



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0102034
(43) 공개일자 2014년08월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01N 21/45 (2006.01) G01B 9/02 (2006.01)
A61B 1/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-0015423
(22) 출원일자 2013년02월13일
심사청구일자 2013년02월13일

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
정지채
서울특별시 서초구 효령로 68길 81 서초자이아파트 102동 1305호
김지현
인천 남구 수봉안길57번길 37, (송의동)
(74) 대리인
특허법인엠에이피에스

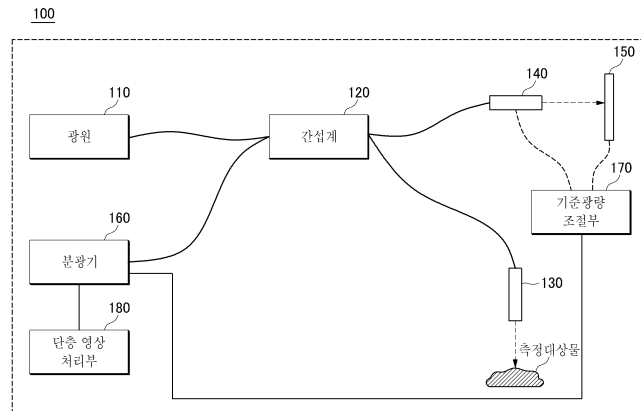
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 발명의 명칭 광 간섭 단층 촬영 장치 및 방법

(57) 요약

광 간섭 단층 촬영 시, 광원으로부터 출력된 광을 제 1 광신호 및 제 2 광신호로 분할하여 출력하고, 제 1 광신호를 측정 대상물에 조사하고, 제 2 광신호를 기준 거울에 조사하고, 제 1 광신호가 측정 대상물로부터 반사된 측정광 신호 및 제2광신호가 기준 거울로부터 반사된 기준광 신호를 각각 피드백 받고, 피드백된 측정광 신호 및 기준광 신호를 결합하고, 결합된 측정광 신호 및 기준광 신호에 기초하여 간섭 신호 세기를 계측하되, 이전에 계측된 간섭 신호 세기에 기초하여 설정된 제 2 광신호의 기준 거울로의 입사각 또는 기준 거울에서의 반사각을 적용하여 제 2 광신호를 조사한다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 R0900195

부처명 교육과학기술부

연구사업명 세계적인 연구중심대학육성사업

연구과제명 뇌공학 융합 기술 연구

기 여 율 1/1

주관기관 고려대학교 산학협력단

연구기간 2012.09.01 ~ 2013.08.31

특허청구의 범위

청구항 1

광 간섭 단층 촬영 장치에 있어서,

광을 출력하는 광원;

상기 광원으로부터 출력된 광을 제 1 광신호 및 제 2 광신호로 분할하여 출력하고, 상기 제 1 광신호에 대응하는 측정광 신호 및 상기 제 2 광신호에 대응하는 기준광 신호를 각각 피드백 받아 결합하는 간섭계;

상기 간섭계를 통해 출력된 상기 제 1 광신호를 측정 대상물에 조사하고, 상기 측정 대상물로부터 반사된 상기 측정광 신호를 상기 간섭계로 피드백하는 대상 측정부;

상기 간섭계를 통해 출력된 상기 제 2 광신호를 기준 거울에 조사하고, 상기 기준 거울로부터 반사된 상기 기준광 신호를 상기 간섭계로 피드백하는 기준광 생성부;

상기 간섭계를 통해 결합된 상기 측정광 신호 및 상기 기준광 신호의 간섭 신호 세기를 측정하는 분광기; 및

이전에 측정한 상기 간섭 신호 세기에 기초하여 상기 제 2 광신호의 상기 기준 거울로의 입사각 또는 상기 기준 거울에서의 반사각이 변경되도록 제어하는 기준광량 조절부를 포함하는 광 간섭 단층 촬영 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 기준광량 조절부는,

상기 분광기의 광포화 임계값 및 상기 이전에 측정한 간섭 신호 세기에 기초하여 상기 기준광 신호의 목표 세기를 결정하고,

상기 기준광 신호의 목표 세기에 기초하여 상기 제 2 광신호의 상기 기준 거울로의 입사각 또는 상기 기준 거울에서의 반사각을 변경하는 광 간섭 단층 촬영 장치.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

사전에 기준광 신호 세기 별로 상기 제 2 광신호의 상기 기준 거울로의 입사각 및 상기 기준 거울에서의 반사각 중 적어도 하나를 매칭하여 상기 기준광 신호에 대한 정규화 광량 맵을 생성하는 기준 생성부를 더 포함하되,

상기 기준광량 조절부는,

상기 정규화 광량 맵으로부터 상기 기준광 신호의 목표 세기에 매칭된 상기 입사각 또는 상기 반사각을 검출하는 광 간섭 단층 촬영 장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 기준광량 조절부는,

상기 기준 거울을 향해 출력된 상기 제 2 광신호를 각각 기설정된 반사각으로 반사시키는 하나 이상의 광학계; 및

상기 이전에 측정한 간섭 신호 세기에 기초하여 상기 광학계 별 상기 반사각을 설정하고, 상기 광학계 별로 상기 반사각에 기초하여 설정된 방향 및 각도로 회동시키는 광학계 구동부를 포함하되,

상기 복수의 광학계를 포함한 경우,

상기 복수의 광학계는 각각 어느 하나의 다른 광학계로부터 반사된 광이 입사되도록 대향 배치된 것인 광 간섭 단층 촬영 장치.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

상기 복수의 광학계는,

제 1 진행 방향으로 출력된 상기 제2 광신호를 상기 제 1 진행 방향과 상이한 제 2 진행 방향으로 반사시키는 제 1 광학계; 및

상기 제 1 광학계로부터 반사된 광신호를 상기 제 1 진행 방향으로 반사시켜 상기 기준 거울에 입사시키는 제 2 광학계를 포함하는 광 간섭 단층 촬영 장치.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 대상 측정부는 상기 간섭계를 통해 출력된 상기 제 1 광신호를 집광하여 상기 측정 대상물을 향해 평행광으로 출력하는 제 1 광시준기를 포함하고,

상기 기준광 생성부는 상기 간섭계를 통해 출력된 상기 제 2 광신호를 집광하여 상기 기준 거울을 향해 평행광으로 출력하는 제 2 광시준기를 포함하는 광 간섭 단층 촬영 장치.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 기준광량 조절부는,

상기 이전에 계측된 간섭 신호 세기에 기초하여 상기 제 2 광시준기의 광출력각을 설정하고, 상기 제 2 광시준기를 상기 광출력각에 기초하여 설정된 방향 및 각도로 회동시키는 광시준기 구동부를 포함하는 광 간섭 단층 촬영 장치.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 기준광량 조절부는,

상기 이전에 계측된 간섭 신호 세기에 기초하여 상기 기준 거울의 반사각을 설정하고, 상기 기준 거울을 상기 반사각에 기초하여 설정된 방향 및 각도로 회동시키는 기준 거울 구동부를 포함하는 광 간섭 단층 촬영 장치.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 분광기를 통해 계측된 간섭 신호 세기의 값을 신호 처리하여 상기 측정 대상물에 대한 단층 촬영 영상을 생성하는 단층 영상 처리부를 더 포함하는 광 간섭 단층 촬영 장치.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 이전에 계측된 간섭 신호 세기는,

상기 측정 대상물에 대해 상기 간섭계에 최초 피드백된 상기 측정광 신호 및 상기 기준광 신호에 따른 간섭 신호 세기의 초기 값인 광 간섭 단층 촬영 장치.

청구항 11

광 간섭 단층 촬영 장치를 통한 광 간섭 단층 촬영 방법에 있어서,

(a) 광원으로부터 출력된 광을 제 1 광신호 및 제 2 광신호로 분할하여 출력하는 단계;

(b) 상기 제 1 광신호를 측정 대상물에 조사하고, 상기 제 2 광신호를 기준 거울에 조사하는 단계;

- (c) 상기 제 1 광신호가 상기 측정 대상물로부터 반사된 측정광 신호 및 상기 제2광신호가 상기 기준 거울로부터 반사된 기준광 신호를 각각 피드백 받는 단계;
 - (d) 상기 피드백된 측정광 신호 및 기준광 신호를 결합하는 단계; 및
 - (e) 상기 결합된 측정광 신호 및 기준광 신호에 기초하여 간섭 신호 세기를 측정하는 단계를 포함하되,
- 상기 (b) 단계는,
- 이전에 측정한 상기 간섭 신호 세기에 기초하여 설정된 상기 제 2 광신호의 상기 기준 거울로의 입사각 또는 상기 기준 거울에서의 반사각을 적용하여 상기 제 2 광신호를 조사하는 광 간섭 단층 촬영 방법.

청구항 12

- 제 11 항에 있어서,
- 상기 (a) 단계 이전에,
- (f) 상기 간섭 신호 세기를 측정하는 분광기의 광포화 임계값 및 상기 이전에 측정한 간섭 신호 세기에 기초하여 상기 기준광 신호의 목표 세기를 결정하는 단계;
 - (g) 상기 기준광 신호의 목표 세기에 기초하여 상기 제 2 광신호의 상기 기준 거울로의 입사각 또는 상기 기준 거울에서의 반사각을 설정하는 단계를 더 포함하는 광 간섭 단층 촬영 방법.

청구항 13

- 제 12 항에 있어서,
- 상기 (g) 단계 이전에,
- (h) 기준광 신호 세기 별로 상기 제 2 광신호의 상기 기준 거울로의 입사각 또는 상기 기준 거울에서의 반사각을 매칭하여 상기 기준광 신호에 대한 정규화 광량 맵을 생성하는 단계를 더 포함하되,
- 상기 (g) 단계는,
- 상기 정규화 광량 맵으로부터 상기 기준광 신호의 목표 세기에 매칭된 상기 입사각 또는 상기 반사각을 검출하는 광 간섭 단층 촬영 방법.

청구항 14

- 제 11 항에 있어서,
- 상기 이전에 측정한 간섭 신호 세기는,
- 상기 측정 대상물에 대해 최초 피드백된 상기 측정광 신호 및 상기 기준광 신호에 따른 간섭 신호 세기의 초기 값인 광 간섭 단층 촬영 방법.

청구항 15

- 제 11 항에 있어서,
- 상기 (e) 단계 이후에,
- 상기 측정한 간섭 신호 세기의 값을 신호 처리하여 상기 측정 대상물에 대한 단층 촬영 영상을 생성하는 단계를 더 포함하는 광 간섭 단층 촬영 방법.

명세서

기술분야

본 발명은 기준 신호의 광량 조절이 가능한 광 간섭 단층 촬영 장치 및 방법에 관한 것이다.

배경기술

광 간섭 단층 촬영 장치(Optical coherence tomography, 이하 'OCT' 로 지칭함)는 인체에 무해한 광을 이용하

여 실시간으로 생체 조직 및 재료의 내부를 고해상도로 촬영하는 장치이다. 이러한 OCT는 파장이 짧은 간섭 광원을 이용하여 생체 조직 및 재료 내의 미세한 부분의 단층을 서브-마이크론(sub-micron) 영역까지 고해상도로 촬영할 수 있다.

[0003] OCT는 의료 영상 진단 분야의 레이저 단층 촬영, 광섬유 센서 시스템, 또는 광통신 분야에 널리 사용되고 있으며, 원리와 구조에 따라 주파수 영역(Frequency Domain) OCT와 스펙트럼 영역(Spectrum Domain) OCT로 분류할 수 있다.

[0004] 스펙트럼 영역 OCT는 광대역 광원을 이용하며, 광대역 광원은 스펙트로미터(spectrometer)에 의해 파장대 별로 측정체로부터 반사되는 빛의 크기를 분석하여 영상화한다. 이러한 스펙트로미터로서는 씨모스(CMOS, Complementary Oxide Semiconductor) 카메라 또는 씨씨디(CCD, Charge-Coupled Device) 카메라 형태의 라인 디텍터가 사용된다. 이때, 광대역 광원의 특정 파장이 CCD 또는 CMOS 카메라의 특정 픽셀에 맵핑되도록 설계되며, 맵핑된 파장별 픽셀이 선형적으로 유지되는 것이 일반적인 방식이다. 또한, 스펙트럼 영역 OCT는 픽셀 조합을 푸리에 변환하여 측정체의 깊이 정보를 획득한다.

[0005] 한편, OCT는 기준 신호와 샘플 신호(측정 신호)의 광 경로차에 의해 발생한 간섭 무늬를 분석하여 영상을 획득하는 장치이므로, 기준 신호를 상황에 맞게 조절해 주는 방식이 필요하다.

[0006] 종래의 OCT는 적절한 기준 신호를 획득하기 위해 기준 신호단에 ND(Neutral density) 필터를 장착하여 빛의 크기를 감소시키는 방법을 이용하였다. 그러나 ND 필터의 빛의 감쇠도는 고정되어 있기 때문에 원하는 수준의 기준 신호를 정확하게 획득하기 어렵다는 단점이 있었다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 ND 필터의 빛 감쇠량이 점진적으로 바뀌는 가변 ND 필터를 이용하는 방안이 제시되었다. 그러나 이러한 ND 필터를 이용한 기준 신호 획득 방식은 ND 필터 자체를 움직여 빛의 세기를 변경하기 때문에 ND 필터의 빛 파장별 차단 계수에 의존적이고, 속도가 느리며, OCT의 부피가 커지는 단점이 있었다.

[0007] 이와 관련하여, 한국등록특허 제849193호(발명의 명칭: 오씨티 시스템)는, 광원과 검출기 사이의 광 경로상에 필터부재를 설치하여 광이 스펙트럼별로 시간차를 두고 나가도록 하여 이미지를 처리하되, 패브리 페로 필터와 같은 필터부재를 사용하여 광원에서 발생된 광이 광분할기에서 분할되기 전 또는 측정피로부터 반사되어 광분할기에서 결합된 후 시간차를 두고 파장별로 나아가도록 하여 이미지를 처리하는 구성을 개시하고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명은 전술한 종래 기술의 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 기준광량을 조절할 수 있는 기준 신호단이 구현된 광 간섭 단층 촬영 장치 및 그 단층 촬영 방법을 제공하고자 한다.

[0009] 다만, 본 실시예가 이루고자 하는 기술적 과제는 상기된 바와 같은 기술적 과제로 한정되지 않으며, 또 다른 기술적 과제들이 존재할 수 있다.

과제의 해결 수단

[0010] 상기와 같은 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 일 측면에 따른 광 간섭 단층 촬영 장치는, 광을 출력하는 광원, 상기 광원으로부터 출력된 광을 제 1 광신호 및 제 2 광신호로 분할하여 출력하고, 상기 제 1 광신호에 대응하는 측정광 신호 및 상기 제 2 광신호에 대응하는 기준광 신호를 각각 피드백 받아 결합하는 간섭계, 상기 간섭계를 통해 출력된 상기 제 1 광신호를 측정 대상물에 조사하고, 상기 측정 대상물로부터 반사된 상기 측정광 신호를 상기 간섭계로 피드백하는 대상 측정부, 상기 간섭계를 통해 출력된 상기 제 2 광신호를 기준 거울에 조사하고, 상기 기준 거울로부터 반사된 상기 기준광 신호를 상기 간섭계로 피드백하는 기준광 생성부, 상기 간섭계를 통해 결합된 상기 측정광 신호 및 상기 기준광 신호의 간섭 신호 세기를 측정하는 분광기 및 이전에 측정된 상기 간섭 신호 세기에 기초하여 상기 제 2 광신호의 상기 기준 거울로의 입사각 또는 상기 기준 거울에서의 반사각이 변경되도록 제어하는 기준광량 조절부를 포함한다.

[0011] 본 발명의 다른 측면에 따른 광 간섭 단층 촬영 장치를 통한 광 간섭 단층 촬영 방법은, (a) 광원으로부터 출력된 광을 제 1 광신호 및 제 2 광신호로 분할하여 출력하는 단계, (b) 상기 제 1 광신호를 측정 대상물에 조사하고, 상기 제 2 광신호를 기준 거울에 조사하는 단계, (c) 상기 제 1 광신호가 상기 측정 대상물로부터 반사된 측정광 신호 및 상기 제2광신호가 상기 기준 거울로부터 반사된 기준광 신호를 각각 피드백 받는 단계, (d) 상기 피드백된 측정광 신호 및 기준광 신호를 결합하는 단계 및 (e) 상기 결합된 측정광 신호 및 기준광 신호에

기초하여 간섭 신호 세기를 계측하는 단계를 포함하되, 상기 (b) 단계는, 이전에 계측된 상기 간섭 신호 세기에 기초하여 설정된 상기 제 2 광신호의 상기 기준 거울로의 입사각 또는 상기 기준 거울에서의 반사각을 적용하여 상기 제 2 광신호를 조사한다.

발명의 효과

- [0012] 전술한 본 발명의 과제 해결 수단 중 어느 하나에 의하면, 기준광 신호의 광량을 조절하여 단층 촬영함으로써 단층 촬영 영상의 감도가 향상되어 선명한 단층 영상을 제공할 수 있는 효과가 있다.
- [0013] 그리고 본 발명의 과제 해결 수단 중 어느 하나에 의하면, 별도의 필터 부재 없이도 기준광 신호단을 구현할 수 있어 광 간섭 단층 촬영 장치의 부피를 소형화할 수 있으며, 빛 파장별 차단 계수와 무관하게 기준광 신호를 최적화 할 수 있는 효과가 있다.
- [0014] 또한, 본 발명의 과제 해결 수단 중 어느 하나에 의하면, 실시간으로 검출된 간섭 신호 세기를 이용하여 능동적으로 다음 기준광 신호의 세기를 변경 적용함으로써, 측정 대상물에 대한 최적의 단층 촬영을 신속하게 처리할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0015] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 광 간섭 단층 촬영 장치의 구성을 나타내는 구성도이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 기준광량 조절부의 구성을 나타낸 구성도이다.
- 도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 기준광량 조절부의 구성을 나타낸 구성도이다.
- 도 4는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 기준광량 조절부의 구성을 나타낸 구성도이다.
- 도 5는 본 발명의 실시예에서 기준광량 조절에 따른 간섭 신호 세기의 스펙트럼을 나타내는 일례이다.
- 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 기준광 신호에 대한 정규화 광량 맵을 나타내는 일례이다.
- 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 기준광 신호의 광량 조절 효과를 설명하기 위한 단층 촬영 영상의 일례이다.
- 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 광 간섭 단층 촬영 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0016] 아래에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할 수 있도록 본 발명의 실시예를 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.
- [0017] 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어 있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어 있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 "전기적으로 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 포함할 수 있는 것을 의미한다.
- [0018] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 광 간섭 단층 촬영 장치의 구성을 나타내는 구성도이다.
- [0019] 도 1에 도시한 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 광 간섭 단층 촬영 장치(100)는 광원(110), 간섭계(120), 대상 측정부(130), 기준광 생성부(140), 기준 거울(150), 분광기(160), 기준광량 조절부(170) 및 단층 영상 처리부(180)를 포함하여 구성된다.
- [0020] 광원(110)은 광 간섭 단층 촬영을 위한 광을 간섭계(120) 측으로출력한다.
- [0021] 간섭계(120)는 광원(110)으로부터 출력된 광을 제 1 광신호 및 제 2 광신호로 분할하여, 제 1 광신호를 대상 측정부(130)를 통해 측정 대상물을 향해 출력하고, 제 2 광신호를 기준광 생성부(140)를 통해 기준 거울(150)을 향해 출력한다.
- [0022] 그리고 간섭계(120)는 대상 측정부(130)를 통해 제 1 광신호에 대응하는 측정광 신호를 피드백 받고, 기준광 생성부(140)를 통해 제 2 광신호에 대응하는 기준광 신호를 피드백 받는다.

- [0023] 또한, 간섭계(120)는 각각 피드백된 측정광 신호 및 기준광 신호를 결합하여 분광기(160)로 전달한다.
- [0024] 대상 측정부(130)는 간섭계(120)를 통해 출력된 제 1 광신호를 측정 대상물에 조사하고, 측정 대상물로부터 반사된 측정광 신호를 간섭계(120)로 피드백한다.
- [0025] 이때, 본 발명의 실시예에 따른 대상 측정부(130)는 간섭계(120)로부터 출력된 제 1 광신호를 집광하여 측정 대상물을 향해 평행광으로 출력하는 제 1 광시준기(미도시)를 포함할 수 있다. 참고로, 제 1 광시준기(미도시)는 스캐닝 렌즈로 구성될 수 있다.
- [0026] 기준광 생성부(140)는 간섭계(120)를 통해 출력된 제 2 광신호를 기준 거울(150)에 조사하고, 기준 거울(150)로부터 반사된 기준광 신호를 간섭계(120)로 피드백한다.
- [0027] 이때, 본 발명의 실시예에 따른 기준광 생성부(140)는 간섭계(120)로부터 출력된 제 2 광신호를 집광하여 기준 거울(150)을 향해 평행광으로 출력하는 제 2 광시준기(미도시)를 포함할 수 있다. 참고로, 제 2 광시준기(미도시)는 포커싱 렌즈로 구성될 수 있다. 본 발명의 실시예에서는 제 1 광시준기 및 제 2 광시준기의 각 렌즈를 동일한 렌즈로 구성함으로써, 기준광 신호단과 대상 측정단 간의 굴절율을 별도로 정합 처리하지 않고도 간편하게 단층 촬영 영상을 획득할 수 있다.
- [0028] 분광기(160)는 간섭계(120)를 통해 결합된 측정광 신호 및 기준광 신호에 대한 간섭 신호 세기를 계측하고, 계측한 간섭 신호 세기를 단층 영상 처리부(180) 및 기준광량 조절부(170)로 전송한다.
- [0029] 단층 영상 처리부(180)는 분광기(160)를 통해 계측된 간섭 신호 세기의 값을 기설정된 방식으로 신호 처리하여 측정 대상물에 대한 단층 촬영 영상을 생성 및 제공한다.
- [0030] 구체적으로, 단층 영상 처리부(180)는 대상 측정부(130)가 스캐닝한 측정 대상물에 대해 간섭 신호 세기의 값에 따른 깊이 정보를 추출하고, 기설정된 개수의 픽셀 별 깊이 정보를 취합하여 단층 영상을 구성한다. 이때, 단층 영상 처리부(180)는 분광기(160)를 통해 획득한 간섭 신호 세기의 값들을 기설정된 파장(wavelength)에 대해 등간격 k-공간 변환한 후 역푸리에 변환 처리하여 깊이 정보를 추출한다.
- [0031] 한편, 본 발명의 실시예에 따른 광 간섭 단층 촬영 장치(100)는 기준광 생성부(140)를 통해 피드백된 기준광 신호의 크기를 조절하여, 단층 촬영 영상의 신호 대 잡음비와 감도를 향상시킨다.
- [0032] 구체적으로, 본 발명의 실시예에 따른 분광기(160)는 광센서를 포함하는 촬영 수단(예를 들어, 카메라)을 포함하여 구성된다. 이때, 간섭계(120)를 통해 분광기(160)에 수신되는 측정광 신호 및 기준광 신호의 광량이 너무 강할 경우, 분광기(160)의 광센서가 광포화 상태가 되어 간섭 신호의 광량(즉, 간섭 신호 세기)의 계측이 어려워질 수 있다. 또한, 분광기(160)에 수신되는 측정광 신호 및 기준광 신호의 광량이 너무 약할 경우, 간섭 신호에 따른 신호 대 잡음비와 감도가 감소되어 단층 촬영 영상의 열화가 발생할 수 있다.
- [0033] 이에 따라, 기준광량 조절부(170)는 이전에 계측된 간섭 신호 세기(이하, '이전 간섭 신호 세기' 라고 함)에 기초하여 제 2 광신호의 기준 거울(150)로의 입사각 또는 기준 거울(150)의 제 2 광신호에 대한 반사각이 변경되도록 제어한다.
- [0034] 구체적으로, 기준광량 조절부(170)는 사전에 설정된 분광기(160)의 광포화 임계값 및 분광기(160)로부터 수신된 이전 간섭 신호 세기에 기초하여 기준광 신호의 목표 세기를 결정한다. 그리고 기준광량 조절부(170)는 결정된 기준광 신호의 목표 세기에 기초하여 제 2 광신호의 기준 거울(150)로의 입사각 또는 기준 거울(150)의 제 2 광신호에 대한 반사각을 변경한다.
- [0035] 이때, 본 발명의 실시예에 따른 기준광량 조절부(170)는 측정 대상물에 대해 간섭계(120)에 최초 피드백된 측정광 신호 및 기준광 신호에 따른 간섭 신호 세기의 초기 값을 이전 간섭 신호 세기로서 설정할 수 있다.
- [0036] 즉, 본 발명의 실시예에 따른 광 간섭 단층 촬영 장치(100)는 측정 대상물에 대한 단층 영상을 생성하기 위한 유효한 간섭 신호 세기를 계측하기에 앞서, 분광기(150)에 대한 최적의 기준광 신호 세기를 결정하는 테스트 단계를 먼저 수행한다. 이에 따라, 상기 최적의 기준광 신호 세기(즉, 목표 세기)에 기초하여 설정된 제 2 광신호의 기준 거울(150)로의 입사각 또는 기준 거울(150)의 제 2 광신호에 대한 반사각이 적용된 상태에서 다음 기준광 신호를 획득할 수 있다.
- [0037] 이하, 도 2 내지 도 4를 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 기준광량 조절부(170)의 다양한 실시예에 대해서 상세히 설명하도록 한다.

- [0038] 먼저, 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 기준광량 조절부의 구성을 나타낸 구성도이다.
- [0039] 도 2에 도시한 바와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 기준광량 조절부(170)는 광학계(171, 172) 및 광학계 구동부(173)를 포함하여 구성된다.
- [0040] 구체적으로, 광학계(171, 172)는 기준광 생성부(140)를 통해 기준 거울(150)을 향해 출력된 제 2 광신호를 각각 기설정된 반사각으로 반사시켜 기준 거울(150)로의 입사각을 조절한다.
- [0041] 이때, 도 2에서는 기준광량 조절부(170)가 제 1 진행 방향으로 출력된 상기 제2 광신호를 제 1 진행 방향과 상이한 제 2 진행 방향으로 반사시키는 제 1 광학계(171) 및 제 1 광학계로부터 반사된 광신호를 제 1 진행 방향으로 반사시켜 기준 거울(150)에 입사시키는 제 2 광학계(172)를 포함하는 것을 나타내었다. 이와 같은 복수의 광학계는 각각 어느 하나의 다른 광학계로부터 반사된 광이 입사되도록 대향 배치된다.
- [0042] 참고로, 도 2에서는 기준광량 조절부(170)가 두 개의 광학계(171, 172)를 포함하여 구성되는 것을 예로서 설명하였으나, 본 발명의 실시예에 따른 기준광량 조절부(170)는 하나 이상의 광학계를 포함하여 구성될 수 있다.
- [0043] 광학계 구동부(173)는 복수의 광학계(171, 172) 및 이전 간섭 신호 세기에 기초하여 광학계 별 반사각을 설정하고, 복수의 광학계 별로 반사각에 기초하여 설정된 방향 및 각도로 회동시킨다.
- [0044] 이때, 광학계 구동부(173)는 앞서 설명한 바와 같이 이전 간섭 신호 세기에 기초하여 기준광 신호의 목표 세기를 결정하고, 기준광 신호의 목표 세기에 따라 제 1 및 제 2 광학계(171, 172)의 반사각을 설정한다.
- [0045] 도 3은 본 발명의 다른 실시예에 따른 기준광량 조절부의 구성을 나타낸 구성도이다.
- [0046] 도 3에 도시한 바와 같이, 본 발명의 다른 실시예에 따른 기준광량 조절부(170)는 기준광 생성부(140)의 제 2 광신호 출력각을 제어하는 광시준기 구동부(174)를 포함하여 구성된다.
- [0047] 구체적으로, 광시준기 구동부(174)는 이전 간섭 신호 세기에 기초하여 기준광 생성부(140)의 광출력각(즉, 제 2 광시준기(미도시)의 광출력각)을 설정하고, 설정된 광출력각에 기초하여 제 2 광시준기(미도시)를 설정된 방향 및 각도로 회동시킨다.
- [0048] 이때, 광시준기 구동부(174)는 앞서 설명한 바와 같이 이전 간섭 신호 세기에 기초하여 기준광 신호의 목표 세기를 결정하고, 기준광 신호의 목표 세기에 따라 제 2 광시준기(미도시)의 광출력각을 설정한다.
- [0049] 도 4는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 기준광량 조절부의 구성을 나타낸 구성도이다.
- [0050] 도 4에 도시한 바와 같이, 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 기준광량 조절부(170)는 기준 거울 구동부(175)를 포함하여 구성된다.
- [0051] 구체적으로, 기준 거울 구동부(175)는 이전 간섭 신호 세기에 기초하여 기준 거울(150)의 반사각을 설정하고, 설정된 반사각에 기초하여 기준 거울(150)을 설정된 방향 및 각도로 회동시킨다.
- [0052] 이때, 기준 거울 구동부(175)는 앞서 설명한 바와 같이 이전 간섭 신호 세기에 기초하여 기준광 신호의 목표 세기를 결정하고, 기준광 신호의 목표 세기에 따라 기준 거울(150)의 반사각을 설정한다.
- [0053] 이와 같이 기준광량 조절부(170)가 기준 거울(150)에 입사되는 제 2 광신호의 입사각 또는 기준 거울(150)의 제 2 광신호 반사각을 조절함에 따라 기준광 생성부(140)를 통해 피드백되는 기준광 신호의 광량이 변경된다.
- [0054] 예를 들어, 도 5는 본 발명의 실시예에서 기준광량 조절에 따른 간섭 신호 세기의 스펙트럼을 나타내는 일례이다.
- [0055] 도 5에서는 기준광 신호의 광량 변화에 따라 분광기(160)에서 획득하는 간섭 신호의 광량 스펙트럼을 나타내었으며, 기준광 신호의 광량이 변경됨에 따라 간섭 신호 세기가 상이한 것을 알 수 있다.
- [0056] 한편, 본 발명의 실시예에 따른 광 간섭 단층 촬영 장치(100)는 기준광량 조절부(170)가 제 2 광신호의 기준 거울(150)로의 입사각 또는 기준 거울(150)의 제2 광신호에 대한 반사각을 정확하고 신속하게 결정할 수 있도록 설정 기준을 제공하는 기준 생성부(미도시)를 더 포함할 수 있다.
- [0057] 구체적으로, 기준 생성부(미도시)는 사전에 기준광 신호 세기 별로 제 2 광신호의 기준 거울(150)로의 입사각 및 기준 거울(150)의 제2 광신호에 대한 반사각 중 적어도 하나를 매칭하여 기준광 신호에 대한 정규화 광량 맵(map)을 생성하여 저장한다.

- [0058] 예를 들어, 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 기준광 신호에 대한 정규화 광량 맵을 나타내는 일례이다.
- [0059] 도 6에서 나타낸 정규화 광량 맵은, 앞서 도 2 내지 도 4에서 설명한 복수의 광학계의 반사각, 제 2 광시준기의 출력각 및 기준 거울의 반사각 중 어느 하나의 변경에 따라 기준 거울의 위치 별로 반사되는 광량을 나타내는 광량 분포도이다.
- [0060] 참고로 기준광량 조절부(170)는 기준 생성부(미도시)가 생성하여 저장해둔 정규화 광량 맵으로부터 기준광 신호의 목표 세기에 매칭된 상기 입사각 또는 상기 반사각을 검출할 수 있다.
- [0061] 이와 같은 기준 생성부(미도시)는 앞서 도 1을 통해 설명한 광 간섭 단층 촬영 장치(100) 내에 일 구성으로 포함될 수 있으며, 기준광량 조절부(170)가 자체적으로 기준 생성부(미도시)의 동작을 수행하는 것도 가능하다.
- [0062] 이상에서와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 광 간섭 단층 촬영 장치(100)는 실시간으로 검출된 간섭 신호 세기를 이용하여 능동적으로 기준광 신호의 세기를 변경 적용함으로써, 측정 대상물에 대한 최적의 단층 촬영을 신속하게 처리할 수 있다.
- [0063] 예를 들어, 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 기준광 신호의 광량 조절 효과를 설명하기 위한 단층 촬영 영상의 일례이다.
- [0064] 도 7의 (a)는 기준광 신호의 광량 조절없이 측정 대상물을 촬영한 단층 영상이고, 도 7의 (b)는 기측정된 간섭 신호 세기에 따라 설정된 기준광 신호의 최적의 광량을 적용하여 측정 대상물을 촬영한 단층 영상이다.
- [0065] 이처럼, 본 발명의 실시예에 따른 광 간섭 단층 촬영 장치(100)를 통해 기준광 신호의 광량을 조절하여 단층 촬영을 할 경우 단층 영상의 감도가 향상되어 선명한 단층 영상을 제공할 수 있는 효과가 있다.
- [0066] 이하, 도 8을 참조하여 본 발명의 실시예에 따른 광 간섭 단층 촬영 방법을 상세히 설명하도록 한다.
- [0067] 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 광 간섭 단층 촬영 방법을 설명하기 위한 순서도이다.
- [0068] 먼저, 광 간섭 단층 촬영 장치의 분광기의 광포화 임계값에 적합한 기준광 신호의 목표 세기를 결정한다(S110).
- [0069] 구체적으로, 측정 대상물에 대한 단층 촬영 시 다음 측정광 신호 및 기준광 신호를 획득하기에 앞서, 이전 측정광 신호 및 기준광 신호에 기초하여 계측된 이전 간섭 신호 세기와 상기 광포화 임계값에 기초하여 기준광 신호의 목표 세기를 결정한다.
- [0070] 예를 들어, 광포화 임계값은 분광기 내 광센서의 광포화도로 설정될 수 있고, 이러한 광센서의 광포화도를 100%로 가정할 경우 기준광 신호의 목표 세기를 광포화도의 90% 이하가 되도록 설정할 수 있다.
- [0071] 참고로, 이전 간섭 신호 세기는 측정 대상물에 대해 최초로 피드백된 측정광 신호 및 기준광 신호에 따른 간섭 신호 세기의 초기 값일 수 있다.
- [0072] 그런 다음, 결정된 기준광 신호의 목표 세기에 기초하여 광 간섭 단층 촬영 장치의 기준 거울에 대한 광의 입사각 또는 기준 거울의 광 반사각을 설정하여 적용한다(S120).
- [0073] 예를 들어, 광 간섭 단층 촬영 장치의 간섭계와 기준 거울 사이에 위치하여 간섭계를 통해 출력된 광의 진행 경로 및 각도를 변경시키는 복수의 광학계의 구동을 제어함으로써 기준 거울에 대한 광의 입사각을 변경할 수 있다. 또한, 간섭계를 통해 출력되는 광을 설정된 출력각으로 출력하는 광시준기의 구동을 제어함으로써 기준 거울에 대한 광의 입사각을 변경할 수 있다. 또한, 기준 거울 자체의 구동을 제어하여 기준 거울의 반사각을 변경할 수 있다.
- [0074] 한편, 상기 단계 (S110) 또는 (S120)에 앞서, 사전에 기준광 신호 세기 별로 광신호의 기준 거울로의 입사각 또는 기준 거울의 광신호에 대한 반사각을 매칭하여 기준광 신호에 대한 정규화 광량 맵을 생성할 수 있다. 이때, 상기 단계 (S120)에서 정규화 광량 맵을 이용하여 기준광 신호의 목표 세기에 매칭된 상기 입사각 또는 상기 반사각을 신속하게 검출할 수 있다.
- [0075] 그런 후, 광원으로부터 출력된 광을 간섭계를 통해 제 1 광신호 및 제 2 광신호로 분할하여 출력한다(S130).
- [0076] 그런 다음, 광 간섭 단층 촬영 장치의 대상 측정부가 측정 대상물에 제 1 광신호를 조사하고, 기준광 생성부가 기준 거울에 제 2 광신호를 조사한다(S140).
- [0077] 이때, 상기 단계 (S120)에서 설정된 기준 거울에 대한 광의 입사각 또는 기준 거울의 광 반사각이 적용된 상태

에서 기준 거울에 제 2 광신호가 조사된다.

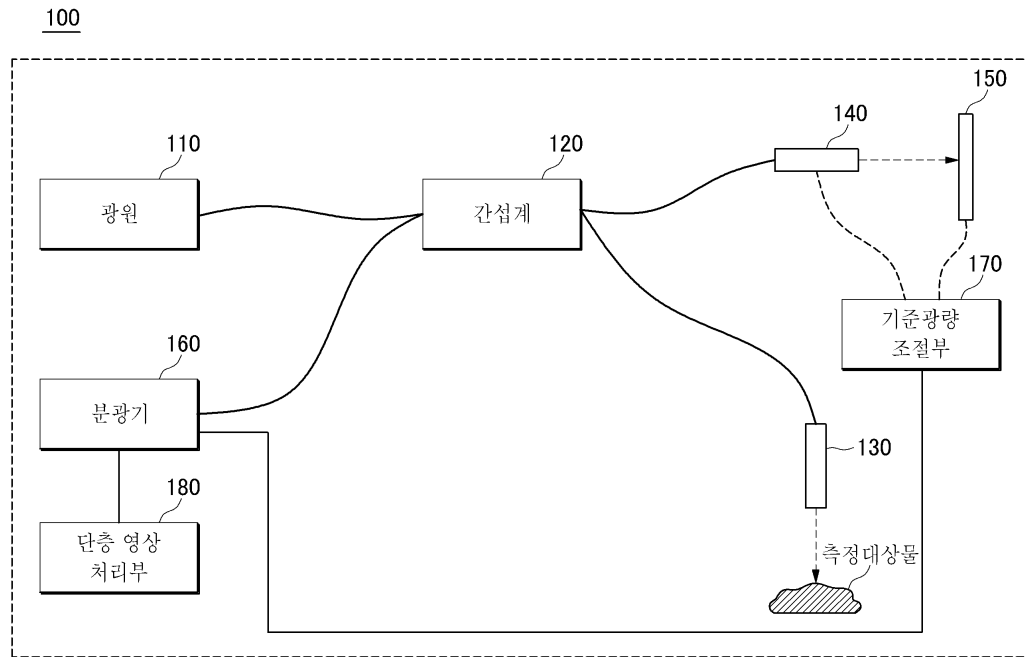
- [0078] 다음으로, 간섭계가 측정 대상물로부터 반사된 측정광 신호를 대상 측정부를 통해 피드백 받고, 기준 거울로부터 반사된 기준광 신호를 기준광 생성부를 통해 피드백 받는다(S150).
- [0079] 그런 다음, 광 간섭 단층 촬영 장치의 분광기를 통해 측정광 신호 및 기준광 신호에 기초한 간섭 신호 세기를 계측한다(S160).
- [0080] 그런 후, 계측된 간섭 신호 세기에 기초하여 측정 대상물에 대한 단층 촬영 영상을 생성하여 제공한다(S170).
- [0081] 한편, 본 발명의 실시예에 따른 광 간섭 단층 촬영 방법에서는 기준광 신호의 목표 세기를 결정하는 단계(S110)를 간섭 신호 세기의 초기 값에 대해서 일회 적용하거나, 매 단층 촬영 회마다 이전 간섭 신호에 기초하여 적용하는 것이 가능하다.
- [0082] 본 발명의 실시예는 컴퓨터에 의해 실행되는 프로그램 모듈과 같은 컴퓨터에 의해 실행 가능한 명령어를 포함하는 기록 매체의 형태로도 구현될 수 있다. 컴퓨터 판독 가능 매체는 컴퓨터에 의해 액세스될 수 있는 임의의 가용 매체일 수 있고, 휘발성 및 비휘발성 매체, 분리형 및 비분리형 매체를 모두 포함한다. 또한, 컴퓨터 판독 가능 매체는 컴퓨터 저장 매체 및 통신 매체를 모두 포함할 수 있다. 컴퓨터 저장 매체는 컴퓨터 판독가능 명령어, 데이터 구조, 프로그램 모듈 또는 기타 데이터와 같은 정보의 저장을 위한 임의의 방법 또는 기술로 구현된 휘발성 및 비휘발성, 분리형 및 비분리형 매체를 모두 포함한다. 통신 매체는 전형적으로 컴퓨터 판독가능 명령어, 데이터 구조, 프로그램 모듈, 또는 반송파와 같은 변조된 데이터 신호의 기타 데이터, 또는 기타 전송 메커니즘을 포함하며, 임의의 정보 전달 매체를 포함한다.
- [0083] 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 실시예들은 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.
- [0084] 본 발명의 범위는 상기 상세한 설명보다는 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

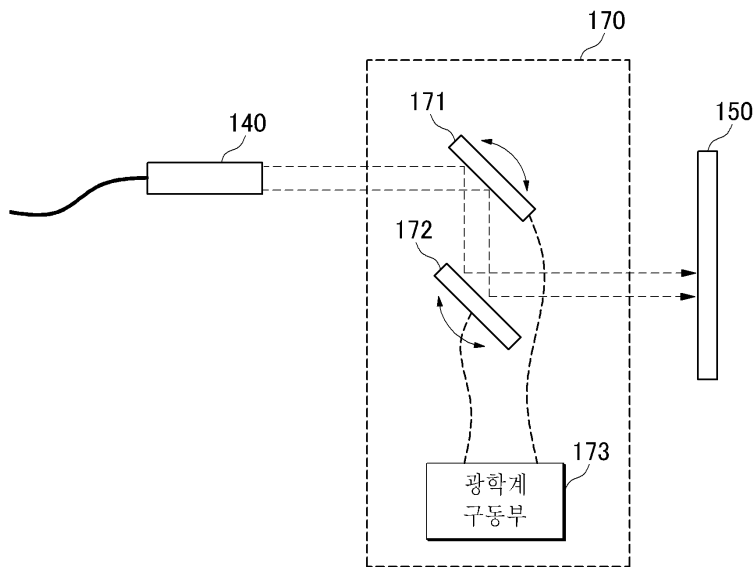
- [0085] 100: 광 간섭 단층 촬영 장치
- 110: 광원
- 120: 간섭계
- 130: 대상 측정부
- 140: 기준광 생성부
- 150: 기준 거울
- 160: 분광기
- 170: 기준광량 조절부
- 171: 제 1 광학계
- 172: 제 2 광학계
- 173: 광학계 구동부
- 174: 광시준기 구동부
- 175: 기준 거울 구동부
- 180: 단층 영상 처리부

도면

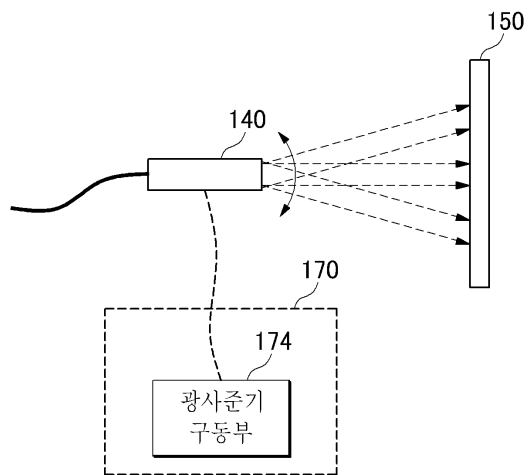
도면1



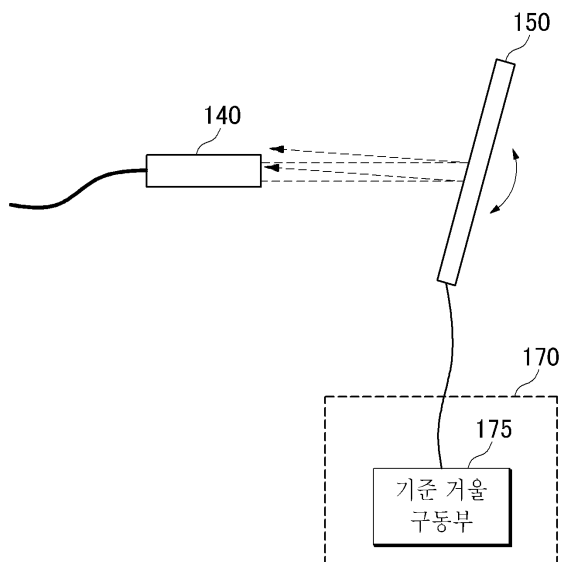
도면2



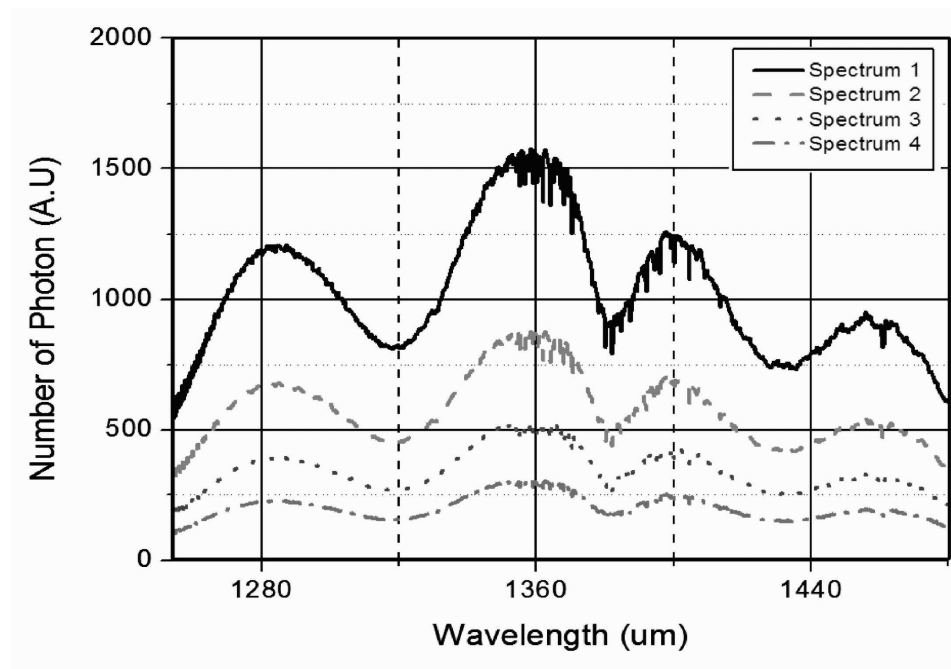
도면3



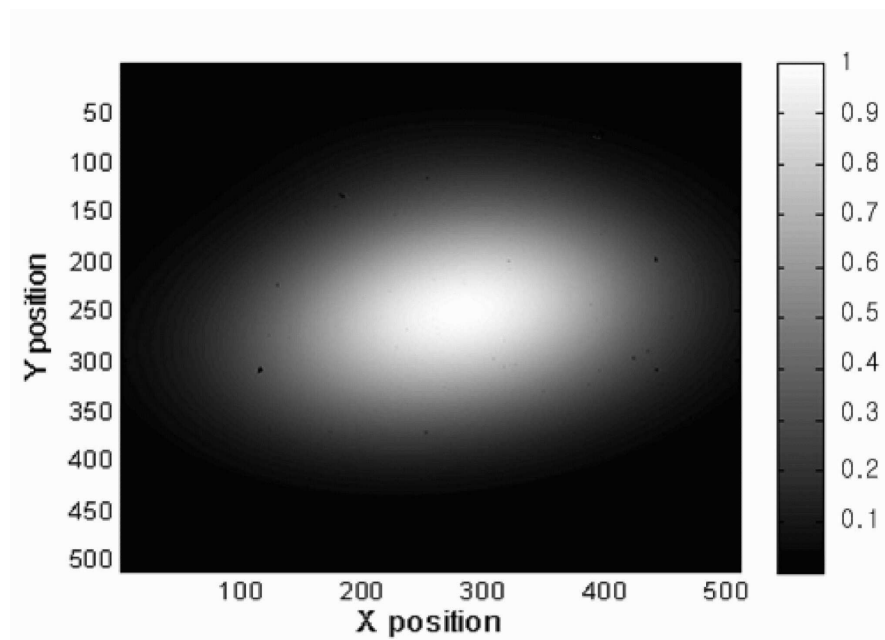
도면4



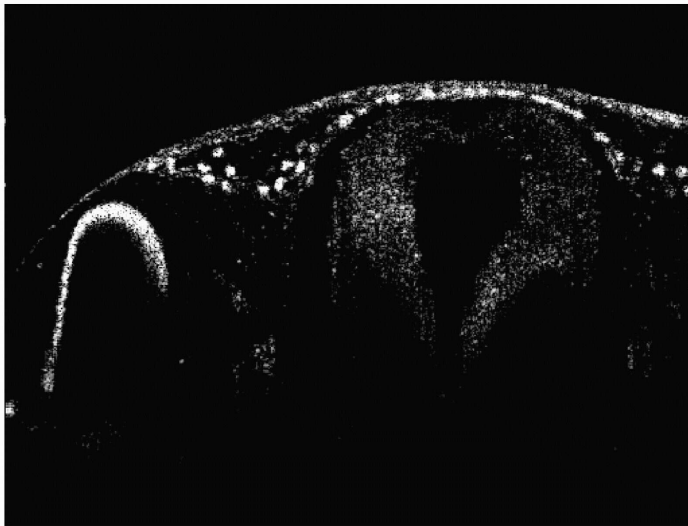
도면5



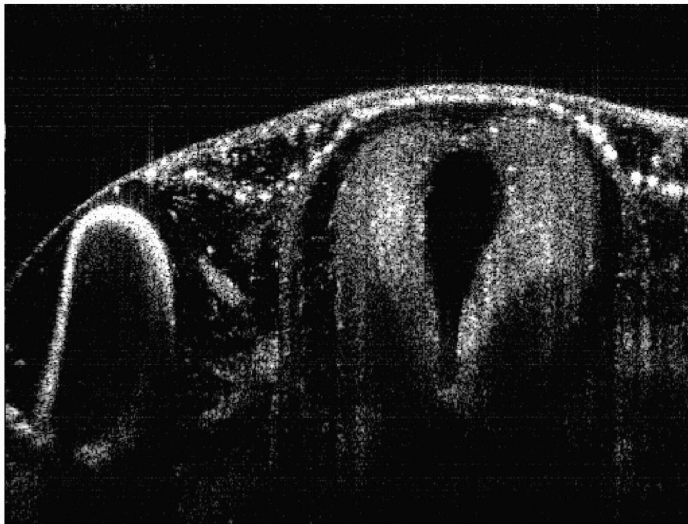
도면6



도면7



(a)



(b)

도면8

