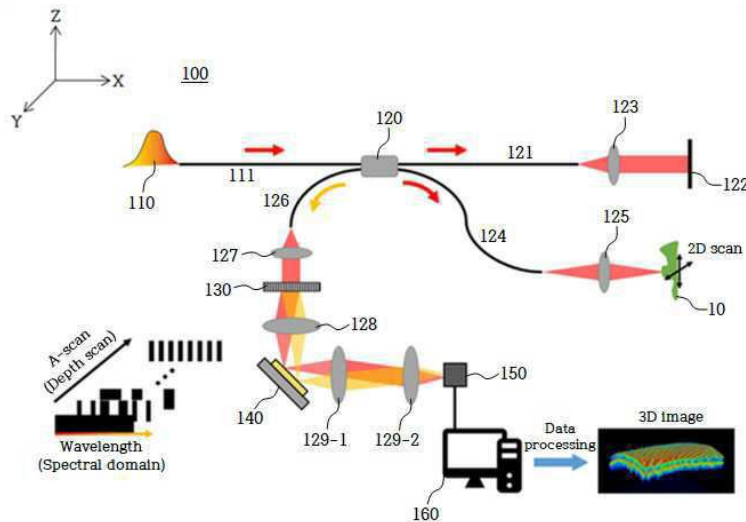
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 패턴 부호화를 이용한 광 간섭 단층 촬영 장치

(57) 요약

본 발명에 따른 패턴 부호화를 이용한 광 간섭 단층 촬영 장치는 광 변조부에서 간섭광을 간섭광의 파장에 따라 패턴 부호화시킨 뒤, 그 패턴 부호화된 간섭광을 단층 영상 생성부에서 복호화하도록 구성되어 있다. 이에 따라, 비교적 저가인 단일 픽셀 검출기로도 샘플의 단층 영상을 충분히 생성해낼 수 있을 뿐만 아니라, 광원부에서 중적외선이나 원적외선 영역의 광을 발생시키더라도 샘플의 단층 영상 생성이 가능하기 때문에, 샘플의 단층 영상을 생성해내는데 있어서 광원의 제약을 없앨 수 있게 된다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

G01B 9/02041 (2013.01)

G01N 21/45 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	019012203
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	선도연구센터지원사업
연구과제명	[선도연구센터/ERC]초정밀 광 기계기술 연구센터(1/3,2단계)
기 여 율	1/3
과제수행기관명	연세대학교
연구기간	2019.03.01 ~ 2020.02.29

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1415163616
부처명	산업통상자원부
과제관리(전문)기관명	한국산업기술평가관리원
연구사업명	산업기술혁신사업
연구과제명	[RCMS]광학기반 무채혈 당대사이상 모니터링을 위한 웨어러블 장비개발(2/3)
기 여 율	1/3
과제수행기관명	주식회사필로시스
연구기간	2019.04.01 ~ 2020.01.31

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1711099138
부처명	과학기술정보통신부
과제관리(전문)기관명	한국연구재단
연구사업명	교육인력양성사업
연구과제명	[BP/Abraham Josephus (Barry) Cense] 광수용세포의 구조-기능 영상화 실현과 이를
기반한 망막 질환 조기 진단(1/3)	
기 여 율	1/3
과제수행기관명	연세대학교
연구기간	2019.09.01 ~ 2019.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

광을 발생시키는 광원부;

상기 광원부에서 발생된 광을 분기하여 기준광 및 샘플광을 출력하고, 상기 샘플광을 샘플에 입사시켜 상기 샘플에서 측정광을 발생시키는 광 분기부;

상기 측정광이 상기 기준광과 간섭을 일으켜 발생하는 간섭광을 상기 간섭광의 파장에 따라 분산시키는 광 분산부;

상기 간섭광을 상기 간섭광의 파장별로 1차원 패턴으로 부호화하는 광 변조부;

상기 1차원 패턴으로 부호화된 간섭광을 검출하는 광 검출부; 및

상기 광 검출부에 의해 검출된 상기 1차원 패턴으로 부호화된 간섭광을 복호화하여 상기 샘플의 단층 영상을 생성하는 단층 영상 생성부;를 포함하는 패턴 부호화를 이용한 광 간섭 단층 촬영 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 광원부는 파장 홀음 광원, 광대역 광원 및 펄스 광원 중 어느 하나를 포함하는 패턴 부호화를 이용한 광 간섭 단층 촬영 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 광 분산부는 회절격자 또는 프리즘인 것을 특징으로 하는 패턴 부호화를 이용한 광 간섭 단층 촬영 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 광 검출부는 단일 픽셀 검출기인 것을 특징으로 하는 패턴 부호화를 이용한 광 간섭 단층 촬영 장치.

청구항 5

광을 발생시키는 광원부;

상기 광원부에서 발생된 광을 기준광 및 샘플광으로 분리하는 광 분리부;

상기 샘플광을 상기 샘플광의 입사 시간에 따라 2차원 패턴으로 부호화하고, 상기 2차원 패턴으로 부호화된 샘플광을 샘플에 입사시켜 상기 샘플에서 측정광을 발생시키는 광 변조부;

상기 측정광이 상기 기준광과 간섭을 일으켜 발생하는 간섭광을 검출하는 광 검출부; 및

상기 광 검출부에 의해 검출된 상기 간섭광을 복호화하여 상기 샘플의 단층 영상을 생성하는 단층 영상 생성부;를 포함하는 패턴 부호화를 이용한 광 간섭 단층 촬영 장치.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 광원부는 파장 홀음 광원 또는 광대역 광원을 포함하는 패턴 부호화를 이용한 광 간섭 단층 촬영 장치.

청구항 7

제5항에 있어서,

상기 광 검출부는 단일 픽셀 검출기인 것을 특징으로 하는 패턴 부호화를 이용한 광 간섭 단층 촬영 장치.

청구항 8

광을 발생시키는 광원부;

상기 광원부에서 발생된 광을 기준광 및 샘플광으로 분리하고, 상기 샘플광을 샘플에 입사시켜 상기 샘플에서 측정광을 발생시키는 광 분리부;

상기 측정광이 상기 기준광과 간섭을 일으켜 발생하는 간섭광을 상기 간섭광의 파장에 따라 분산시키는 광 분산부;

상기 간섭광을 상기 간섭광의 파장별로 2차원 패턴으로 부호화하는 광 변조부;

상기 2차원 패턴으로 부호화된 간섭광을 검출하는 광 검출부; 및

상기 광 검출부에 의해 검출된 상기 2차원 패턴으로 부호화된 간섭광을 복호화하여 상기 샘플의 단층 영상을 생성하는 단층 영상 생성부;를 포함하는 패턴 부호화를 이용한 광 간섭 단층 촬영 장치.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 광 분리부에서 분리된 기준광은 기준미러에 의해 반사되며,

상기 광 분리부와 상기 기준미러 사이, 상기 광 분리부와 상기 샘플 사이, 상기 광 분리부와 상기 광 분산부 사이에는 각각 실린더형 렌즈가 배치되어 있는 것을 특징으로 하는 패턴 부호화를 이용한 광 간섭 단층 촬영 장치.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 광원부는 파장 홀음 광원 또는 광대역 광원을 포함하는 패턴 부호화를 이용한 광 간섭 단층 촬영 장치.

청구항 11

제8항에 있어서,

상기 광 분산부는 회절격자 또는 프리즘인 것을 특징으로 하는 패턴 부호화를 이용한 광 간섭 단층 촬영 장치.

청구항 12

제8항에 있어서,

상기 광 검출부는 단일 픽셀 검출기인 것을 특징으로 하는 패턴 부호화를 이용한 광 간섭 단층 촬영 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 패턴 부호화를 이용하여 샘플의 단층 영상을 생성할 수 있도록 한 광 간섭 단층 촬영 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 광 간섭 단층 촬영(Optical Coherence Tomography; OCT)은 광에 대해 반사적인 성질을 갖는 샘플의 구조적 검사를 위한 간섭 분석 기술로서, 광 간섭에 기초하여 샘플의 광학적 깊이 프로파일(즉, A-스캔)을 측정하는데 사용된다. 샘플은 광 굴절률이 변하는 내부 계면 등을 포함하기 때문에, 이에 입사되는 샘플광을 후방 산란을 시키고, 샘플광이 후방 산란됨에 따라 발생하는 측정광이 기준광과 광학적인 간섭을 일으켜 샘플의 단층에 대한 정보를 제공한다.

[0003] 종래 광 간섭 단층 촬영 기술 중 하나인 스펙트럼 영역 광 간섭 단층 촬영(Spectral Domain-Optical Coherence Tomography; SD-OCT)은, 광대역 레이저를 이용하여 영상 신호를 측정하기 위해서 라인 스캔 카메라를 기반으로 하는 분광기를 필요로 하였다. 하지만 광 간섭 단층 촬영 기술에 중적외선 또는 원적외선 영역의 광을 발생시키는 광원을 사용할 경우에는, 이러한 중적외선 또는 원적외선 영역의 광을 검출할 수 있는 라인 스캔 카메라가 없기 때문에 샘플의 단층 영상을 생성하는데 어려움이 있었다.

[0004] 한편, 광 간섭 단층 촬영에 있어서 간섭광을 검출하기 위해 어레이 픽셀 검출기(array pixel detector)를 사용하는 것을 고려해볼 수 있다. 어레이 픽셀 검출기는 각 픽셀마다 광의 파장을 식별할 수 있도록 구성되어 있기는 하지만, 중적외선이나 원적외선 영역의 광을 검출할 수 있는 기능을 구비한 어레이 픽셀 검출기는 매우 고가이며 아직 상용화가 제대로 이루어지지 않았다. 이 때문에, 중적외선이나 원적외선 영역의 광을 발생시키는 광원을 광 간섭 단층 촬영에 이용하기에는 아직까지 한계가 있다.

[0005] 중적외선 또는 원적외선 영역의 광을 발생시키는 광원을 광 간섭 단층 촬영에 사용할 경우에는 후방산란이 매우 심한 샘플의 단층 영상도 생성해낼 수 있다. 따라서, 광원의 제약 없이 샘플의 단층 영상을 생성해낼 수 있는 광 간섭 단층 촬영 장치가 마련될 필요가 있다.

선행기술문헌

특허문헌

[0006] (특허문헌 0001) 공개특허공보 제2018-0015890호(공개일: 2018.02.14.)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위해 안출된 것으로서, 비교적 저가인 단일 픽셀 검출기로도 샘플의 단층 영상을 생성해낼 수 있는 광 간섭 단층 촬영 장치를 제공하는 것에 그 목적이 있다.

[0008] 또한, 본 발명은 광원의 제약 없이(즉, 중적외선이나 원적외선 영역의 광을 발생시키는 광원을 광 간섭 단층 촬영에 사용하더라도) 샘플의 단층 영상을 생성해낼 수 있는 광 간섭 단층 촬영 장치를 제공하는 것에 그 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0009] 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 제1 실시예에 따른 패턴 부호화를 이용한 광 간섭 단층 촬영 장치는, 광을 발생시키는 광원부; 상기 광원부에서 발생된 광을 분기하여 기준광 및 샘플광을 출력하고, 상기 샘플광을 샘플에 입사시켜 상기 샘플에서 측정광을 발생시키는 광 분기부; 상기 측정광이 상기 기준광과 간섭을 일으켜 발생하는 간섭광을 상기 간섭광의 파장에 따라 분산시키는 광 분산부; 상기 간섭광을 상기 간섭광의 파

장별로 1차원 패턴으로 부호화하는 광 변조부; 상기 1차원 패턴으로 부호화된 간섭광을 검출하는 광 검출부; 및 상기 광 검출부에 의해 검출된 상기 1차원 패턴으로 부호화된 간섭광을 복호화하여 상기 샘플의 단층 영상을 생성하는 단층 영상 생성부;를 포함한다.

[0010] 여기서, 상기 광원부는 파장 홀음 광원, 광대역 광원 및 펄스 광원 중 어느 하나를 포함할 수 있다.

[0011] 또한, 상기 광 분산부는 회절격자 또는 프리즘일 수 있다.

[0012] 또한, 상기 광 검출부는 단일 픽셀 검출기(single pixel detector)일 수 있다.

[0013] 한편, 본 발명의 제2 실시예에 따른 패턴 부호화를 이용한 광 간섭 단층 촬영 장치는, 광을 발생시키는 광원부; 상기 광원부에서 발생된 광을 기준광 및 샘플광으로 분리하는 광 분리부; 상기 샘플광을 상기 샘플광의 입사 시간에 따라 2차원 패턴으로 부호화하고, 상기 2차원 패턴으로 부호화된 샘플광을 샘플에 입사시켜 상기 샘플에서 측정광을 발생시키는 광 변조부; 상기 측정광이 상기 기준광과 간섭을 일으켜 발생하는 간섭광을 검출하는 광 검출부; 및 상기 광 검출부에 의해 검출된 상기 간섭광을 복호화하여 상기 샘플의 단층 영상을 생성하는 단층 영상 생성부;를 포함한다.

[0014] 여기서, 상기 광원부는 파장 홀음 광원 또는 광대역 광원을 포함할 수 있다.

[0015] 또한, 상기 광 검출부는 단일 픽셀 검출기일 수 있다.

[0016] 한편, 본 발명의 제3 실시예에 따른 패턴 부호화를 이용한 광 간섭 단층 촬영 장치는, 광을 발생시키는 광원부; 상기 광원부에서 발생된 광을 기준광 및 샘플광으로 분리하고, 상기 샘플광을 샘플에 입사시켜 상기 샘플에서 측정광을 발생시키는 광 분리부; 상기 측정광이 상기 기준광과 간섭을 일으켜 발생하는 간섭광을 상기 간섭광의 파장에 따라 분산시키는 광 분산부; 상기 간섭광을 상기 간섭광의 파장별로 2차원 패턴으로 부호화하는 광 변조부; 상기 2차원 패턴으로 부호화된 간섭광을 검출하는 광 검출부; 및 상기 광 검출부에 의해 검출된 상기 2차원 패턴으로 부호화된 간섭광을 복호화하여 상기 샘플의 단층 영상을 생성하는 단층 영상 생성부;를 포함한다.

[0017] 여기서, 상기 광 분리부에서 분리된 기준광은 기준미러에 의해 반사되며, 상기 광 분리부와 상기 기준미러 사이, 상기 광 분리부와 상기 샘플 사이, 상기 광 분리부와 상기 광 분산부 사이에는 각각 실린더형 렌즈가 배치될 수 있다.

[0018] 또한, 상기 광원부는 파장 홀음 광원 또는 광대역 광원을 포함할 수 있다.

[0019] 또한, 상기 광 분산부는 회절격자 또는 프리즘일 수 있다.

[0020] 또한, 상기 광 검출부는 단일 픽셀 검출기일 수 있다.

[0021] 한편, 본 발명의 제4 실시예에 따른 패턴 부호화를 이용한 광 간섭 단층 촬영 장치는, 시간에 따라 광 세기가 변하는 광인 패턴 부호화 광을 발생시키는 광원부; 상기 광원부에서 발생된 광을 관측광 및 비관측광으로 분리하는 광 분리부; 상기 광 분리부에 의해 분리된 관측광을 검출하는 제1 광 검출부; 상기 비관측광을 분기하여 기준광 및 샘플광을 출력하고, 상기 샘플광을 샘플에 입사시켜 상기 샘플에서 측정광을 발생시키는 광 분기부; 상기 측정광이 상기 기준광과 간섭을 일으켜 발생하는 간섭광을 검출하는 제2 광 검출부; 및 상기 제1 광 검출부에 의해 검출된 관측광에 기초해서 상기 제2 광 검출부에 의해 검출된 간섭광을 복호화하여, 상기 샘플의 단층 영상을 생성하는 단층 영상 생성부;를 포함한다.

[0022] 여기서, 상기 광원부는 파장 홀음 광원을 포함할 수 있다.

[0023] 또한, 상기 광원부는 광원, 및 상기 광원에서 발생하는 광의 세기를 시간에 따라 변화시키는 시간 변조기를 포함할 수 있다.

[0024] 또한, 상기 제1 광 검출부는 단일 픽셀 검출기일 수 있다.

[0025] 또한, 상기 제2 광 검출부는 단일 픽셀 검출기일 수 있다.

발명의 효과

[0026] 본 발명에 의하면, 광 변조부에서 간섭광을 간섭광의 파장에 따라 패턴 부호화시킨 뒤, 그 패턴 부호화된 간섭광을 단층 영상 생성부에서 복호화하도록 구성되어 있기 때문에, 비교적 저가인 단일 픽셀 검출기로도 샘플의 단층 영상을 충분히 생성해낼 수 있다.

[0027] 뿐만 아니라, 광원부에서 중적외선이나 원적외선 영역의 광을 발생시키더라도 샘플의 단층 영상 생성이 가능하기 때문에, 샘플의 단층 영상을 생성해내는데 있어서 광원의 제약을 없앨 수 있게 된다. 따라서, 중적외선 또는 원적외선 영역의 광을 발생시키는 광원을 광 간섭 단층 촬영에 사용할 수 있게 되어, 후방산란이 매우 심한 샘플의 단층 영상도 생성해낼 수 있게 된다.

도면의 간단한 설명

[0028] 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 패턴 부호화를 이용한 광 간섭 단층 촬영 장치를 개략적으로 나타낸 도면이다.

도 2는 도 1에 나타난 장치가 동작하는 모습을 설명하기 위한 도면이다.

도 3은 본 발명의 제2 실시예에 따른 패턴 부호화를 이용한 광 간섭 단층 촬영 장치를 개략적으로 나타낸 도면이다.

도 4는 도 3에 나타난 장치가 동작하는 모습을 설명하기 위한 도면이다.

도 5는 본 발명의 제3 실시예에 따른 패턴 부호화를 이용한 광 간섭 단층 촬영 장치를 개략적으로 나타낸 도면이다.

도 6은 본 발명의 제4 실시예에 따른 패턴 부호화를 이용한 광 간섭 단층 촬영 장치를 개략적으로 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0029] 이하, 첨부한 도면들을 참조하여 본 발명에 따른 패턴 부호화를 이용한 광 간섭 단층 촬영 장치의 실시예들에 대해 상세하게 설명한다. 첨부한 도면들은 통상의 기술자에게 본 발명의 기술적 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위하여 어디까지나 예시적으로 제공되는 것으로서, 본 발명은 이하 제시되는 도면들로 한정되지 않고 다른 형태로 얼마든지 구체화될 수 있다.

[0030] 도 1은 본 발명의 제1 실시예에 따른 패턴 부호화를 이용한 광 간섭 단층 촬영 장치를 개략적으로 나타낸 도면이다. 도 1의 좌표계는 후술하는 샘플광이 샘플(10)을 향해 전파되는 방향인 축방향을 X방향으로 규정하고, Y방향 및 Z방향을 축방향으로 규정한다.

[0031] 도 1에 나타난 광 간섭 단층 촬영 장치(100)는 광원부(110), 광 분기부(120), 광 분산부(130), 광 변조부(140), 광 검출부(150) 및 단층 영상 생성부(160)를 포함한다.

[0032] 광원부(110)는 파장 홀름 광원, 광대역 광원(broadband light source) 및 펄스 광원(pulsed light source) 중 어느 하나를 포함하여 이루어질 수 있다. 광원부(110)에서는 자외선, 가시광선, 근적외선, 중적외선 또는 원적외선 영역의 광을 발생시킨다.

[0033] 광원부(110)에서 발생된 광(소스광)은 소스광로(111)를 따라 광 분기부(120)로 전파된다. 광 분기부(120)는 광 섬유, 프리즘, 빔 스플리터 등으로 이루어질 수 있으며, 광원(110)에서 발생된 소스광을 분기하여 기준광 및 샘플광을 출력한다.

[0034] 광 분기부(120)에 의해 출력된 광 중 기준광은 기준광로(121)를 따라 기준 미러(122)를 향해 전파된다. 기준광로(121)에는 제1 콜리메이팅 렌즈(123)가 구비될 수 있으며, 이에 따라 기준 미러(122)를 향해 전파되는 기준광은 제1 콜리메이팅 렌즈(123)에 의해 평행광의 형태로 기준 미러(122)에 입사될 수 있다. 그리고 기준광은 기준 미러(122)에 의해 반사된 후 기준광로(121)를 따라 광 분기부(120)를 향해 전파된다.

[0035] 광 분기부(120)에 의해 출력된 광 중 샘플광은 샘플광로(124)를 따라 샘플(10)을 향해 전파된다. 샘플광로(124)에는 제2 콜리메이팅 렌즈(125)가 구비될 수 있으며, 이에 따라 샘플(10)을 향해 전파되는 샘플광은 제2 콜리메이팅 렌즈(125)에 의해 집속광의 형태로 샘플(10)에 입사된다. 그리고 샘플광이 샘플(10)에 입사됨에 따라 샘플(10)에서는 후방 산란으로 인해 측정광이 발생하며, 발생된 측정광은 샘플광로(124)를 따라 광 분기부(120)를 향해 전파된다.

[0036] 광 분기부(120)에서는 기준광과 측정광이 중첩되며, 중첩된 기준광과 측정광은 간섭광로(126)를 따라 광 분산부(130)를 향해 전파된다. 기준광에 대한 광로 길이(즉, 광 분기부(120) → 기준 미러(122) → 광 분기부(120) → 광 분산부(130)로 이어지는 광로 길이)와, 샘플광 및 측정광을 합산한 광로 길이(즉, 광 분기부(120) → 샘플

(10) → 광 분기부(120) → 광 분산부(130)로 이어지는 광로 길이) 간 차이 때문에, 중첩된 기준광과 측정광은 광 분산부(130)를 향해 전파되는 간섭광로(126)를 따라 광학적으로 간섭이 이루어져 간섭광이 된다. 간섭광로(126)에는 제3 콜리메이팅 렌즈(127)가 구비될 수 있으며, 이에 따라 광 분산부(130)를 향해 전파되는 간섭광은 제3 콜리메이팅 렌즈(127)에 의해 평행광의 형태로 광 분산부(130)에 입사될 수 있다.

[0037] 한편, 상기 기준광에 대한 광로 길이와 상기 샘플광 및 측정광을 합산한 광로 길이 간 차이는 기준 미러(122)의 기계적인 변위에 의해 변조될 수 있다. 또한, 후술하는 단층 영상 생성부(160)에서 샘플(10)의 3차원 단층 영상을 생성하기 위해서는 샘플(10)을 Y방향 및 Z방향으로 2차원 스캔하는 것이 요구된다.

[0038] 광 분산부(130)는 측정광이 기준광과 간섭을 일으켜 발생하는 간섭광을 상기 간섭광의 파장에 따라 분산시킨다. 광 분산부(130)는 회절격자나 프리즘과 같이 파장에 따라 광 경로를 변화시킬 수 있는 것이 이에 해당될 수 있다.

[0039] 광 분산부(130)에 의해 파장에 따라 분산된 간섭광은 광 변조부(140)를 향해 전파된다. 광 분산부(130)와 광 변조부(140) 사이에는 제4 콜리메이팅 렌즈(128)가 구비될 수 있으며, 이에 따라 광 분산부(130)에 의해 분산된 간섭광은 제4 콜리메이팅 렌즈(128)에 의해 파장별로 집속된 뒤 광 변조부(140)에 입사될 수 있다.

[0040] 광 변조부(140)는 디지털 마이크로미러 소자(Digital Micromirror Device; DMD), 공간 광 변조기(Spatial Light Modulator; SLM), 변조 디스크(modulation disc) 등일 수 있으며, 간섭광의 파장별로 서로 다른 1차원 패턴을 부여하여 간섭광을 부호화하는 역할을 한다. 여기서, 광 변조부(140)가 간섭광을 부호화하는데 이용될 수 있는 패턴으로는 Hadamard 패턴, Structured illumination 패턴, Random 패턴, Frequency encoding 등이 있다.

[0041] 광 변조부(140)에 의해 1차원 패턴으로 부호화된 간섭광은 광 검출부(150)를 향해 전파된다. 광 변조부(140)와 광 검출부(150) 사이에는 제5 콜리메이팅 렌즈(129-1, 129-2)가 구비될 수 있으며, 이에 따라 광 변조부(140)에 의해 패턴 부호화된 간섭광은 제5 콜리메이팅 렌즈(129-1, 129-2)에 의해 집속된 뒤 광 검출부(150)에 입사될 수 있다.

[0042] 광 검출부(150)는 1차원 패턴으로 부호화된 간섭광을 검출한다. 광 검출부(150)는 광 에너지를 전기 에너지로 변환하는 포토다이오드로 이루어지거나 이를 포함하여 이루어질 수 있다. 이에 따라, 광 검출부(150)는 1차원 패턴으로 부호화된 간섭광을 전기 신호의 형태로 변환하여 단층 영상 생성부(160)로 출력한다.

[0043] 단층 영상 생성부(160)에는 신호 조절이나 신호 처리 등을 위한 회로가 포함될 수 있으며, 특히 광 변조부(140)에서 간섭광에 부여한 부호화를 복호화할 수 있는 복호화 키가 구비되어 있다. 이에 따라, 단층 영상 생성부(160)에서는 광 검출부(150)에서 출력하는 1차원 패턴으로 부호화된 간섭광을 복호화하여 샘플(10)의 3차원 단층 영상을 생성해낼 수 있다.

[0044] 본 발명의 제1 실시예에서는 1차원 패턴으로 부호화된 간섭광을 검출하기 위한 광 검출부(150)로서 어레이 픽셀 검출기를 사용할 수 있다. 어레이 픽셀 검출기는 각 픽셀마다 광의 파장을 식별할 수 있도록 구성되어 있기는 하지만, 중적외선이나 원적외선 영역의 광을 검출할 수 있는 기능을 구비한 어레이 픽셀 검출기는 매우 고가이며 아직 상용화가 제대로 이루어지지 않았다. 이 때문에, 중적외선이나 원적외선 영역의 광을 발생시키는 광원을 광 간섭 단층 촬영에 이용하기에는 아직까지 한계가 있다.

[0045] 이에 반해, 단일 픽셀 검출기(single pixel detector)는 단지 하나의 픽셀만을 통해 광의 파장을 식별해야 하기 때문에 어레이 픽셀 검출기에 비해 광 검출의 정확도가 떨어질 수밖에 없다. 하지만, 본 발명의 제1 실시예는 광 변조부(140)에서 간섭광을 간섭광의 파장에 따라 1차원 패턴으로 부호화시킨 뒤, 그 패턴 부호화된 간섭광을 단층 영상 생성부(160)에서 복호화하도록 구성되어 있기 때문에, 비교적 저가인 단일 픽셀 검출기로도 샘플(10)의 단층 영상을 충분히 생성해낼 수 있다. 뿐만 아니라, 광원부(110)에서 중적외선이나 원적외선 영역의 광을 발생시키더라도 샘플(10)의 단층 영상 생성이 가능하기 때문에, 샘플(10)의 단층 영상을 생성해내는데 있어서 광원의 제약을 없앨 수 있게 된다.

[0046] 도 2는 도 1에 나타난 장치가 동작하는 모습을 설명하기 위한 도면이다. 도 2(a)는 광원부(110)에서 발생되는 광을 파장-정규화된 세기의 그래프로 나타낸 것이고, 도 2(b)는 광 변조부(140)에서 간섭광의 파장(λ_1 , λ_2 , λ_3 , λ_4 , ..., λ_n)에 따라 간섭광을 부호화하기 위한 1차원의 Hadamard 패턴을 나타낸 것이다. 즉, 광 변조부(140)는 광 분산부(130)에 의해 파장에 따라 분산된 간섭광을, 도 2(b)에 나타난 바와 같은 Hadamard 패턴에 의해 부호화시킬 수 있다.

- [0047] 이어서, 도 2(c)는 광 검출부(150)에서 상기 1차원 패턴으로 부호화된 간섭광을 시간에 따라 검출하는 모습을 시간-신호 출력의 그래프로 나타낸 것이고, 도 2(d)는 단층 영상 생성부(160)에서 상기 1차원 패턴으로 부호화된 간섭광을 복호화하여 원래 형태(즉, 도 2(a)의 파장-정규화된 세기로 나타나는 광)로 복원한 그래프이다.
- [0048] 도 2에 나타낸 것과 동일한 원리로, 광 변조부(140)에서 간섭광을 간섭광의 파장($\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4, \dots, \lambda_n$)별로 1차원 패턴으로 부호화한 뒤, 단층 영상 생성부(160)에서 상기 1차원 패턴으로 부호화된 간섭광을 복호화하는 방법을 통해 샘플(10)의 3차원 단층 영상을 생성해낼 수 있다.
- [0049] 도 3은 본 발명의 제2 실시예에 따른 패턴 부호화를 이용한 광 간섭 단층 촬영 장치를 개략적으로 나타낸 도면이다. 도 3의 좌표계는 후술하는 샘플광이 샘플(20)을 향해 전파되는 방향인 측방향을 -Z방향으로 규정하고, X방향 및 Y방향을 측방향을 규정한다.
- [0050] 도 3에 나타낸 광 간섭 단층 촬영 장치(200)는 광원부(210), 광 분리부(220), 광 변조부(240), 광 검출부(250) 및 단층 영상 생성부(260)를 포함한다.
- [0051] 광원부(210)는 파장 홀음 광원 또는 광대역 광원을 포함하여 이루어질 수 있다. 광원부(210)에서는 자외선, 가시광선, 근적외선, 중적외선 또는 원적외선 영역의 광을 발생시킨다.
- [0052] 광원부(210)에서 발생된 광(소스광)은 소스광로(211)를 따라 광 분리부(220)로 전파된다. 광 분리부(220)는 빔 스플리터일 수 있으며, 광원부(210)에서 발생된 소스광을 기준광 및 샘플광으로 분리한다.
- [0053] 광 분리부(220)에 의해 분리된 광 중 기준광은 기준광로(221)를 따라 기준 미러(222)를 향해 전파되며, 기준광은 기준 미러(222)에 의해 반사된 후 기준광로(221)를 따라 광 분리부(220)를 향해 전파된다.
- [0054] 광 분리부(220)에 의해 분리된 광 중 샘플광은 샘플광로(223)를 따라 광 변조부(240)를 향해 전파된다. 광 변조부(240)는 디지털 마이크로미러 소자, 공간 광 변조기, 변조 디스크 등일 수 있으며, 샘플광이 광 변조부(240)에 입사되는 시간에 따라 샘플광을 2차원 패턴으로 부호화하고, 상기 2차원 패턴으로 부호화된 샘플광을 샘플(20)에 입사시켜 샘플(20)에서 측정광을 발생시키는 역할을 한다. 여기서, 광 변조부(240)가 샘플광을 부호화하는데 이용될 수 있는 패턴으로는 Hadamard 패턴, Structured illumination 패턴, Random 패턴, Frequency encoding 등이 있다.
- [0055] 광 변조부(240)에 의해 2차원 패턴으로 부호화된 샘플광은 변조 샘플광로(224)를 따라 샘플(20)을 향해 전파된다. 변조 샘플광로(224)에는 적어도 하나 이상의 제1 콜리메이팅 렌즈(225-1, 225-2)가 구비될 수 있으며, 이에 따라 샘플(20)을 향해 전파되는 샘플광은 제1 콜리메이팅 렌즈(225-1, 225-2)에 의해 평행광의 형태로 샘플(20)에 입사될 수 있다. 그리고 상기 2차원 패턴으로 부호화된 샘플광이 샘플(20)에 입사됨에 따라 샘플(20)에서는 후방 산란으로 인해 측정광이 발생하며, 발생된 측정광은 변조 샘플광로(224) 및 샘플광로(223)를 따라 광 분리부(220)를 향해 전파된다.
- [0056] 광 분리부(220)에서는 기준광과 측정광이 중첩되며, 중첩된 기준광과 측정광은 간섭광로(226)를 따라 광 검출부(250)를 향해 전파된다. 기준광에 대한 광로 길이(즉, 광 분리부(220) → 기준 미러(222) → 광 분리부(220) → 광 검출부(250)로 이어지는 광로 길이)와, 샘플광 및 측정광을 합산한 광로 길이(즉, 광 분리부(220) → 광 변조부(240) → 샘플(20) → 광 변조부(240) → 광 분리부(220) → 광 검출부(250)로 이어지는 광로 길이) 간 차이 때문에, 중첩된 기준광과 측정광은 광 검출부(250)를 향해 전파되는 간섭광로(226)를 따라 광학적으로 간섭이 이루어져 간섭광이 된다. 간섭광로(226)에는 제2 콜리메이팅 렌즈(227-1, 227-2)가 구비될 수 있으며, 이에 따라 광 검출부(250)를 향해 전파되는 간섭광은 제2 콜리메이팅 렌즈(227-1, 227-2)에 의해 평행광의 형태로 광 검출부(250)에 입사될 수 있다.
- [0057] 한편, 상기 기준광에 대한 광로 길이와 상기 샘플광 및 측정광을 합산한 광로 길이 간 차이는 기준 미러(222)의 기계적인 변위에 의해 변조될 수 있다. 또한, 본 발명의 제2 실시예에서는 광 변조부(240)에서 샘플광을 2차원 패턴으로 부호화하기 때문에, 후술하는 단층 영상 생성부(260)에서 샘플(20)의 3차원 단층 영상을 생성함에 있어서 샘플(20)을 X방향 및 Y방향으로 2차원 스캔할 필요는 없다. 만일, 광원부(210)를 광대역 광원으로 구성할 경우에는 기준 미러(222)를 Z방향으로 스캔할 것이 요구되지만, 광원부(210)를 파장 홀음 광원으로 구성할 경우에는 파장 홀음 광원에서 시간에 따라 광 세기가 변하는 광이 출력되기 때문에 Z방향 스캔이 요구되지 않는다.
- [0058] 광 검출부(250)는 측정광이 기준광과 간섭을 일으켜 발생하는 간섭광을 검출한다. 광 검출부(250)는 광 에너지를 전기 에너지로 변환하는 포토다이오드로 이루어지거나 이를 포함하여 이루어질 수 있다. 이에 따라, 광 검출부(250)는 간섭광을 전기 신호의 형태로 변환하여 단층 영상 생성부(260)로 출력한다.

- [0059] 단층 영상 생성부(260)에는 신호 조절이나 신호 처리 등을 위한 회로가 포함될 수 있으며, 특히 광 변조부(240)에서 샘플광에 부여한 부호화를 복호화할 수 있는 복호화 키가 구비되어 있다. 이에 따라, 단층 영상 생성부(260)에서는 광 검출부(250)에서 출력하는 간섭광을 복호화하여 샘플(20)의 3차원 단층 영상을 생성해낼 수 있다.
- [0060] 본 발명의 제2 실시예에서는 간섭광을 검출하기 위한 광 검출부(250)로서 어레이 픽셀 검출기를 사용할 수 있다. 상술한 바와 같이, 어레이 픽셀 검출기는 각 픽셀마다 광의 파장을 식별할 수 있도록 구성되어 있기는 하지만, 중적외선이나 원적외선 영역의 광을 검출할 수 있는 기능을 구비한 어레이 픽셀 검출기는 매우 고가이며 아직 상용화가 제대로 이루어지지 않았다. 이 때문에, 중적외선이나 원적외선 영역의 광을 발생시키는 광원을 광 간섭 단층 촬영에 이용하기에는 아직까지 한계가 있다.
- [0061] 이에 반해, 단일 픽셀 검출기는 단지 하나의 픽셀만을 통해 광의 파장을 식별해야 하기 때문에 어레이 픽셀 검출기에 비해 광 검출의 정확도가 떨어질 수밖에 없다. 하지만, 본 발명의 제2 실시예에 의하면, 광 변조부(240)에서 샘플광을 상기 샘플광이 광 변조부(240)에 입사되는 시간에 따라 2차원 패턴으로 부호화하고, 상기 2차원 패턴으로 부호화된 샘플광이 샘플(20)로 입사됨에 따라 발생하는 측정광이 기준광과 간섭을 일으켜 발생하는 간섭광을 단층 영상 생성부(260)에서 복호화하도록 구성되어 있기 때문에, 비교적 저가인 단일 픽셀 검출기로도 샘플(20)의 단층 영상을 충분히 생성해낼 수 있다. 뿐만 아니라, 광원부(210)에서 중적외선이나 원적외선 영역의 광을 발생시키더라도 샘플(20)의 단층 영상 생성이 가능하기 때문에, 샘플(20)의 단층 영상을 생성해내는데 있어서 광원의 제약을 없앨 수 있게 된다.
- [0062] 한편, 도 4는 도 3에 나타난 장치가 동작하는 모습을 설명하기 위한 도면이다. 도 4(a)는 원본 영상이며, 도 4(b)는 광 변조부(240)에서 샘플광의 입사 시간($t_1, t_2, t_3, t_4, \dots, t_n$)에 따라 샘플광을 부호화하기 위한 2차원 패턴을 나타낸 것이다. 즉, 광 변조부(240)는 광 분리부(220)에 의해 분리된 광 중 샘플광을, 샘플광이 광 변조부(240)에 입사되는 시간에 따라 도 4(b)에 나타난 바와 같은 Hadamard 패턴에 의해 부호화시킬 수 있다.
- [0063] 이어서, 도 4(c)는 광 검출부(250)에서 상기 2차원 패턴으로 부호화된 샘플광이 샘플(20)로 입사됨에 따라 발생하는 측정광이 기준광과 간섭을 일으켜 발생하는 간섭광을 시간에 따라 검출하는 모습을 시간-신호 출력으로 나타낸 그래프이고, 도 4(d)는 단층 영상 생성부(260)에서 상기 간섭광을 복호화하여 도 1에 나타난 원본 영상으로 복원한 영상이다.
- [0064] 도 4에 나타난 것과 동일한 원리로, 광 변조부(240)에서 샘플광의 입사 시간($t_1, t_2, t_3, t_4, \dots, t_n$)에 따라 샘플광을 2차원 패턴으로 부호화한 뒤, 단층 영상 생성부(260)에서 상기 간섭광을 복호화하는 방법을 통해 샘플(20)의 3차원 단층 영상을 생성해낼 수 있다.
- [0065] 도 5는 본 발명의 제3 실시예에 따른 패턴 부호화를 이용한 광 간섭 단층 촬영 장치를 개략적으로 나타낸 도면이다. 도 5의 좌표계는 후술하는 샘플광이 샘플(30)을 향해 전파되는 방향인 측방향을 X방향으로 규정하고, Y방향 및 Z방향을 측방향으로 규정한다.
- [0066] 도 5에 나타난 광 간섭 단층 촬영 장치(300)는 광원부(310), 광 분리부(320), 광 분산부(330), 광 변조부(340), 광 검출부(350) 및 단층 영상 생성부(360)를 포함한다.
- [0067] 광원부(310)는 파장 홀름 광원 또는 광대역 광원을 포함하여 이루어질 수 있다. 광원부(310)에서는 자외선, 가시광선, 근적외선, 중적외선 또는 원적외선 영역의 광을 발생시킨다.
- [0068] 광원부(310)에서 발생된 광(소스광)은 소스광로(311)를 따라 광 분리부(320)로 전파된다. 광 분리부(320)는 빔 스플리터일 수 있으며, 광원(310)에서 발생된 소스광을 기준광 및 샘플광으로 분리한다.
- [0069] 광 분리부(320)에 의해 분리된 광 중 기준광은 기준광로(321)를 따라 기준 미러(322)를 향해 전파된다. 기준광로(321)에는 제1 실린더형 렌즈(cylindrical lens)(323)가 구비될 수 있다. 즉, 제1 실린더형 렌즈(323)는 광 분리부(320)와 기준 미러(322) 사이에 배치될 수 있다. 이에 따라, 기준 미러(322)를 향해 전파되는 기준광은 제1 실린더형 렌즈(323)에 의해 라인빔의 형태로 기준 미러(322)에 입사될 수 있다. 그리고 기준광은 기준 미러(322)에 의해 반사된 후 기준광로(321)를 따라 광 분리부(320)를 향해 전파된다.
- [0070] 광 분리부(320)에 의해 분리된 광 중 샘플광은 샘플광로(324)를 따라 샘플(30)을 향해 전파된다. 샘플광로(324)에는 제2 실린더형 렌즈(325)가 구비될 수 있다. 즉, 제2 실린더형 렌즈(325)는 광 분리부(320)와 샘플(30) 사이에 배치될 수 있다. 이에 따라, 샘플(30)을 향해 전파되는 샘플광은 제2 실린더형 렌즈(325)에 의해 라인빔의 형태로 샘플(30)에 입사될 수 있다. 그리고 샘플광이 샘플(30)에 입사됨에 따라 샘플(30)에서는 후방 산란으

로 인해 측정광이 발생하며, 발생된 측정광은 샘플광로(324)를 따라 광 분리부(320)를 향해 전파된다.

- [0071] 광 분리부(320)에서는 기준광과 측정광이 중첩되며, 중첩된 기준광과 측정광은 간섭광로(326)를 따라 광 분산부(330)를 향해 전파된다. 기준광에 대한 광로 길이(즉, 광 분리부(320) → 기준 미러(322) → 광 분리부(320) → 광 분산부(330)로 이어지는 광로 길이)와, 샘플광 및 측정광을 합산한 광로 길이(즉, 광 분리부(320) → 샘플(30) → 광 분리부(320) → 광 분산부(330)로 이어지는 광로 길이 간 차이 때문에, 중첩된 기준광과 측정광은 광 분산부(330)를 향해 전파되는 간섭광로(326)를 따라 광학적으로 간섭이 이루어져 간섭광이 된다. 간섭광로(326)에는 제3 실린더형 렌즈(327)가 구비될 수 있다. 즉, 제3 실린더형 렌즈(327)는 광 분리부(320)와 광 분산부(330) 사이에 배치될 수 있다. 이에 따라, 광 분산부(330)를 향해 전파되는 간섭광은 제3 실린더형 렌즈(327)에 의해 라인빔의 형태로 광 분산부(330)에 입사될 수 있다.
- [0072] 한편, 상기 기준광에 대한 광로 길이와 상기 샘플광 및 측정광을 합산한 광로 길이 간 차이는 기준 미러(322)의 기계적인 변위에 의해 변조될 수 있다. 또한, 후술하는 단층 영상 생성부(360)에서 샘플(30)의 3차원 단층 영상을 생성하기 위해서는 샘플(30)을 Z방향으로 1차원 스캔하는 것이 요구된다.
- [0073] 광 분산부(330)는 측정광이 기준광과 간섭을 일으켜 발생하는 간섭광을 상기 간섭광의 파장에 따라 분산시킨다. 광 분산부(330)는 회절격자나 프리즘과 같이 파장에 따라 광 경로를 변화시킬 수 있는 것이 이에 해당될 수 있다.
- [0074] 광 분산부(330)에 의해 파장에 따라 분산된 간섭광은 광 변조부(340)를 향해 전파된다. 광 분산부(330)와 광 변조부(340) 사이에는 제1 콜리메이팅 렌즈(328)가 구비될 수 있으며, 이에 따라 광 분산부(330)에 의해 분산된 간섭광은 제1 콜리메이팅 렌즈(328)에 의해 파장별로 집속된 뒤 광 변조부(340)에 입사될 수 있다.
- [0075] 광 변조부(340)는 디지털 마이크로미러 소자, 공간 광 변조기, 변조 디스크 등일 수 있으며, 간섭광의 파장별로 서로 다른 2차원 패턴을 부여하여 간섭광을 부호화하는 역할을 한다. 여기서, 광 변조부(340)가 간섭광을 부호화하는데 이용될 수 있는 패턴으로는 Hadamard 패턴, Structured illumination 패턴, Random 패턴, Frequency encoding 등이 있다.
- [0076] 광 변조부(340)에 의해 2차원 패턴으로 부호화된 간섭광은 광 검출부(350)를 향해 전파된다. 광 변조부(340)와 광 검출부(350) 사이에는 제2 콜리메이팅 렌즈(329-1, 329-2)가 구비될 수 있으며, 이에 따라 광 변조부(340)에 의해 패턴 부호화된 간섭광은 제2 콜리메이팅 렌즈(329-1, 329-2)에 의해 집속된 뒤 광 검출부(350)에 입사될 수 있다.
- [0077] 광 검출부(350)는 2차원 패턴으로 부호화된 간섭광을 검출한다. 광 검출부(350)는 광 에너지를 전기 에너지로 변환하는 포토다이오드로 이루어지거나 이를 포함하여 이루어질 수 있다. 이에 따라, 광 검출부(350)는 2차원 패턴으로 부호화된 간섭광을 전기 신호의 형태로 변환하여 단층 영상 생성부(360)로 출력한다.
- [0078] 단층 영상 생성부(360)에는 신호 조절이나 신호 처리 등을 위한 회로가 포함될 수 있으며, 특히 광 변조부(340)에서 간섭광에 부여한 부호화를 복호화할 수 있는 복호화 키가 구비되어 있다. 이에 따라, 단층 영상 생성부(360)에서는 광 검출부(350)에서 출력하는 2차원 패턴으로 부호화된 간섭광을 복호화하여 샘플(30)의 3차원 단층 영상을 생성해낼 수 있다.
- [0079] 본 발명의 제3 실시예에서는 2차원 패턴으로 부호화된 간섭광을 검출하기 위한 광 검출부(350)로서 어레이 픽셀 검출기를 사용할 수 있다. 어레이 픽셀 검출기는 각 픽셀마다 광의 파장을 식별할 수 있도록 구성되어 있기는 하지만, 중적외선이나 원적외선 영역의 광을 검출할 수 있는 기능을 구비한 어레이 픽셀 검출기는 매우 고가이며 아직 상용화가 제대로 이루어지지 않았다. 이 때문에, 중적외선이나 원적외선 영역의 광을 발생시키는 광원을 광 간섭 단층 촬영에 이용하기에는 아직까지 한계가 있다.
- [0080] 이에 반해, 단일 픽셀 검출기는 단지 하나의 픽셀만을 통해 광의 파장을 식별해야 하기 때문에 어레이 픽셀 검출기에 비해 광 검출의 정확도가 떨어질 수밖에 없다. 하지만, 본 발명의 제3 실시예에 의하면, 광 변조부(340)에서 간섭광을 간섭광의 파장에 따라 2차원 패턴으로 부호화시킨 뒤, 그 패턴 부호화된 간섭광을 단층 영상 생성부(360)에서 복호화하도록 구성되어 있기 때문에, 비교적 저가인 단일 픽셀 검출기로도 샘플(30)의 단층 영상을 충분히 생성해낼 수 있다. 뿐만 아니라, 광원부(310)에서 중적외선이나 원적외선 영역의 광을 발생시키더라도 샘플(30)의 단층 영상 생성이 가능하기 때문에, 샘플(30)의 단층 영상을 생성해내는데 있어서 광원의 제약이 없앨 수 있게 된다.
- [0081] 도 6은 본 발명의 제4 실시예에 따른 패턴 부호화를 이용한 광 간섭 단층 촬영 장치를 개략적으로 나타낸 도면

이다. 도 6의 좌표계는 후술하는 샘플광이 샘플(40)을 향해 전파되는 방향인 축방향을 X방향으로 규정하고, Y방향 및 Z방향을 측방향으로 규정한다.

- [0082] 도 6에 나타난 광 간섭 단층 촬영 장치(400)는 광원부(410), 광 분리부(420), 제1 광 검출부(430), 광 분기부(440), 제2 광 검출부(450) 및 단층 영상 생성부(460)를 포함한다.
- [0083] 광원부(410)는 시간에 따라 광 세기가 변하는 광인 패턴 부호화 광을 발생시킨다. 즉, 상술한 제1 실시예에서는 간섭광을 간섭광의 파장별로 1차원 패턴으로 부호화하였고, 제2 실시예에서는 샘플광을 샘플광의 입사 시간에 따라 2차원 패턴으로 부호화하였으며, 제3 실시예에서는 간섭광을 간섭광의 파장별로 2차원 패턴으로 부호화한 데 반해, 제4 실시예에서는 광원부(410)에서 발생하는 광 자체를 패턴 부호화하는데 기술적 특징이 있다.
- [0084] 광원부(410)에서 시간에 따라 광 세기가 변하는 광(패턴 부호화 광)을 발생시키도록 하기 위해서, 광원부(410)는 파장 홀음 광원을 포함하여 이루어질 수 있다. 또는, 광원부(410)는 광원(412), 및 상기 광원(412)에서 발생하는 광의 세기를 시간에 따라 변화시키는 시간 변조기(414)를 포함하여 이루어질 수 있으며, 여기서 광원(412)은 파장 홀음 광원이나 광대역 광원일 수 있다.
- [0085] 광원부(410)에서 발생된 패턴 부호화 광은 소스광로(411)를 따라 광 분리부(420)로 전파된다. 광 분리부(420)는 빔 스플리터일 수 있으며, 광원부(410)에서 발생된 패턴 부호화 광을 관측광 및 비관측광으로 분리한다.
- [0086] 광 분리부(420)에 의해 분리된 광 중 관측광은 관측광로(421)를 따라 제1 광 검출부(430)를 향해 전파된다. 관측광로(421)에는 제1 콜리메이팅 렌즈(422)가 구비될 수 있으며, 이에 따라 제1 광 검출부(430)를 향해 전파되는 관측광은 제1 콜리메이팅 렌즈(422)에 의해 집속광의 형태로 제1 광 검출부(430)에 입사될 수 있다.
- [0087] 제1 광 검출부(430)는 광 분리부(420)에 의해 분리된 관측광을 검출한다. 제1 광 검출부(430)는 광 에너지를 전기 에너지로 변환하는 포토다이오드로 이루어지거나 이를 포함하여 이루어질 수 있다. 이에 따라, 제1 광 검출부(430)는 관측광을 전기 신호의 형태로 변환하여 단층 영상 생성부(460)로 출력한다.
- [0088] 한편, 광 분리부(420)에 의해 분리된 광 중 비관측광은 비관측광로(423)를 따라 광 분기부(440)를 향해 전파된다. 비관측광로(423)에는 제2 콜리메이팅 렌즈(424)가 구비될 수 있으며, 이에 따라 광 분기부(440)를 향해 전파되는 비관측광은 제2 콜리메이팅 렌즈(424)에 의해 집속광의 형태로 광 분기부(440)에 입사될 수 있다. 광 분기부(440)는 광섬유 등으로 이루어질 수 있으며, 상기 비관측광을 분기하여 기준광 및 샘플광을 출력한다.
- [0089] 광 분기부(440)에 의해 출력된 광 중 기준광은 기준광로(441)를 따라 기준 미러(442)를 향해 전파된다. 기준광로(441)에는 제3 콜리메이팅 렌즈(443)가 구비될 수 있으며, 이에 따라 기준 미러(442)를 향해 전파되는 기준광은 제2 콜리메이팅 렌즈(443)에 의해 평행광의 형태로 기준 미러(442)에 입사될 수 있다. 그리고 기준광은 기준 미러(442)에 의해 반사된 후 기준광로(441)를 따라 광 분기부(440)를 향해 전파된다.
- [0090] 광 분기부(440)에 의해 분리된 광 중 샘플광은 샘플광로(444)를 따라 샘플(40)을 향해 전파된다. 샘플광로(444)에는 제4 콜리메이팅 렌즈(445)가 구비될 수 있으며, 이에 따라 샘플(40)을 향해 전파되는 샘플광은 제4 콜리메이팅 렌즈(445)에 의해 집속광의 형태로 샘플(40)에 입사된다. 그리고 샘플광이 샘플(40)에 입사됨에 따라 샘플(40)에서는 후방 산란으로 인해 측정광이 발생하며, 발생한 측정광은 샘플광로(444)를 통해 광 분기부(440)를 향해 전파된다.
- [0091] 광 분기부(440)에서는 기준광과 측정광이 중첩되며, 중첩된 기준광과 측정광은 간섭광로(446)를 따라 제2 광 검출부(450)를 향해 전파된다. 기준광에 대한 광로 길이(즉, 광 분기부(440) → 기준 미러(442) → 광 분기부(440) → 제2 광 검출부(450)로 이어지는 광로 길이)와, 샘플광 및 측정광을 합산한 광로 길이(즉, 광 분기부(440) → 샘플(40) → 광 분기부(440) → 제2 광 검출부(450)로 이어지는 광로 길이) 간 차이 때문에, 중첩된 기준광과 측정광은 제2 광 검출부(450)를 향해 전파되는 간섭광로(446)를 따라 광학적으로 간섭이 이루어져 간섭광이 된다. 간섭광로(446)에는 제5 콜리메이팅 렌즈(447)가 구비될 수 있으며, 이에 따라 제2 광 검출부(450)를 향해 전파되는 간섭광은 제5 콜리메이팅 렌즈(447)에 의해 집속광의 형태로 제2 광 검출부(450)에 입사될 수 있다.
- [0092] 한편, 상기 기준광에 대한 광로 길이와 상기 샘플광 및 측정광을 합산한 광로 길이 간 차이는 기준 미러(442)의 기계적인 변위에 의해 변조될 수 있다. 또한, 후술하는 단층 영상 생성부(460)에서 샘플(40)의 3차원 단층 영상을 생성하기 위해서는 샘플(40)을 Y방향 및 Z방향으로 2차원 스캔하는 것이 요구된다.
- [0093] 제2 광 검출부(450)는 측정광이 기준광과 간섭을 일으켜 발생하는 간섭광을 검출한다. 제2 광 검출부(450)는 광 에너지를 전기 에너지로 변환하는 포토다이오드로 이루어지거나 이를 포함하여 이루어질 수 있다. 이에 따라,

제2 광 검출부(450)는 간섭광을 전기 신호의 형태로 변환하여 단층 영상 생성부(460)로 출력한다.

[0094] 단층 영상 생성부(460)는 제1 광 검출부(430)에 의해 검출된 관측광에 기초해서 제2 광 검출부(450)에 의해 검출된 간섭광을 복호화하여, 샘플(40)의 단층 영상을 생성한다. 단층 영상 생성부(460)에는 신호 조절이나 신호 처리 등을 위한 회로가 포함될 수 있으며, 이에 따라 단층 영상 생성부(460)에서는 제1 광 검출부(430)에 의해 검출된 관측광을 이용하여 제2 광 검출부(450)에 의해 검출된 간섭광을 복호화할 수 있다.

[0095] 본 발명의 제4 실시예에서는 관측광을 검출하기 위한 제1 광 검출부(430)로서, 그리고 간섭광을 검출하기 위한 제2 광 검출부(450)로서 어레이 픽셀 검출기를 사용할 수 있다. 상술한 바와 같이, 어레이 픽셀 검출기는 각 픽셀마다 광의 파장을 식별할 수 있도록 구성되어 있기는 하지만, 중적외선이나 원적외선 영역의 광을 검출할 수 있는 기능을 구비한 어레이 픽셀 검출기는 매우 고가이며 아직 상용화가 제대로 이루어지지 않았다. 이 때문에, 중적외선이나 원적외선 영역의 광을 발생시키는 광원을 광 간섭 단층 촬영에 이용하기에는 아직까지 한계가 있다.

[0096] 이에 반해, 단일 픽셀 검출기는 단지 하나의 픽셀만을 통해 광의 파장을 식별해야 하기 때문에 어레이 픽셀 검출기에 비해 광 검출의 정확도가 떨어질 수밖에 없다. 하지만, 본 발명의 제4 실시예에 의하면, 광원부(410)에서 시간에 따라 광 세기가 변하는 광(즉, 패턴 부호화 광)을 발생시키고, 단층 영상 생성부(460)에서는 제1 광 검출부(430)에 의해 검출된 관측광에 기초해서 제2 광 검출부(450)에 의해 검출된 간섭광을 복호화하도록 구성되어 있기 때문에, 비교적 저가인 단일 픽셀 검출기로도 샘플(40)의 단층 영상을 충분히 생성해낼 수 있다. 뿐만 아니라, 광원부(410)에서 중적외선이나 원적외선 영역의 광을 발생시키더라도 샘플(40)의 단층 영상 생성이 가능하기 때문에, 샘플(40)의 단층 영상을 생성해내는데 있어서 광원의 제약을 없앨 수 있게 된다.

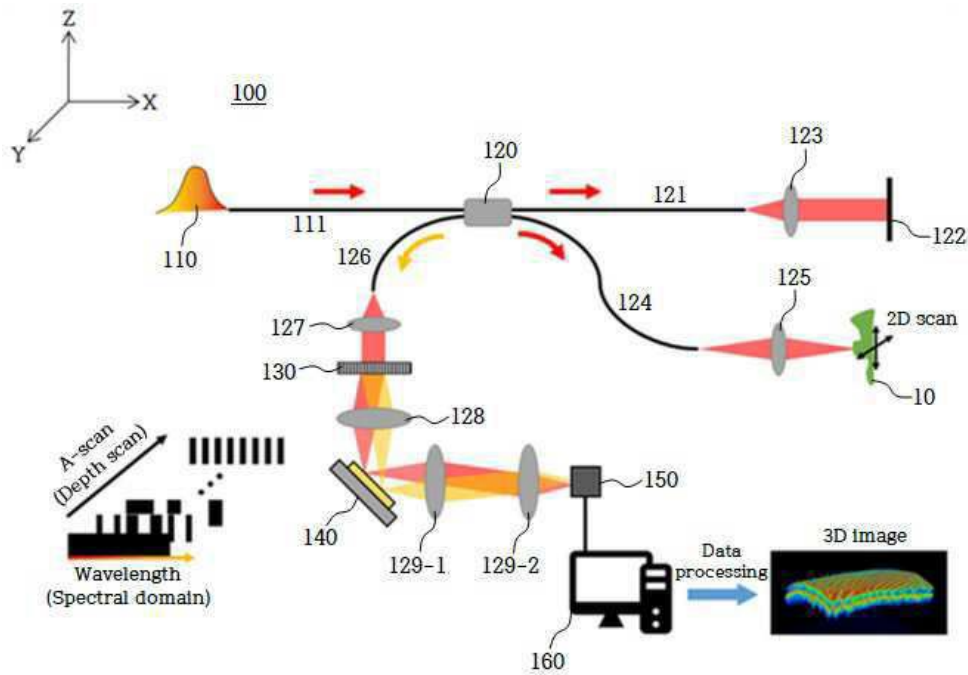
[0097] 이상과 같이 본 발명은 비록 한정된 실시예와 도면에 의해 설명되었으나, 본 발명은 상기의 실시 예에 한정되는 것은 아니며, 이는 본 발명이 속하는 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 따라서, 본 발명의 기술적 사상은 청구범위에 의해서만 파악되어야 하고, 이의 균등 또는 등가적 변형 모두는 본 발명의 기술적 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

부호의 설명

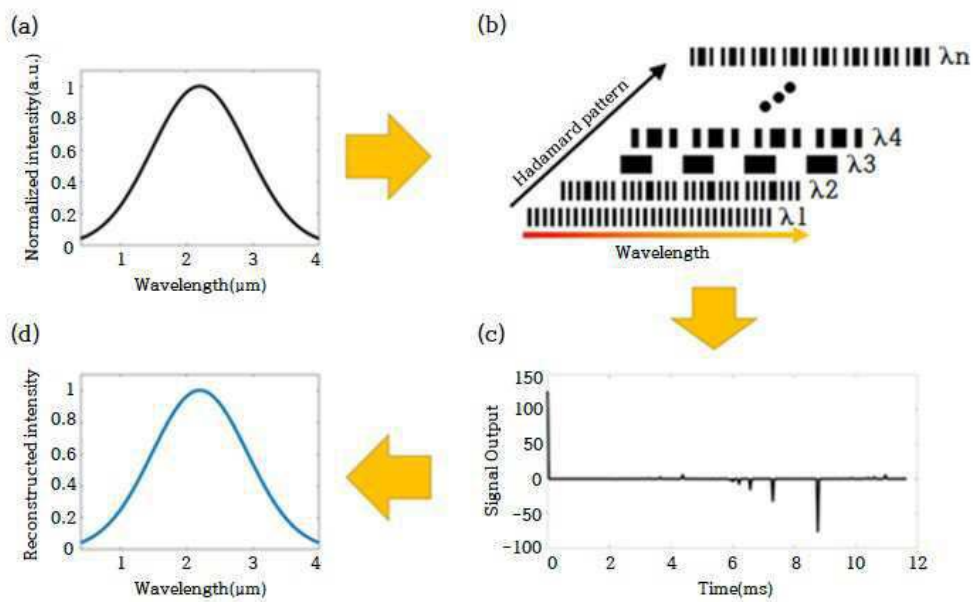
[0098] 100, 200, 300, 400: 광 간섭 단층 촬영 장치
110, 210, 310, 410: 광원부
120, 440: 광 분기부
220, 320, 420: 광 분리부
130, 330: 광 분산부
140, 240, 340: 광 변조부
150, 250, 350: 광 검출부
160, 260, 360, 460: 단층 영상 생성부
430: 제1 광 검출부
450: 제2 광 검출부

도면

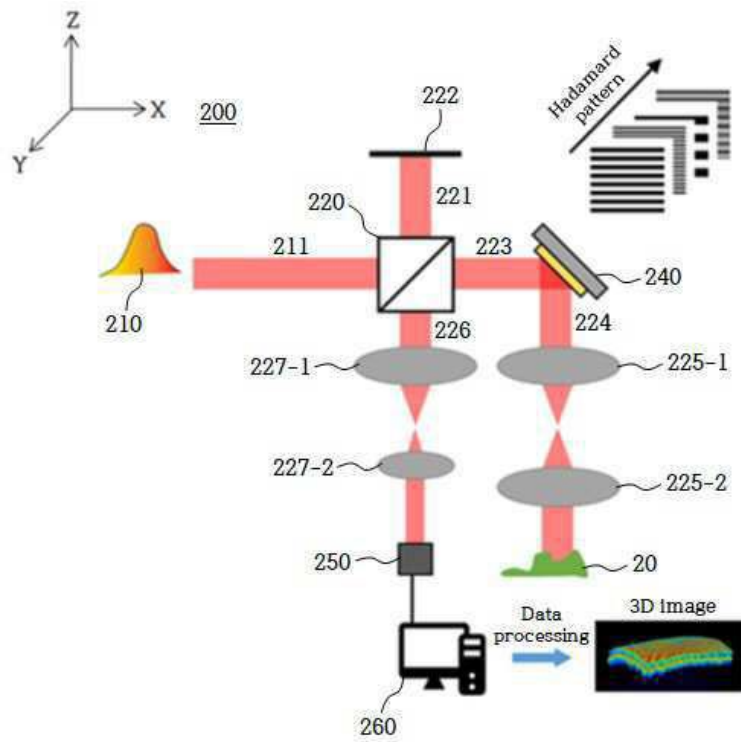
도면1



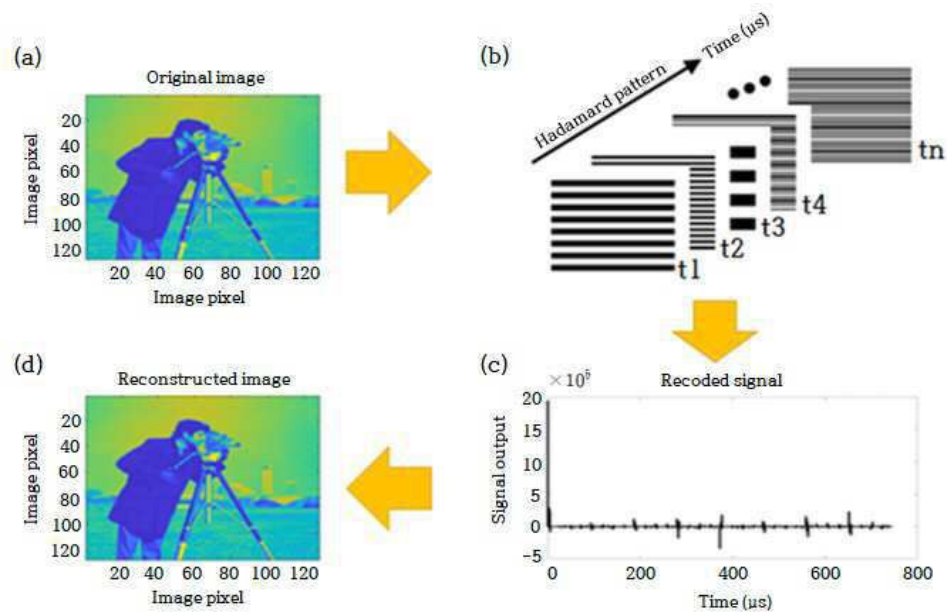
도면2



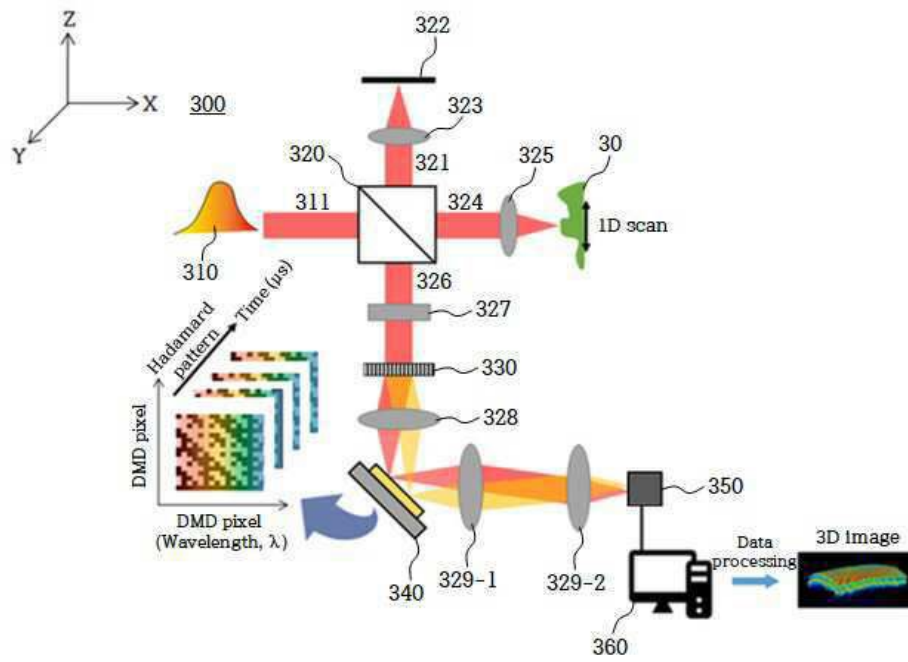
도면3



도면4



도면5



도면6

