



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2023-0093880
(43) 공개일자 2023년06월27일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01B 9/02091 (2022.01) A61B 3/00 (2006.01)
A61B 3/10 (2006.01) A61B 5/00 (2021.01)
G01B 9/02 (2022.01) G01B 9/02055 (2022.01)

(52) CPC특허분류
G01B 9/02091 (2022.01)
A61B 3/0025 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2021-0182870
(22) 출원일자 2021년12월20일
심사청구일자 2021년12월20일

(71) 출원인
주식회사 휴비츠
경기도 안양시 동안구 부림로170번길 38 (관양동)

주식회사 오스비스
경기도 안양시 동안구 부림로170번길 38, 지하1층, 6층, 7층 (관양동, 주식회사 휴비츠 평촌사옥)

(72) 발명자
정효상
경기도 안양시 동안구 부림로 170번길 38, 주식회사 휴비츠 내

조민수
경기도 안양시 동안구 부림로 170번길 38, 주식회사 휴비츠 내

이원준
경기도 안양시 동안구 부림로 170번길 38, 지하1층 주식회사 휴비츠오스비스 내

(74) 대리인
특허법인 신우

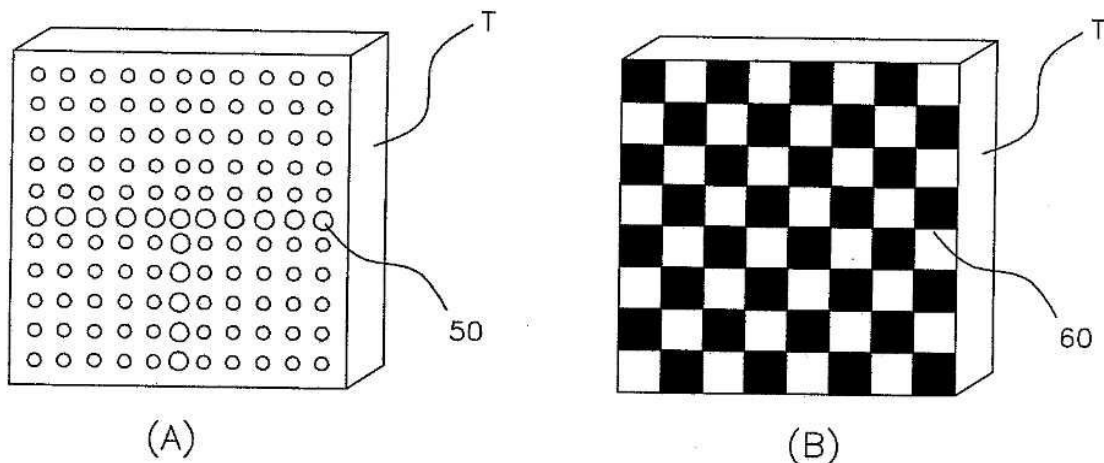
전체 청구항 수 : 총 4 항

(54) 발명의 명칭 **광간섭 단층 촬영 장치의 캘리브레이션 방법**

(57) 요약

비투과성 평면 타겟을 이용한 광간섭 단층 촬영 장치의 캘리브레이션 방법이 개시된다. 상기 캘리브레이션 방법은, 캘리브레이션 타겟(T)의 표면으로 조사되는 측정광(L)을 발생시키는 광원(10); 상기 측정광(L)을 기준광(R) 및 샘플 측정광(L1)으로 분할하는 빔 스플리터(12); 상기 기준광(R)을 반사하여 기준 반사광(R1)을 생성하는 기 (뒷면에 계속)

대표도 - 도3



준 거울(20); 상기 샘플 측정광(L1)을 반사하여 캘리브레이션 타겟(T)으로 샘플 측정광(L1)을 유도하는 스캔부(30); 및 상기 샘플 측정광(L1)이 상기 캘리브레이션 타겟(T)에서 반사되어 형성된 신호 반사광(S)과 상기 기준 반사광(R1)이 중첩되어 형성된 간섭광(I)를 검출하여, 캘리브레이션 타겟(T)의 표면 및 내부 영상 신호를 얻는 광검출기(40)를 포함하는 공간섭 단층 촬영 장치의 캘리브레이션 방법으로서, 상기 공간섭 단층 촬영 장치를 이용하여, 캘리브레이션 타겟(T)을 스캔하여, 캘리브레이션 타겟(T)의 표면 및 내부의 3차원 이미지를 얻고, 얻어진 3차원 이미지로부터 상기 캘리브레이션 타겟(T)의 표면 형상 이미지를 추출하는 단계; 및 상기 캘리브레이션 타겟(T)의 실제 표면 형상에 따라, 공간섭 단층 촬영 장치에서 얻은 캘리브레이션 타겟(T)의 표면 형상 이미지를 캘리브레이션하는 단계를 포함한다.

(52) CPC특허분류

- A61B 3/102* (2013.01)
 - A61B 5/0033* (2018.08)
 - A61B 5/0066* (2013.01)
 - A61B 5/0073* (2013.01)
 - G01B 9/02041* (2013.01)
 - G01B 9/02072* (2013.01)
 - G01B 9/02083* (2013.01)
 - A61B 2560/0223* (2013.01)
-

명세서

청구범위

청구항 1

캘리브레이션 타겟(T)의 표면으로 조사되는 측정광(L)을 발생시키는 광원(10); 상기 측정광(L)을 기준광(R) 및 샘플 측정광(L1)으로 분할하는 빔 스플리터(12); 상기 기준광(R)을 반사하여 기준 반사광(R1)을 생성하는 기준 거울(20); 상기 샘플 측정광(L1)을 반사하여 캘리브레이션 타겟(T)으로 샘플 측정광(L1)을 유도하는 스캔부(30); 및 상기 샘플 측정광(L1)이 상기 캘리브레이션 타겟(T)에서 반사되어 형성된 신호 반사광(S)과 상기 기준 반사광(R1)이 중첩되어 형성된 간섭광(I)를 검출하여, 캘리브레이션 타겟(T)의 표면 및 내부 영상 신호를 얻는 광검출기(40)를 포함하는 광간섭 단층 촬영 장치의 캘리브레이션 방법으로서,

상기 광간섭 단층 촬영 장치를 이용하여, 캘리브레이션 타겟(T)을 스캔하여, 캘리브레이션 타겟(T)의 표면 및 내부의 3차원 이미지를 얻고, 얻어진 3차원 이미지로부터 상기 캘리브레이션 타겟(T)의 표면 형상 이미지를 추출하는 단계; 및

상기 캘리브레이션 타겟(T)의 실제 표면 형상에 따라, 광간섭 단층 촬영 장치에서 얻은 캘리브레이션 타겟(T)의 표면 형상 이미지를 캘리브레이션하는 단계를 포함하는, 캘리브레이션 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 캘리브레이션 타겟(T)은 표면에 소정 형상의 패턴이 형성된 평면 타겟(T)인 것인, 캘리브레이션 방법.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 캘리브레이션 타겟(T)은 샘플 측정광(L1)이 통과하지 못하는 비투과성 타겟(T)인 것인, 캘리브레이션 방법.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 표면 형상 이미지의 캘리브레이션은, 실제 공간에서 캘리브레이션 타겟(T)에 형성된 패턴의 위치와 광간섭 단층 촬영 장치에서 얻은 캘리브레이션 타겟(T)의 표면 형상 이미지에서의 패턴의 위치를 비교하여, 광간섭 단층 촬영 장치에서 획득된 이미지의 왜곡 계수를 얻고, 이를 이용하여 광간섭 단층 촬영 장치의 출력 이미지를 보정하는 것인, 캘리브레이션 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 광간섭 단층 촬영 장치의 캘리브레이션 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는, 비투과성 평면 타겟을 이용한 광간섭 단층 촬영 장치의 캘리브레이션 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 광간섭 단층 촬영(Optical Coherence Tomography: OCT)은 검사 대상으로 측정광을 투과시키고, 검사 대상물의 표면 및 내부의 각 단층에서 반사되는 반사광을 검출하여, 검사 대상물의 표면 및 내부 단층 이미지를 얻는 장치이다. 광간섭 단층 촬영(OCT)을 사용하면, 검사 대상으로 조사되는 측정광의 파장 정도의 분해능으로 검사 대상물의 표면 및 내부 단층 영상을 얻을 수 있다. 광간섭 단층 촬영(OCT)은 비침습적 영상화 기술(non-invasive imaging technique)로서, 다양한 생체 의학 연구 및 의료 영상화 분야, 예를 들면, 안과, 피부과, 종양학, 치과 등의 의료 분야에서 널리 사용되고 있다.

[0003] 도 1은 통상적인 광간섭 단층 촬영(OCT) 장치의 구성을 보여주는 도면이다. 도 1에 도시된 바와 같이, 통상적인 광간섭 단층 촬영(OCT) 장치는 광원(10, light source), 빔 스플리터(12, Beam splitter), 기준 거울(20, Reference mirror), 스캔부(30) 및 광검출기(40, Photo Detector)를 포함한다. 상기 광원(10)은 측정광(L)을

발생시키고, 상기 빔 스플리터(12)는 측정광(L)을 기준광(R) 및 샘플 측정광(L1)으로 분할하여, 기준광(R)을 기준 거울(20)로 조사하고, 샘플 측정광(L1)을 샘플(S)로 조사한다. 상기 스캔부(30)는 샘플 측정광(L1)을 반사하여 샘플(S)의 검사 위치로 샘플 측정광(L1)을 유도한다. 샘플 측정광(L1)이 샘플(S)로 조사되면, 샘플(S)의 표면 및 내부에서 샘플 측정광(L1)이 반사 및 산란되어, 미세한 신호 반사광(S)이 생성된다. 한편, 상기 기준광(R)은 기준 거울(20)에서 반사되어 기준 반사광(R1)을 생성한다. 얻어진 신호 반사광(S) 및 기준 반사광(R1)은 빔 스플리터(12)에서 중첩되어(superimpose) 간섭광(interference light, I)을 생성한다. 상기 광검출기(40)는 간섭광(I)을 검출하여, 샘플(S)의 내부 영상 신호를 얻는다.

[0004] 도 1에 도시된 바와 같이, 통상적인 광간섭 단층 촬영(OCT) 장치는 샘플 측정광(L1), 기준광(R), 간섭광(I) 등의 다양한 광을 집속, 반사, 전달 또는 검출하기 위하여, 콜리메이터(22, 34, 42, collimator), 렌즈(24, 32), 그라팅(46, grating), 스캔부(30), 광검출기(40) 등의 다양한 광학 소자를 사용하며, 상기 광학 소자를 포함하는 다수의 부품이 조립되어 이루어진다. 이러한 광학 소자들은 소자 자체의 물성 편차가 존재하고, 각 부품을 조립할 때 조립 편차도 발생하므로, 각각의 광간섭 단층 촬영(OCT) 장치마다, 샘플(S)을 측정하여 얻은 이미지의 왜곡이 발생한다. 즉, 샘플(S)로부터 얻은 간섭광(I) 데이터를 이용하여 샘플 이미지의 공간 좌표를 복원할 때, 기구적 편차에 의한 특유의 왜곡이 발생한다. 따라서, 제작된 광간섭 단층 촬영(OCT) 장치 각각에 대하여, 각 부분의 위치가 알려져 있는 표준 샘플의 이미지를 얻고, 상기 표준 샘플의 위치 정보를 이용하여, 광간섭 단층 촬영(OCT) 장치에서 얻은 이미지의 왜곡을 보정하는 캘리브레이션(calibration) 작업이 수행되어야 한다(Journal of Optics, Volume 18, Number 1, One step geometrical calibration method for optical coherence tomography, <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/2040-8978/18/1/015301/meta> 참조).

[0005] 광간섭 단층 촬영(OCT) 장치는 샘플의 깊이 방향의 정보가 획득되는 3차원 이미징 장치이므로, 광간섭 단층 촬영(OCT) 장치의 캘리브레이션에 사용되는 표준 샘플로는 입체적인 구조의 샘플 또는 측정광이 투과되는 3차원 구조의 샘플이 일반적으로 사용된다. 그러나, 이러한 입체적인 구조의 샘플 또는 측정광이 투과되는 3차원 구조의 샘플은 검교정의 난이도가 높을 뿐만 아니라, 제작이 어렵고, 비용이 많이 발생하는 단점이 있다.

[0006] [선행기술문헌]

[0007] 특허공개 10-2015-0056713호

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 본 발명의 목적은, 광간섭 단층 촬영(OCT) 장치의 부품 자체 및 부품의 조립 편차에서 발생하는 이미지의 왜곡을 보다 간편하게 보정할 수 있는 광간섭 단층 촬영 장치의 캘리브레이션 방법을 제공하는 것이다.

[0009] 본 발명의 다른 목적은, 제작과 검교정이 쉬운 타겟을 이용한 광간섭 단층 촬영 장치의 캘리브레이션 방법을 제공하는 것이다

과제의 해결 수단

[0010] 상기 목적을 달성하기 위하여, 본 발명은, 캘리브레이션 타겟(T)의 표면으로 조사되는 측정광(L)을 발생시키는 광원(10); 상기 측정광(L)을 기준광(R) 및 샘플 측정광(L1)으로 분할하는 빔 스플리터(12); 상기 기준광(R)을 반사하여 기준 반사광(R1)을 생성하는 기준 거울(20); 상기 샘플 측정광(L1)을 반사하여 캘리브레이션 타겟(T)으로 샘플 측정광(L1)을 유도하는 스캔부(30); 및 상기 샘플 측정광(L1)이 상기 캘리브레이션 타겟(T)에서 반사되어 형성된 신호 반사광(S)과 상기 기준 반사광(R1)이 중첩되어 형성된 간섭광(I)을 검출하여, 캘리브레이션 타겟(T)의 표면 및 내부 영상 신호를 얻는 광검출기(40)를 포함하는 광간섭 단층 촬영 장치의 캘리브레이션 방법으로서,

[0011] 상기 광간섭 단층 촬영 장치를 이용하여, 캘리브레이션 타겟(T)을 스캔하여, 캘리브레이션 타겟(T)의 표면 및 내부의 3차원 이미지를 얻고, 얻어진 3차원 이미지로부터 상기 캘리브레이션 타겟(T)의 표면 형상 이미지를 추출하는 단계; 및 상기 캘리브레이션 타겟(T)의 실제 표면 형상에 따라, 광간섭 단층 촬영 장치에서 얻은 캘리브레이션 타겟(T)의 표면 형상 이미지를 캘리브레이션하는 단계를 포함하는, 광간섭 단층 촬영 장치의 캘리브레이션 방법을 제공한다.

발명의 효과

[0012] 본 발명에 따른 공간섭 단층 촬영 장치의 캘리브레이션 방법에 의하면, 제작과 검교정이 쉬운 타겟을 이용하여, 공간섭 단층 촬영(OCT) 장치의 부품 자체 및 부품의 조립 편차에서 발생하는 이미지의 왜곡을 보다 간단히 보정할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0013] 도 1은 통상적인 공간섭 단층 촬영(OCT) 장치의 구성을 보여주는 도면.
 도 2는 본 발명에 따른 캘리브레이션 방법이 적용될 수 있는 공간섭 단층 촬영 장치의 구성을 보여주는 도면.
 도 3은 본 발명에 따른 공간섭 단층 촬영 장치의 캘리브레이션 방법에 사용될 수 있는 캘리브레이션 타겟(T)의 일 예를 보여주는 도면.
 도 4는 공간섭 단층 촬영 장치에서 얻은 캘리브레이션 타겟(T)의 3차원 이미지 및 이로부터 추출된 2차원의 표면 형상 이미지의 예를 보여주는 도면.
 도 5는 본 발명에 따라, 공간섭 단층 촬영 장치에서 얻은 캘리브레이션 타겟(T)의 표면 형상 이미지를 캘리브레이션하는 과정을 설명하기 위한 도면.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0014] 이하, 첨부된 도면을 참조하여, 본 발명을 상세히 설명한다. 첨부된 도면에서, 종래와 동일 또는 유사한 기능을 수행하는 요소에는 동일한 도면 부호를 부여하였다.

[0015] 도 2는 본 발명에 따른 캘리브레이션 방법이 적용될 수 있는 공간섭 단층 촬영 장치의 구성을 보여주는 도면이다. 본 발명의 캘리브레이션 방법이 적용될 수 있는 공간섭 단층 촬영 장치는 통상적인 공간섭 단층 촬영 장치와 마찬가지로, 도 2에 도시된 바와 같이, 광원(10), 빔 스플리터(12), 기준 거울(20), 스캔부(30) 및 광검출기(40)를 포함하며, 캘리브레이션에 사용되는 표준 샘플로서 캘리브레이션 타겟(T)을 사용한다.

[0016] 상기 광원(10)은 캘리브레이션 타겟(T)의 표면으로 조사되는 측정광(L)을 발생시킨다. 공간섭 단층촬영에 사용되는 측정광(L)은 통상 짧은 가간섭 거리를 가지는 광대역 광(broadband low-coherence light)이고, 예를 들면, 파장 750 nm 내지 1500 nm의 근적외선광이다. 상기 빔 스플리터(12)는 측정광(L)을 기준광(R) 및 샘플 측정광(L1)으로 분할하여, 기준광(R)을 기준 거울(20)로 조사하고, 샘플 측정광(L1)을 샘플(S)로 조사한다. 상기 빔 스플리터(23)는 예를 들면 측정광(L)을 50: 50의 강도를 가지는 기준광(R) 및 샘플 측정광(L1)으로 분할할 수 있다. 상기 빔 스플리터(12)는 후술하는 기준 반사광(R1) 및 신호 반사광(S)을 중첩시키는 역할도 수행하므로 광 커플러(coupler)라고도 한다. 상기 스캔부(30)는 샘플 측정광(L1)을 반사하여 대물 렌즈(32)를 통해 캘리브레이션 타겟(T)으로 샘플 측정광(L1)을 유도한다. 상기 스캔부(30)로는 샘플 측정광(L1)의 반사 각도를 조절하여 타겟(T)의 촬영 위치를 순차적으로 스캔할 수 있는 MEMS 미러(micro electro mechanical system mirror)를 사용할 수 있다. 예를 들면, 상기 MEMS 미러는 2개의 축(예를 들면, 직교 관계에 있는 x축 및 y축)을 기준으로 회전하여, 타겟(T)이 위치하는 평면(x-y 평면)을 순차적으로 스캔하고, 샘플 측정광(L1)이 상기 평면에 수직 방향(z축 방향, x축 및 y축에 직교함)으로 타겟(T) 내부로 조사되어, 타겟(T)의 3차원 단층 영상을 얻을 수 있다.

[0017] 상기 샘플 측정광(L1)이 타겟(T)으로 조사되면, 타겟(T)의 표면 및 내부에서 샘플 측정광(L1)이 반사 및 산란되어, 신호 반사광(S)이 생성된다. 한편, 상기 기준광(R)은 기준 거울(20)에서 반사되어 기준 반사광(R1)을 생성한다. 생성된 신호 반사광(S)은 대물 렌즈(32)를 통해 스캔부(30)로 유도되며, 스캔부(30)는 신호 반사광(S)을 빔 스플리터(12)로 유도한다. 상기 신호 반사광(S) 및 기준 반사광(R1)은 빔 스플리터(12)에서 중첩되어 간섭광(interference light, I)을 생성한다. 상기 광검출기(40)는 간섭광(I)을 검출하여, 타겟(T)의 표면 및 내부 영상 신호를 얻는다. 본 발명에 사용되는 공간섭 단층 촬영 장치는, 필요에 따라, 샘플 측정광(L1), 기준광(R), 간섭광(I) 등의 다양한 광을 집속, 반사, 전달 또는 검출하기 위하여, 콜리메이터(22, 34, 42, collimator), 렌즈(24, 32), 그라팅(46, grating) 등의 광학 소자를 포함할 수 있다.

[0018] 도 3은 본 발명에 따른 공간섭 단층 촬영 장치의 캘리브레이션 방법에 사용될 수 있는 캘리브레이션 타겟(T)의 일 예를 보여주는 도면이다. 도 3에 도시된 바와 같이, 본 발명에 사용될 수 있는 캘리브레이션 타겟(T)은 바람직하게는 평면 타겟(T)이고, 더욱 바람직하게는 표면에 소정 형상의 패턴이 형성된 평면 타겟(T)이며, 예를 들면, 표면에 서클 그리드(circle grid) 형태의 패턴(50) 또는 체스 보드 형태의 패턴(60)이 형성된 평면 타겟(T)일 수 있다. 또한, 상기 캘리브레이션 타겟(T)은 샘플 측정광(L1)이 통과하지 못하는 비투과성 타겟(T)일 수

있다. 상기 캘리브레이션 타겟(T)의 표면 형상 또는 표면에 형성된 패턴(50, 60)의 위치는 미리 알려져 있으므로, 상기 캘리브레이션 타겟(T)은 광간섭 단층 촬영 장치에서 얻은 이미지를 보정하기 위한 표준 타겟으로 사용된다.

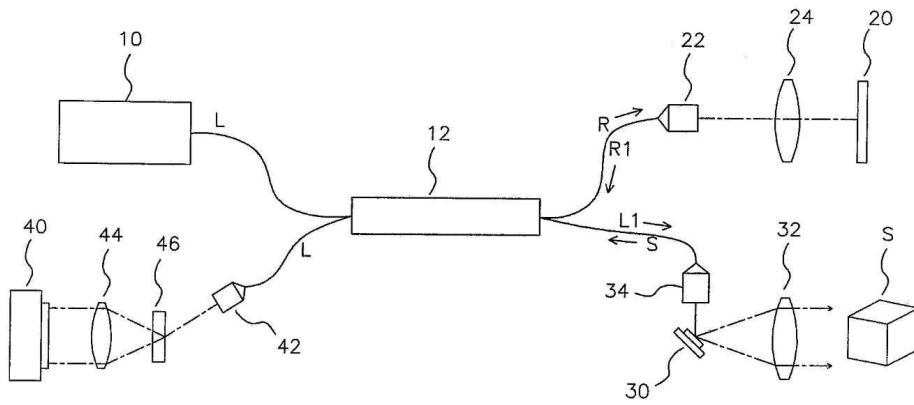
[0019] 도 4 및 5는 본 발명에 따른 광간섭 단층 촬영 장치의 캘리브레이션 방법을 설명하기 위한 도면이다. 본 발명에 따라 광간섭 단층 촬영 장치의 캘리브레이션을 수행하기 위해서는, 먼저, 도 2에 도시된 바와 같은 광간섭 단층 촬영 장치를 이용하여, 캘리브레이션 타겟(T)을 스캔하여, 구체적으로, 상기 스캔부(30)를 x-y 축으로 구동하여, 캘리브레이션 타겟(T)의 표면 및 내부의 3차원 이미지를 얻고, 얻어진 3차원 이미지로부터 상기 캘리브레이션 타겟(T)의 표면 형상 이미지를 추출한다(Surface detection). 도 4는 광간섭 단층 촬영 장치에서 얻은 캘리브레이션 타겟(T)의 3차원 이미지(도 4의 A) 및 이로부터 추출된 2차원의 표면 형상 이미지(도 4의 B)의 예를 보여주는 도면이다. 도 4에 도시된 바와 같이, 예를 들어, 상기 캘리브레이션 타겟(T)이 소정 패턴의 서클 그리드 형상이 표면에 형성되어 있는 비투과성 평면 타겟인 경우, 도 4의 A에 도시된 바와 같이, 표면 이미지는 선명하지만, 내부 이미지는 상대적으로 불투명한 3차원 이미지가 얻어지며, 이로부터 2차원의 표면 형상 이미지를 추출하면, 도 4의 B에 도시된 바와 같이, 캘리브레이션 타겟(T)의 표면 형상 이미지에 해당하는 2차원 이미지를 얻을 수 있다.

[0020] 다음으로, 상기 캘리브레이션 타겟(T)의 실제 표면 형상에 따라, 광간섭 단층 촬영 장치에서 얻은 캘리브레이션 타겟(T)의 표면 형상 이미지를 캘리브레이션한다. 상술한 바와 같이, 광간섭 단층 촬영 장치는 콜리메이터(22, 34, 42), 렌즈(24, 32), 그래팅(46) 등의 렌즈 등의 다양한 광학 소자와 이미지 소자로 이루어지므로, 광학 소자와 이미지 소자의 특성에 따라, 상기 광간섭 단층 촬영 장치로 얻은 이미지에 소정의 왜곡이 발생한다. 한편, 상기 캘리브레이션 타겟(T)의 표면 형상 이미지, 구체적으로 캘리브레이션 타겟(T)의 표면에 형성된 패턴의 위치는 미리 알려져 있으므로, 이를 이용하여, 광간섭 단층 촬영 장치에서 얻어진 캘리브레이션 타겟(T)의 표면 형상 이미지의 왜곡을 보정, 즉, 캘리브레이션할 수 있다. 도 5는 본 발명에 따라, 광간섭 단층 촬영 장치에서 얻은 캘리브레이션 타겟(T)의 표면 형상 이미지를 캘리브레이션하는 과정을 설명하기 위한 도면이다. 도 5에 도시된 바와 같이, 실제 공간에서 캘리브레이션 타겟(T)에 형성된 패턴의 위치, 예를 들면, 서클(50)의 위치 등의 타겟 표준 데이터(target reference data)와 광간섭 단층 촬영 장치에서 얻은 캘리브레이션 타겟(T)의 표면 형상 이미지(OCT 2D plane image)에서의 패턴의 위치, 예를 들면 서클 이미지(50a)의 위치를 비교하여 광간섭 단층 촬영 장치에서 획득된 이미지의 왜곡 계수를 얻고, 이를 이용하여 광간섭 단층 촬영 장치의 출력 이미지를 보정하여, 광간섭 단층 촬영 장치의 출력 이미지를 캘리브레이션한다. 이와 같은 표면 형상 이미지의 캘리브레이션은 이미지의 위치에 따른 왜곡 계수를 얻는 과정으로서, 통상의 카메라 이미지 캘리브레이션 방법에 따라 수행될 수 있다(참고 논문: A Flexible New Technique for Camera Calibration, <https://www.microsoft.com/en-us/research/wp-content/uploads/2016/02/tr98-71.pdf>)

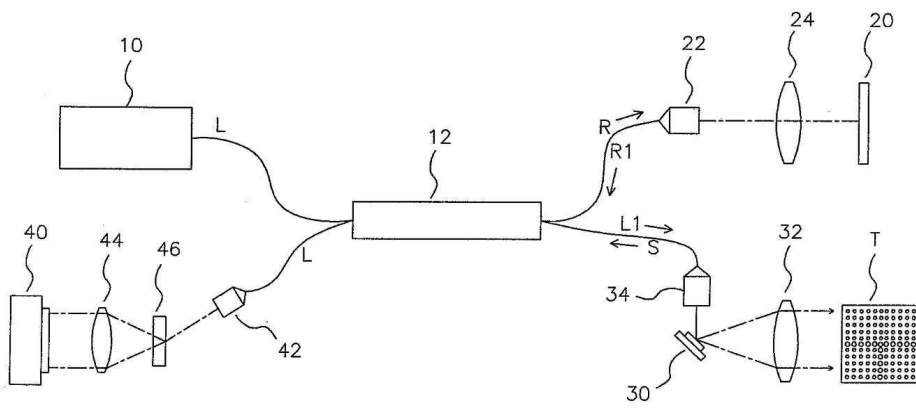
[0021] 이상 첨부된 도면과 예시적인 실시예들을 참조하여 본 발명을 설명하였으나, 본 발명은 도면에 도시된 내용 및 상술한 실시예들로 한정되지 않는다. 하기 청구항에서 이해를 돕기 위하여 도면 부호를 표기하였으나, 하기 청구항의 범위는 도면 부호 및 도면에 도시된 내용에 한정되지 않고, 예시적인 실시예의 변형들, 등가의 구성들 및 기능들을 모두 포괄하도록 해석되어야 한다.

도면

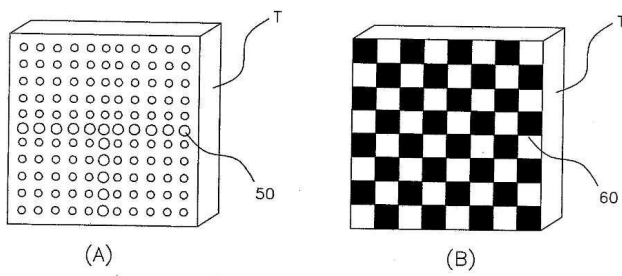
도면1



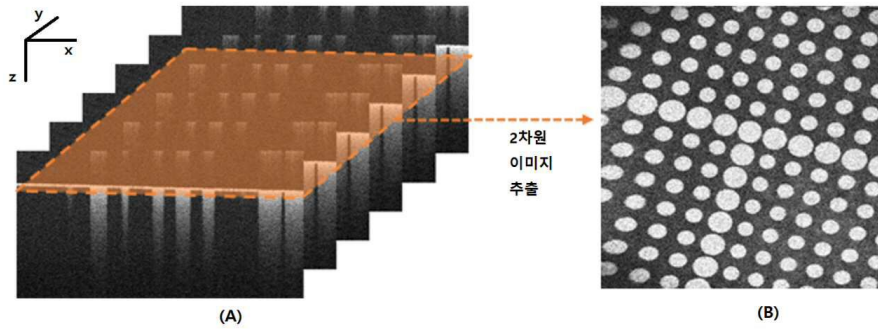
도면2



도면3



도면4



도면5

