



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년11월29일
 (11) 등록번호 10-1680861
 (24) 등록일자 2016년11월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 G01N 21/17 (2006.01) G01B 9/02 (2006.01)
 (52) CPC특허분류
 G01N 21/17 (2013.01)
 G01B 9/02091 (2013.01)
 (21) 출원번호 10-2015-0142392
 (22) 출원일자 2015년10월12일
 심사청구일자 2015년10월12일
 (56) 선행기술조사문헌
 JP10190108 A
 JP5855693 B2
 KR1020140100730 A
 US07916387 B2

(73) 특허권자
 한국생산기술연구원
 충청남도 천안시 서북구 입장면 양대기로길 89
 (72) 발명자
 김승택
 충청남도 천안시 서북구 입장면 양대기로길 89
 김형태
 대구광역시 동구 안심로16길 대구올하2 세계육상
 선수촌2단지아파트 71 (안심1동) 207동 1302호
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
 한상수

전체 청구항 수 : 총 11 항

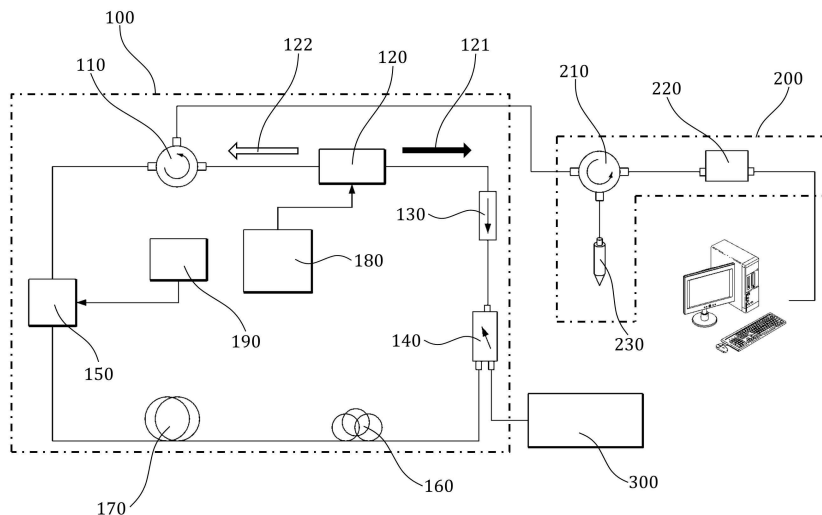
심사관 : 조병주

(54) 발명의 명칭 **서큘레이터를 이용하여 역방향 출력을 활용하는 트리거신호 추출형 링레이저를 구비하는 광학 단층촬영장치 및 이의 작동방법**

(57) 요약

본 발명의 일 실시 예는 광에너지를 효율적으로 사용하여 인체뿐만 아니라 물체의 단층을 촬영할 수 있어 산업 용으로 사용이 가능한 광학단층촬영장치 및 이의 작동방법을 제공한다. 본 발명의 실시 예에 따른 서큘레이터를 이용하여 역방향 출력을 활용하는 트리거신호 추출형 링레이저를 구비하는 광학단층촬영장치는 전류구동기, 전류 구동기로부터 전기에너지를 공급받아 이득매질로 사용되는 광증폭기, 광증폭기로부터 광신호를 입력 받고 광신호의 전송방향을 제어하는 제1서큘레이터, 광증폭기로부터 광신호를 입력 받고 광신호의 전송방향을 일방향으로 제한하는 아이솔레이터, 아이솔레이터로부터 광신호를 입력 받고 광신호의 전송방향을 제어하며 광신호의 파장을 변환시키는 출력광커플러, 출력광커플러로부터 광신호를 입력 받아 제1서큘레이터로 출력하며 광신호의 주파수를 조절하는 필터부를 포함하는 파장스위핑광원부를 포함한다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

김중석

경기도 안산시 단원구 한양대학로 130, 107동 120
3호(고잔동, 양지마을아파트)

진경찬

경기도 군포시 수리산로 40, 823동 1201호(산본동,
수리한양아파트)

박문수

도 용인시 기흥구 구갈로 115-16, 201동 805호(신
갈동, 도현마을현대아이파크아파트)

명세서

청구범위

청구항 1

서클레이터를 이용하여 역방향 출력을 활용하는 트리거신호 추출형 링레이저를 구비하는 광학단층촬영장치에 있어서,

전류구동기, 상기 전류구동기로부터 전기에너지를 공급받아 이득매질로 사용되는 광증폭기, 상기 광증폭기로부터 광신호를 입력 받고 광신호의 전송방향을 제어하는 제1서클레이터, 상기 광증폭기로부터 광신호를 입력 받고 광신호의 전송방향을 일방향으로 제한하는 아이솔레이터, 상기 아이솔레이터로부터 광신호를 입력 받고 광신호의 전송방향을 제어하며 광신호의 파장을 변환시키는 출력광커플러, 상기 출력광커플러로부터 광신호를 입력 받아 상기 제1서클레이터로 출력하며 광신호의 주파수를 조절하는 필터부를 포함하는 과장스위핑광원부;

상기 제1서클레이터로부터 광신호를 입력 받고, 트리거신호를 생성하는 트리거신호생성부; 및

상기 출력광커플러로부터 광신호를 입력 받고, 대상물의 단층 정보를 수집하는 간섭계;

를 포함하여 이루어지고,

상기 광증폭기는, 링(ring)공진회로로서 형성되는 상기 과장스위핑광원부의 제1방향으로 전송되는 상기 필터부의 출력신호를 입력 받아, 상기 제1방향으로 전파되는 제1광증폭기출력신호 및 상기 제1방향의 역방향인 제2방향으로 전송되는 제2광증폭기출력신호를 생성하는 것을 특징으로 하는 서클레이터를 이용하여 역방향 출력을 활용하는 트리거신호 추출형 링레이저를 구비하는 광학단층촬영장치.

청구항 2

청구항1에 있어서,

상기 제1서클레이터는, 상기 제2광증폭기출력신호를 입력 받아 상기 트리거신호생성부로 출력하는 것을 특징으로 하는 서클레이터를 이용하여 역방향 출력을 활용하는 트리거신호 추출형 링레이저를 구비하는 광학단층촬영장치.

청구항 3

청구항1에 있어서,

상기 출력광커플러로부터 선택적으로 광신호를 입력 받고 광신호의 편광을 조절하는 편광제어부를 더 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 서클레이터를 이용하여 역방향 출력을 활용하는 트리거신호 추출형 링레이저를 구비하는 광학단층촬영장치.

청구항 4

청구항3에 있어서,

상기 편광제어부와 상기 필터부 사이에 연결되며, 상기 과장스위핑광원부의 공진 주기와 상기 필터부의 구동 주기를 일치시키는 광섬유지연선을 더 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 서클레이터를 이용하여 역방향 출력을 활용하는 트리거신호 추출형 링레이저를 구비하는 광학단층촬영장치.

청구항 5

청구항1에 있어서,

상기 출력광커플러와 상기 간섭계 사이에 위치하고, 상기 출력광커플러로부터 출력된 광신호를 증폭시켜 상기 간섭계로 전송하는 부스터광증폭기(BOA)를 더 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 서큘레이터를 이용하여 역방향 출력을 활용하는 트리거신호 추출형 링레이저를 구비하는 광학단층촬영장치.

청구항 6

청구항1에 있어서,

상기 트리거신호생성부는,

상기 제1서큘레이터로부터 광신호를 입력받고 광신호의 전송방향을 제어하는 제2서큘레이터;

상기 제2서큘레이터로부터 광신호를 입력 받고, 입력 받은 광신호를 반사하는 반사필터; 및

상기 제2서큘레이터로부터 광신호를 입력 받고 광에너지를 전기에너지로 변환해주는 포토다이오드;

를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 서큘레이터를 이용하여 역방향 출력을 활용하는 트리거신호 추출형 링레이저를 구비하는 광학단층촬영장치.

청구항 7

청구항6에 있어서,

상기 제2서큘레이터는, 상기 반사필터로부터 입력 받은 광신호를 상기 포토다이오드로 전송하는 것을 특징으로 하는 서큘레이터를 이용하여 역방향 출력을 활용하는 트리거신호 추출형 링레이저를 구비하는 광학단층촬영장치.

청구항 8

청구항1에 있어서,

상기 간섭계는,

광신호의 간섭 무늬를 확인하는 마이켈슨간섭계; 및

촬영위치를 제어하는 갈바노미터;

를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 하는 서큘레이터를 이용하여 역방향 출력을 활용하는 트리거신호 추출형 링레이저를 구비하는 광학단층촬영장치.

청구항 9

청구항1에 있어서,

상기 필터부는, 광섬유 페브리 페롯 파장 가변필터(FFP-TF), 페브리 페롯 가변 밴드패스필터(FP-TBPF), 격자 도움 수직 결합형 광필터(GAVCCF), 광섬유 격자 소자(OFG), 광섬유 브래그 격자(FBG) 또는 유전체 박막 필터(TFF) 중 하나로 형성되는 것을 특징으로 하는 서큘레이터를 이용하여 역방향 출력을 활용하는 트리거신호 추출형 링레이저를 구비하는 광학단층촬영장치.

청구항 10

청구항9에 있어서,

상기 필터부는, 광신호의 주기 및 과형을 제어하는 임의함수발생기(AFG)를 구비하는 것을 특징으로 하는 서큘레이터를 이용하여 역방향 출력을 활용하는 트리거신호 추출형 링레이저를 구비하는 광학단층촬영장치.

청구항 11

청구항1의 서큘레이터를 이용하여 역방향 출력을 활용하는 트리거신호 추출형 링레이저를 구비하는 광학단층촬영장치의 작동방법에 있어서,

- (i) 상기 전류구동기로부터 상기 광증폭기로 전기에너지가 공급되는 단계;
- (ii) 상기 광증폭기로부터 상기 제1방향으로 출력된 광신호가 상기 아이솔레이터로 전송되고, 상기 광증폭기로부터 상기 제2방향으로 출력된 광신호가 상기 제1서큘레이터로 전송되는 단계;
- (iii) 상기 아이솔레이터로부터 상기 출력광커플러로 광신호가 전송되고, 상기 제1서큘레이터로부터 상기 트리거신호생성부로 광신호가 전송되는 단계;
- (iv) 상기 출력광커플러로부터 상기 간섭계 또는 상기 필터부로 광신호가 전송되는 단계;
- (v) 상기 필터부로부터 상기 제1서큘레이터로 광신호가 전송되는 단계; 및
- (vi) 상기 제1서큘레이터로부터 상기 광증폭기로 광신호가 전송되는 단계;

를 포함하여 이루어지고,

상기 (ii)단계 내지 상기 (vi)단계는 반복되는 것을 특징으로 하는 서큘레이터를 이용하여 역방향 출력을 활용하는 트리거신호 추출형 링레이저를 구비하는 광학단층촬영장치의 작동방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 서큘레이터를 이용하여 역방향 출력을 활용하는 트리거신호 추출형 링레이저를 구비하는 광학단층촬영장치 및 이의 작동방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 광에너지를 효율적으로 사용하여 인체뿐만이 아니라 물체의 단층을 촬영할 수 있어 산업용으로 사용이 가능한 광학단층촬영장치 및 이의 작동방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 광학단층촬영장치(Optical Coherence Tomography, OCT)는, 광의 진행 방향에 대해서 코히런스(Coherence) 길이 정도의 위치 분해능으로 특정되는 위치에서 반사 또는 산란된 광의 강도 분포를 단층 화상으로서 검출할 수 있다. 일반적으로 광학단층촬영장치는 안구나 치아 등의 진단에 이용된다. 또한, 혈관 내부, 장, 피부 등과 같은 다양한 조직에서의 정밀한 진단을 가능하게 한다.

[0004] 그러나, 산업용으로 물체의 단층을 촬영할 수 있는 광학단층촬영장치에 대해서는 개발이 잘 이루어지지 않는 실정이다.

[0005] 미국 등록특허 제07916387호(발명의 명칭: Methods and apparatus for swept-source optical coherence tomography, 이하 종래기술 1이라 한다.)에서는, 링광증폭장치(Ring SOA), 아이솔레이터, 아웃풋커플러, 피에조가변 필터, 서큘레이터로 구성된 링공진회로; 부스터광증폭기(Booster SOA) 및 레이저로 이루어지고, 링공진회로 출력신호 에너지의 50%가 부스터광증폭기(Booster SOA)로 전송되고 증폭되어 출력 레이저가 되는 광학단층촬영장치가 개시되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 상기 종래기술1은, 링광증폭장치(Ring SOA)로부터 아이솔레이터로 전송되는 방향의 반대 방향으로 출력되는 광신호가 소멸하여, 광에너지의 효율성이 감소한다는 제1문제점을 갖는다.

- [0008] 또한, 상기 종래기술1은, 레이저의 출력을 위해 링광증폭장치(Ring SOA)에서 아웃풋커플러로 전송되는 광에너지의 50%를 사용하여 레이저의 출력이 감소한다는 제2문제점을 갖는다.
- [0009] 그리고, 상기 종래기술1은, 레이저의 출력을 위해 부스터광증폭기(Booster SOA)를 필수 구성요소로 하여, 설치 및 관리에서 비용이 상승한다는 제3문제점을 갖는다.
- [0010] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 이상에서 언급한 기술적 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

- [0012] 상기 기술적 과제를 달성하기 위하여, 본 발명의 일 실시 예는, 전류구동기, 상기 전류구동기로부터 전기에너지를 공급받아 이득매질로 사용되는 광증폭기, 상기 광증폭기로부터 광신호를 입력 받고 광신호의 전송방향을 제어하는 제1서클레이터, 상기 광증폭기로부터 광신호를 입력 받고 광신호의 전송방향을 일방향으로 제한하는 아이솔레이터, 상기 아이솔레이터로부터 광신호를 입력 받고 광신호의 전송방향을 제어하며 광신호의 파장을 변환시키는 출력광커플러, 상기 출력광커플러로부터 광신호를 입력 받아 상기 제1서클레이터로 출력하며 광신호의 주파수를 조절하는 필터부를 포함하는 파장스위핑광원부; 상기 제1서클레이터로부터 광신호를 입력 받고, 트리거신호를 생성하는 트리거신호생성부 및 상기 출력광커플러로부터 광신호를 입력 받고, 대상물의 단층 정보를 수집하는 간섭계를 포함하여 이루어지고, 상기 광증폭기는, 링(ring)공진회로로서 형성되는 상기 파장스위핑광원부의 제1방향으로 전송되는 상기 필터부의 출력신호를 입력 받아, 상기 제1방향으로 전파되는 제1광증폭기출력신호 및 상기 제1방향의 역방향인 제2방향으로 전송되는 제2광증폭기출력신호를 생성하는 것을 특징으로 하는 서클레이터를 이용하여 역방향 출력을 활용하는 트리거신호 추출형 링레이저를 구비하는 광학단층촬영장치를 제공한다.
- [0013] 본 발명의 실시 예에 있어서, 상기 제1서클레이터는, 상기 제2광증폭기출력신호를 입력 받아 상기 트리거신호생성부로 출력할 수 있다.
- [0014] 본 발명의 실시 예에 있어서, 상기 출력광커플러로부터 선택적으로 광신호를 입력 받고 광신호의 편광을 조절하는 편광제어부를 더 포함하여 이루어질 수 있다.
- [0015] 본 발명의 실시 예에 있어서, 상기 편광제어부와 상기 필터부 사이에 연결되며, 상기 파장스위핑광원부의 공진주기와 상기 필터부의 구동 주기를 일치시키는 광섬유지연선을 더 포함하여 이루어질 수 있다.
- [0016] 본 발명의 실시 예에 있어서, 상기 출력광커플러와 상기 간섭계 사이에 위치하고, 상기 출력광커플러로부터 출력된 광신호를 증폭시켜 상기 간섭계로 전송하는 부스터광증폭기(BOA)를 더 포함하여 이루어질 수 있다.
- [0017] 본 발명의 실시 예에 있어서, 상기 트리거신호생성부는, 상기 제1서클레이터로부터 광신호를 입력 받고 광신호의 전송방향을 제어하는 제2서클레이터; 상기 제2서클레이터로부터 광신호를 입력 받고, 입력 받은 광신호를 반사하는 반사필터 및 상기 제2서클레이터로부터 광신호를 입력 받고 광에너지를 전기에너지로 변환해주는 포토다이오드를 포함하여 이루어질 수 있다.
- [0018] 본 발명의 실시 예에 있어서, 상기 제2서클레이터는, 상기 반사필터로부터 입력 받은 광신호를 상기 포토다이오드로 전송할 수 있다.
- [0019] 본 발명의 실시 예에 있어서, 상기 간섭계는, 광신호의 간섭 무늬를 확인하는 마이켈슨간섭계 및 촬영위치를 제어하는 갈바노미터를 포함하여 이루어질 수 있다.
- [0020] 본 발명의 실시 예에 있어서, 상기 필터부는, 광섬유 페브리 페롯 파장 가변필터(FFP-TF), 페브리 페롯 가변 밴드패스필터(FP-TBPF), 격자 도움 수직 결합형 광필터(GAVCCF), 광섬유 격자 소자(OFG), 광섬유 브래그 격자(FBG) 또는 유전체 박막 필터(TFF) 중 하나로 형성될 수 있다.
- [0021] 본 발명의 실시 예에 있어서, 상기 필터부는, 광신호의 주기 및 파형을 제어하는 임의함수발생기(AFG)를 구비할 수 있다.
- [0022] 상기 기술적 과제를 달성하기 위하여, 본 발명의 일 실시 예는, (i) 상기 전류구동기로부터 상기 광증폭기로 전기에너지가 공급되는 단계; (ii) 상기 광증폭기로부터 상기 제1방향으로 출력된 광신호가 상기 아이솔레이터로 전송되고, 상기 광증폭기로부터 상기 제2방향으로 출력된 광신호가 상기 제1서클레이터로 전송되는 단계; (iii)

상기 아이솔레이터로부터 상기 출력광커플러로 광신호가 전송되고, 상기 제1서큘레이터로부터 상기 트리거신호 생성부로 광신호가 전송되는 단계; (iv) 상기 출력광커플러로부터 상기 간섭계 또는 상기 필터부로 광신호가 전송되는 단계; (v) 상기 필터부로부터 상기 제1서큘레이터로 광신호가 전송되는 단계 및 (vi) 상기 제1서큘레이터로부터 상기 광증폭기로 광신호가 전송되는 단계를 포함하여 이루어지고, 상기 (ii)단계 내지 상기 (vi)단계는 반복되는 것을 특징으로 하는 서큘레이터를 이용하여 역방향 출력을 활용하는 트리거신호 추출형 링레이저를 구비하는 광학단층촬영장치의 작동방법을 제공한다.

발명의 효과

- [0024] 본 발명은, 광증폭기로부터 아이솔레이터로 전송되는 방향의 반대 방향으로 출력되는 광신호를 소멸시키지 않고, 서큘레이터를 통하여 트리거 신호 생성 장치로 전송시켜 사용함으로써, 광에너지의 효율성을 증가시킨다는 제1효과를 갖는다.
- [0025] 또한, 본 발명은, 광증폭기에서 발생하는 광에너지가 중간에 분리되어 다른 구성요소에 사용됨이 없이 레이저 출력에 사용되게 하여, 레이저 출력을 증가시키므로, 인체뿐만 아니라 물체의 단층도 관찰할 수 있어 산업용으로 사용이 가능하다는 제2효과를 갖는다.
- [0026] 그리고, 본 발명은, 레이저 출력의 상승을 위해 필요에 따라 부스터광증폭기(Booster SOA)를 사용하더라도, 장비 규모와 장비 수를 최소화할 수 있다는 제3효과를 갖는다.
- [0027] 본 발명의 효과는 상기한 효과로 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 상세한 설명 또는 특허청구범위에 기재된 발명의 구성으로부터 추론 가능한 모든 효과를 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

도면의 간단한 설명

- [0029] 도1은 일반적인 종래기술의 광학단층촬영장치(OCT)에 대한 구성도이다.
- 도2는 본 발명의 실시 예에 따른 광학단층촬영장치(OCT)의 구성도이다.
- 도3은 본 발명의 실시 예에 따른 광학단층촬영장치에서 조사되는 레이저 빔의 스펙트럼의 파장 가변 대역폭에 대한 그래프이다.
- 도4는 본 발명의 실시 예에 따른 제1서큘레이터로부터 트리거신호생성부로 전송되는 광신호의 스펙트럼에 대한 그래프이다.
- 도5는 본 발명의 실시 예에 따른 반사필터에서 반사된 반사광의 스펙트럼에 대한 그래프이다.
- 도6은 본 발명의 실시 예에 따른 반사광이 포토다이오드에서 전기신호로 변환되어 오실로스코프(oscilloscope)에서 측정된 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0030] 이하에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명을 설명하기로 한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며, 따라서 여기에서 설명하는 실시 예로 한정되는 것은 아니다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.
- [0031] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결(접속, 접촉, 결합)"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 다른 부재를 사이에 두고 "간접적으로 연결"되어 있는 경우도 포함한다. 또한 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 구비할 수 있다는 것을 의미한다.
- [0032] 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 명세서에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.
- [0033] 이하 첨부된 도면을 참고하여 본 발명의 실시 예를 상세히 설명하기로 한다.

- [0035] 도1은 일반적인 종래기술의 광학단층촬영장치(OCT)에 대한 구성도이다. (종래기술과의 차이점을 명확히 이해하도록 하기 위해 종래기술1의 구성이 아닌 일반적인 종래기술의 구성과 본 발명을 비교하기로 한다.)
- [0037] 도1에서 보는 바와 같이, 일반적인 종래기술의 광학단층촬영장치(OCT)는 광증폭기(1), 제1아이솔레이터(2), 제2아이솔레이터(3), 제1출력광커플러(4), 밴드패스필터(5), 편광제어부(6), 광섬유지연선(7), 전류구동기(8), 임의함수발생기(9)를 포함하는 링공진회로(10); 서큘레이터(11), 포토다이오드(12), 반사필터(13)를 포함하는 트리거신호생성부(20); 및 간섭계(30)로 이루어질 수 있다.
- [0038] 광증폭기(1)에서 제1아이솔레이터(2)로 출력되는 광신호는, 광신호의 전송방향을 일방향으로 제한하는 제1아이솔레이터(2)에 의해, 다른 용도로 사용되지 못하고 소멸될 수 있다. 이에 따라, 전류구동기(8) 및 광증폭기(1)에 의해 생성된 광에너지의 효율이 감소할 수 있다.
- [0039] 제1출력광커플러(4)에서 출력된 광신호를 입력 받은 제2출력광커플러(14)는, 10 내지 20%의 출력신호를 트리거신호생성부(20)로 전송하고, 80 내지 90%의 출력신호를 간섭계(30)로 전송할 수 있다. 이에 따라, 간섭계(30)로 100%의 광에너지가 전송되지 않아, 광학단층촬영 시 요구되는 수준의 레이저 출력이 획득되지 않을 수 있다.
- [0040] 이와 같은 일반적인 종래기술의 광학단층촬영장치(OCT) 광에너지 활용은, 눈의 망막 구조 촬영과 같은 인체를 상대로 한 광학단층촬영에서는 문제되지 않을 수 있다. 그러나, 산업용으로 물체를 상대로 광학단층촬영을 하는 경우, 간섭계(30)의 레이저출력이 물체의 단층을 촬영하기에는 부족하게 되는 문제가 발생할 수 있다. 이의 해결을 위해, 부스터광증폭기(BOA)를 사용할 수 있으나, 광에너지의 효율이 감소하고, 고가의 비용을 부담할 수 있다.
- [0042] 도2는 본 발명의 실시 예에 따른 광학단층촬영장치(OCT)의 구성도이다.
- [0044] 도2에서 보는 바와 같이, 서큘레이터를 이용하여 역방향 출력을 활용하는 트리거신호 추출형 링레이저를 구비하는 광학단층촬영장치는, 전류구동기(180), 전류구동기(180)로부터 전기에너지를 공급받아 이득매질로 사용되는 광증폭기(120), 광증폭기(120)로부터 광신호를 입력 받고 광신호의 전송방향을 제어하는 제1서큘레이터(110), 광증폭기(120)로부터 광신호를 입력 받고 광신호의 전송방향을 일방향으로 제한하는 아이솔레이터(130), 아이솔레이터(130)로부터 광신호를 입력 받고 광신호의 전송방향을 제어하며 광신호의 파장을 변환시키는 출력광커플러(140), 출력광커플러(140)로부터 광신호를 입력 받아 제1서큘레이터(110)로 출력하며 광신호의 주파수를 조절하는 필터부(150)를 포함하는 파장스위핑광원부(100); 제1서큘레이터(110)로부터 광신호를 입력 받고, 트리거신호를 생성하는 트리거신호생성부(200) 및 출력광커플러(140)로부터 광신호를 입력 받고, 대상물의 단층 정보를 수집하는 간섭계(300)를 포함하여 이루어질 수 있다.
- [0045] 그리고, 광증폭기는, 링(ring)공진회로로서 형성되는 파장스위핑광원부(100)의 제1방향으로 전송되는 필터부(150)의 출력신호를 입력 받아, 제1방향으로 전파되는 제1광증폭기출력신호(121) 및 제1방향의 역방향인 제2방향으로 전송되는 제2광증폭기출력신호(122)를 생성할 수 있다.
- [0046] 여기서, 순방향인 제1방향은 광증폭기(120)로부터 아이솔레이터(130) 및 출력광커플러(140)로 전송되는 광신호의 방향을 의미하고, 역방향인 제2방향은 광증폭기(120)로부터 제1서큘레이터(110)로 전송되는 광신호의 방향을 의미할 수 있다. 이하, 모든 설명에서 동일하다.
- [0047] 일반적인 종래기술의 광학단층촬영장치(OCT)와 달리, 본 발명의 서큘레이터를 이용하여 역방향 출력을 활용하는 트리거신호 추출형 링레이저를 구비하는 광학단층촬영장치는, 종래기술의 제1아이솔레이터(2) 대신에 제1서큘레이터(110)가 설치되고, 종래기술의 제2출력광커플러(14)는 제외되어 있을 수 있다.
- [0048] 제1서큘레이터(110)는, 제2광증폭기출력신호(122)를 입력 받아 트리거신호생성부(200)로 출력할 수 있다.
- [0049] 따라서, 제2방향으로 전송되는 제2광증폭기출력신호(122)는 소멸되지 않고 트리거신호생성부(200)로 전송되므로, 광증폭기(120)에 의한 광신호의 에너지를 효율적으로 사용할 수 있다.
- [0050] 여기서, 제1서큘레이터(110)로부터 광증폭기(120)로 전송되는 광신호의 파장 위상과 제2광증폭기출력신호(122)의 파장 위상을 동일하게 제어하여, 간섭현상으로 인한 에너지의 손실 없이 제2광증폭기출력신호(122)가 트리거신호생성부(200)로 전송되어 사용되도록 할 수 있다.
- [0051] 본 발명의 광학단층촬영장치는, 출력광커플러(140)로부터 선택적으로 광신호를 입력 받고 광신호의 편광을 조절하는 편광제어부(160)를 더 포함하여 이루어질 수 있다.
- [0052] 편광제어부(160)는, 수동 조절될 수 있고, 발전기나 전기신호 또는 자동피드백에 의해 자동으로 작동할 수

있다.

- [0053] 편광제어부(160)는, 집적 광학 니오브 산 리튬(LiNbO₃) 편광 장비일 수 있다.
- [0054] 본 발명의 광학단층촬영장치는, 편광제어부(160)와 필터부(150) 사이에 연결되며 과장스위핑광원부(100)의 공진 주기와 필터부(150)의 구동 주기를 일치시키는 광섬유지연선(170)을 더 포함하여 이루어질 수 있다.
- [0055] 본 발명의 광학단층촬영장치는, 출력광커플러(140)와 간섭계(300) 사이에 위치하고, 출력광커플러(140)로부터 출력된 광신호를 증폭시켜 간섭계(300)로 전송하는 부스터광증폭기(BOA)를 더 포함하여 이루어질 수 있다.
- [0056] 광에너지의 효율화를 구현하는 본 발명인 광학단층촬영장치의 간섭계(300)에서 레이저출력이 부족할 경우, 선택적으로 부스터광증폭기(BOA)를 사용할 수 있다. 이 때, 일반적인 종래기술의 광학단층촬영장치(OCT) 보다 더 소형의 부스터광증폭기(BOA)를 사용할 수 있고, 또한 동급의 부스터광증폭기(BOA)를 사용하더라도 더 적은 수를 사용하여, 낮은 비용과 높은 효율로 부스터광증폭기(BOA)를 운용할 수 있다.
- [0057] 트리거신호생성부(200)는, 제1서큘레이터(110)로부터 광신호를 입력받고 광신호의 전송방향을 제어하는 제2서큘레이터(210); 제2서큘레이터(210)로부터 광신호를 입력 받고, 입력 받은 광신호를 반사하는 반사필터(230) 및 제2서큘레이터(210)로부터 광신호를 입력 받고 광에너지를 전기에너지로 변환해주는 포토다이오드(220)를 포함하여 이루어질 수 있다.
- [0058] 제2서큘레이터(210)는, 반사필터(230)로부터 입력 받은 광신호를 포토다이오드(220)로 전송할 수 있다.
- [0059] 트리거 신호는, 회로에서 동작 시작의 계기가 되는 신호로서, 본 발명의 광학단층촬영장치는, 트리거 신호의 생성을 위해 트리거신호생성부(200)로 전송되는 광신호로 제2광증폭기출력신호(122)를 사용함으로써 간섭계(300)에 전송되는 광신호를 극대화할 수 있다.
- [0060] 간섭계(300)는, 광신호의 간섭 무늬를 확인하는 마이컬슨간섭계 및 촬영위치를 제어하는 갈바노미터를 포함하여 이루어질 수 있다.
- [0061] 필터부(150)는, 광섬유 페브리 페롯 과장 가변필터(FFP-TF), 페브리 페롯 가변 밴드패스필터(FP-TBPF), 격자 도움 수직 결합형 광필터(GAVCCF), 광섬유 격자 소자(OFG), 광섬유 브래그 격자(FBG) 또는 유전체 박막 필터(TFF) 중 하나로 형성될 수 있다.
- [0062] 여기서, 광섬유 페브리 페롯 과장 가변필터(FFP-TF) 또는 페브리 페롯 가변 밴드패스필터(FP-TBPF)의 공극 간격을 조정함으로써 발진 파장을 선택할 수 있다.
- [0063] 본 발명의 실시 예에서는, 필터부(150)가 광섬유 페브리 페롯 과장 가변필터(FFP-TF), 페브리 페롯 가변 밴드패스필터(FP-TBPF), 격자 도움 수직 결합형 광필터(GAVCCF), 광섬유 격자 소자(OFG), 광섬유 브래그 격자(FBG) 또는 유전체 박막 필터(TFF) 중 하나로 형성될 수 있다고 설명하고 있으나, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0064] 필터부(150)는, 광신호의 주기 및 과형을 제어하는 임의함수발생기(AFG)(190)를 구비할 수 있다.
- [0065] 임의함수발생기(AFG)(190)는 광신호를 제어하기 위해, 특정 함수뿐만 아니라 필요에 따라 각각 다른 함수를 발생시킬 수 있다.
- [0067] 이하, 본 발명인 서큘레이터를 이용하여 역방향 출력을 활용하는 트리거신호 추출형 링레이저를 구비하는 광학단층촬영장치의 작동방법에 대해 설명하기로 한다.
- [0069] 첫째 단계에서, 전류구동기(180)로부터 광증폭기(120)로 전기에너지가 공급될 수 있다.
- [0070] 둘째 단계에서, 광증폭기(120)로부터 제1방향으로 출력된 광신호가 아이솔레이터(130)로 전송되고, 광증폭기(120)로부터 제2방향으로 출력된 광신호가 제1서큘레이터(110)로 전송될 수 있다.
- [0071] 셋째 단계에서, 아이솔레이터(130)로부터 출력광커플러(140)로 광신호가 전송되고, 제1서큘레이터(110)로부터 트리거신호생성부(200)로 광신호가 전송될 수 있다.
- [0072] 넷째 단계에서, 출력광커플러(140)로부터 간섭계(300) 또는 필터부(150)로 광신호가 전송될 수 있다.
- [0073] 다섯째 단계에서, 필터부(150)로부터 제1서큘레이터(110)로 광신호가 전송될 수 있다.
- [0074] 여섯째 단계에서, 제1서큘레이터(110)로부터 광증폭기(120)로 광신호가 전송될 수 있다.
- [0076] 이하, 본 발명인 서큘레이터를 이용하여 역방향 출력을 활용하는 트리거신호 추출형 링레이저를 구비하는 광학

단층촬영장치의 실시 예에 대해 설명하기로 한다.

- [0078] 도3은 본 발명의 실시 예에 따른 광학단층촬영장치에서 조사되는 레이저 빔의 스펙트럼의 파장 가변 대역폭에 대한 그래프이고, 도4는 본 발명의 실시 예에 따른 제1서클레이터(110)로부터 트리거신호생성부(200)로 전송되는 광신호의 스펙트럼에 대한 그래프이며, 도5는 본 발명의 실시 예에 따른 반사필터(230)에서 반사된 반사광의 스펙트럼에 대한 그래프이고, 도6은 본 발명의 실시 예에 따른 반사광이 포토다이오드(220)에서 전기신호로 변환되어 오실로스코프(oscilloscope)에서 측정된 그래프이다.
- [0080] [실시 예 1]
- [0081] 본 발명의 광학단층촬영장치 레이저로 스위프 파장 가변 레이저(Swept Wavelength Tunable Laser, SWTL)를 선택하고, 광증폭기(SOA)(120)에 250mA의 전류를 투입하였다.
- [0082] 이에 대한 각 구성요소의 측정 결과는 하단과 같다.
- [0084] 도3에서 보는 바와 같이, 스위프 파장 가변 레이저(Swept Wavelength Tunable Laser, SWTL)의 스펙트럼의 대역폭의 크기는 74nm로서, 스펙트럼의 대역폭이1271.4nm에서부터 1345.4nm까지로 형성되었다. 이는 감도가 1nm 및 -60dBm 인 광학 분광기(Optical spectrometer)에서 측정되었다.
- [0085] 이에 따라, 부스터광증폭기(BOA)를 설치하지 않고도 물체의 단층 촬영에 적합한 레이저 출력을 획득할 수 있음이 확인되었다.
- [0087] 도4에서 보는 바와 같이, 제1서클레이터(110)로부터 트리거신호생성부(200)로 전송되는 광신호의 크기는 74nm로서, 광신호의 스펙트럼이1271.4nm에서부터 1345.4nm까지로 형성되었다. 이는 감도가 1nm 및 -60dBm 인 광학 분광기(Optical spectrometer)에서 측정되었다.
- [0088] 도5에서 보는 바와 같이, 트리거신호생성부(200)의 반사필터(230)의 반사광의 스펙트럼은 1284.6nm로 측정되었다. 이는 감도가 1nm 및 -60dBm 인 광학 분광기(Optical spectrometer)에서 측정되었다.
- [0089] 오실로스코프(oscilloscope)에서 측정된 그래프인 도6에서 보는 바와 같이, 좌측으로부터 첫 번째 트리거 신호는 하향의 파장 스위프(downward wavelength sweeping)으로서 그 스펙트럼이 1354.4nm로부터 1271.4nm로 변할 때 형성되고, 좌측으로부터 두 번째 트리거 신호는 상향의 파장 스위프(upward wavelength sweeping)으로서 그 스펙트럼이 1271.4nm로부터 1354.4nm로 변할 때 형성되었다. 좌측으로부터 세 번째 트리거 신호는 레이저의 파장이 감소할 때 검출된 것이고, 좌측으로부터 네 번째 트리거 신호는 레이저의 파장이 증가할 때 검출된 것이었다. 이러한 네 가지의 트리거 신호 검출은 반복되게 된다.
- [0090] 이에 따라, 광증폭기(120)에서 생성된 제2광증폭기출력신호(122)가 트리거신호생성부(200)로 성공적으로 전송되는 것이 확인되었다.
- [0092] 전술한 본 발명의 설명은 예시를 위한 것이며, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시 예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 예를 들어, 단일형으로 설명되어 있는 각 구성 요소는 분산되어 실시될 수도 있으며, 마찬가지로 분산된 것으로 설명되어 있는 구성 요소들도 결합된 형태로 실시될 수 있다.
- [0093] 본 발명의 범위는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

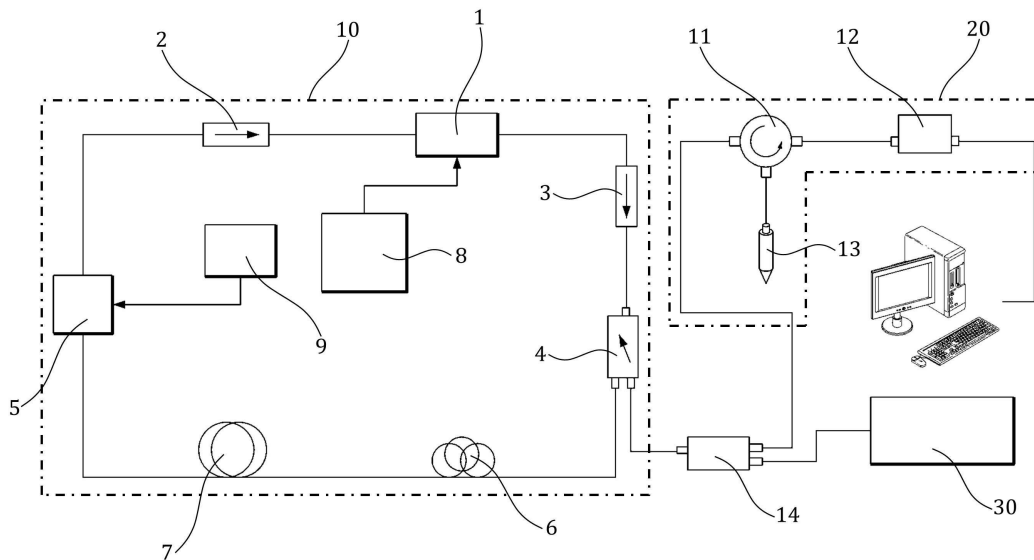
부호의 설명

- [0095] 1 : 광증폭기 2 : 제1아이슬레이터
- 3 : 제2아이슬레이터 4 : 제1출력광커플러
- 5 : 밴드패스필터 6 : 편광제어부
- 7 : 광섬유지연선 8 : 전류구동기
- 9 : 임의함수발생기 10 : 링공진회로
- 11 : 서클레이터 12 : 포토다이오드

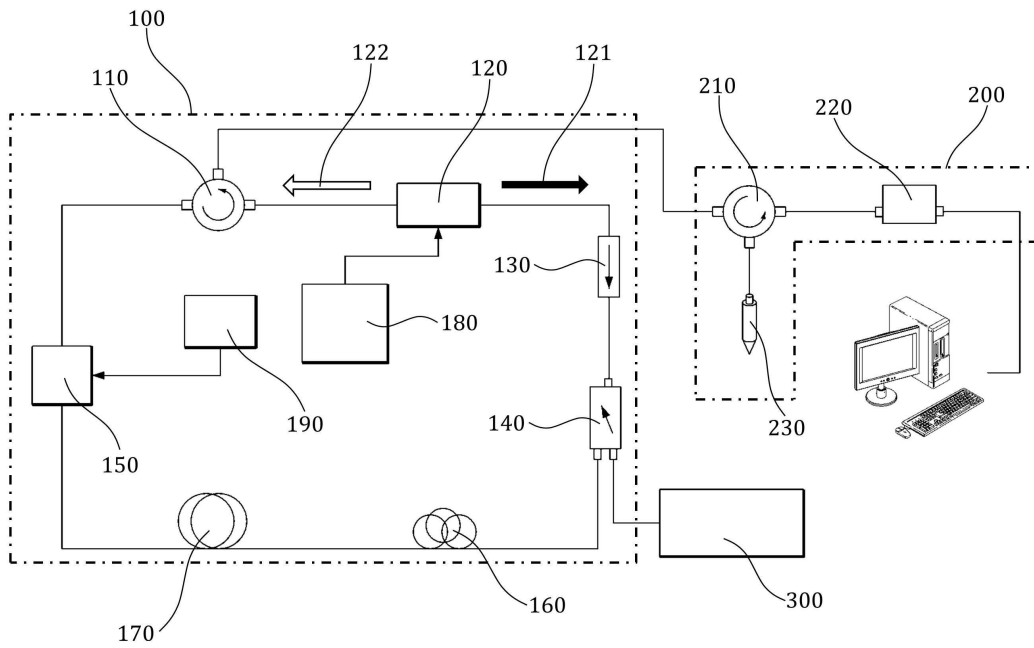
- | | |
|------------------|------------------|
| 13 : 반사필터 | 14 : 제2출력광커플러 |
| 20 : 트리거신호생성부 | 30 : 간접계 |
| 100 : 과장스위핑광원부 | 110 : 제1서클레이터 |
| 120 : 광증폭기 | 121 : 제1광증폭기출력신호 |
| 122 : 제2광증폭기출력신호 | 130 : 아이솔레이터 |
| 140 : 출력광커플러 | 150 : 필터부 |
| 160 : 편광제어부 | 170 : 광섬유지연선 |
| 180 : 전류구동기 | 190 : 임의함수발생기 |
| 200 : 트리거신호생성부 | 210 : 제2서클레이터 |
| 220 : 포토다이오드 | 230 : 반사필터 |
| 300 : 간접계 | |

도면

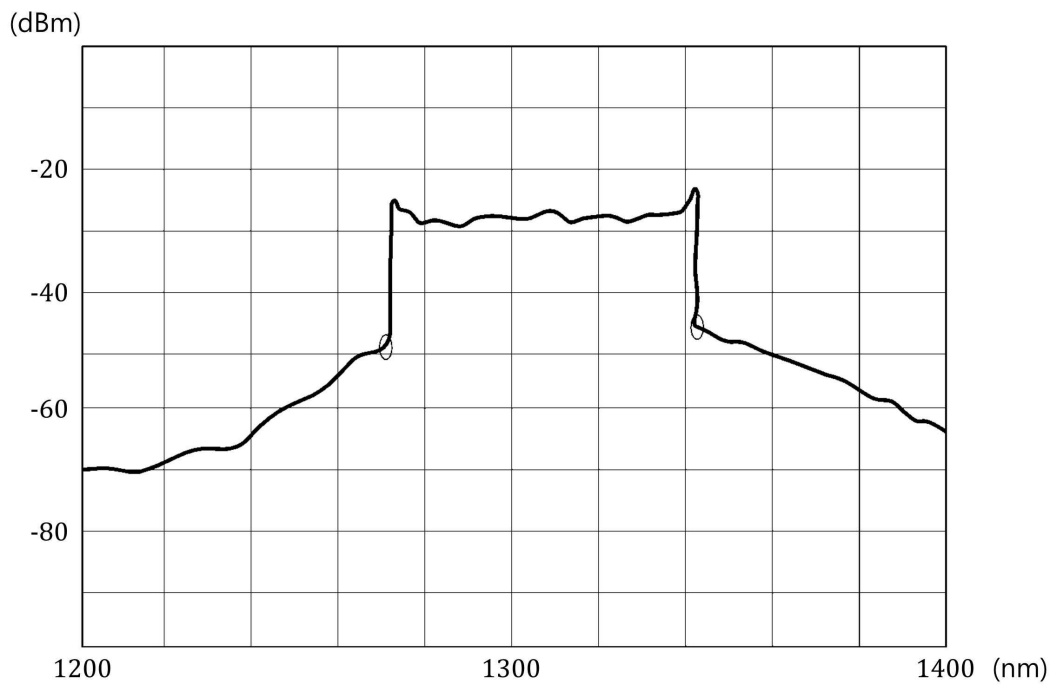
도면1



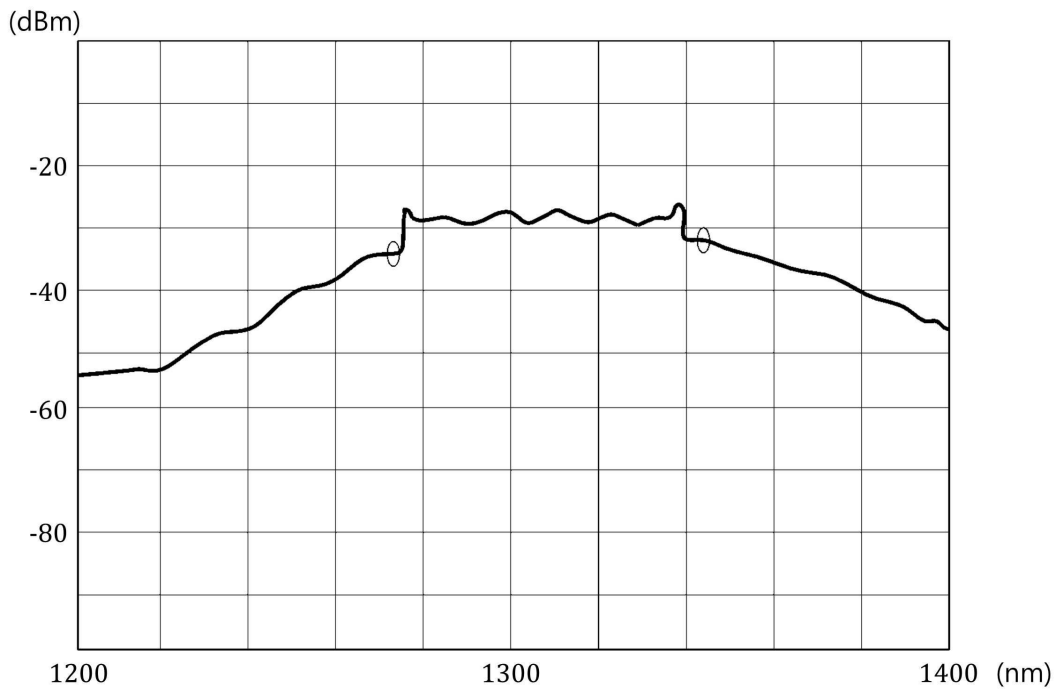
도면2



도면3



도면4



도면5



도면6

