

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구

국제사무국

(43) 국제공개일

2017년 12월 28일 (28.12.2017) WIPO | PCT



(10) 국제공개번호

WO 2017/222086 A1

(51) 국제특허분류:

A61B 3/10 (2006.01)

(21) 국제출원번호:

PCT/KR2016/006593

(22) 국제출원일:

2016년 6월 22일 (22.06.2016)

(25) 출원언어:

한국어

(26) 공개언어:

한국어

(30) 우선권정보:

10-2016-0076469 2016년 6월 20일 (20.06.2016) KR

(71) 출원인: 을지대학교 산학협력단 (EULJI UNIVERSITY INDUSTRY ACADEMY COOPERATION FOUNDATION) [KR/KR]; 13135 경기도 성남시 수정구 삼성대로 553, Gyeonggi-do (KR).

(72) 발명자: 정현우 (JEONG, Hyun Woo); 13156 경기도 성남시 중원구 은이로 28 (은행동), Gyeonggi-do (KR). 이

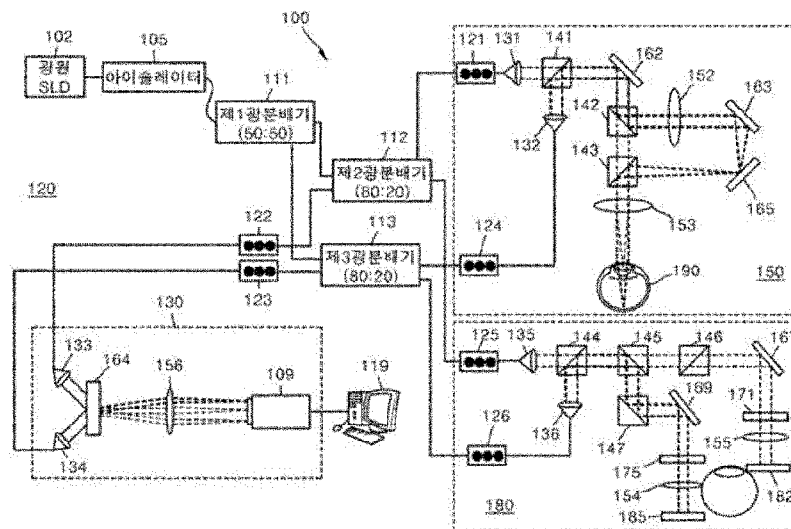
영진 (LEE, Young Jin); 02213 서울시 중랑구 사가정로53길 26-4 (면목동), Seoul (KR). 박상수 (PARK, Sang Soo); 16042 경기도 의왕시 갈미로 64, 101동 1901호 (내손동, 반도보라빌리지1단지), Gyeonggi-do (KR).

(74) 대리인: 한윤호 (HAN, Yun Ho); 06651 서울시 서초구 사임당로 28 나이스빌딩 2층 올민국제특허법률사무소, Seoul (KR).

(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM,

(54) Title: SINGLE DETECTOR-BASED MULTIFOCAL OPTICAL COHERENCE TOMOGRAPHY SYSTEM

(54) 발명의 명칭: 단일검출기 기반의 다초점 광 단층 영상 시스템



102 ... Light source

105 ... Isolator

111 ... First optical distributor

112 ... Second optical distributor

113 ... Third optical distributor

(57) Abstract: The present invention provides a single detector-based multifocal optical coherence tomography system comprising: a light source for generating a low-coherence ray of light; an optical isolator or an optical fiber circulator for protecting the light source; a first optical distributor; a second optical distributor; a third optical distributor; a sample arm configured such that a light ray for contrasting a surface portion and a light ray for contrasting a core portion, which are incident from the second optical distributor and the third optical distributor, respectively, are converted into parallel light by a collimator and pass through a polarizing distributor or are reflected thereby, and resulting polarized light for contrasting the surface portion, which has a horizontal or vertical component, and polarized light for contrasting the core portion, which has a component perpendicular to the polarized light for contrasting the

[다음 쪽 계속]



WO 2017/222086 A1

ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,  
UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역  
내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE,  
LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM,  
ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유  
럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI,  
FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK,  
MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI  
(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML,  
MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))

surface portion, are used to obtain sample signals of the surface portion and the core portion, respectively; a reference arm having a plurality of polarizing distributors such that the light ray for contrasting the surface portion and the light ray for contrasting the core portion, which are incident from the second optical distributor and the third optical distributor, respectively, are converted into parallel light by the collimator and pass through the polarizing distributors or are reflected thereby, and resulting polarized light for surface portion referencing, which has a horizontal or vertical component, and polarized light for core portion referencing, which has a component perpendicular to the polarized light for surface portion referencing, are used to obtain reference signals reflected by reference reflecting mirrors provided in positions corresponding to those of the surface portion and the core portion, respectively; a spectrometer for converting interference signals into image signals; and a computer for realizing images from the image signals.

(57) 요약서: 본 발명은 저결맞음 광선을 생성하기 위한 광원; 광원을 보호하기 위한 광격리자 또는 광섬유 순환기; 제1 광분배기, 제2 광분배기 및 제3 광분배기; 제2 광분배기 및 제3 광분배기로부터 각각 입사된 표면부 조영용 광선 및 심부 조영용 광선이 콜리메이터에 의해 평행광으로 전환된 후, 편광분배기를 통과하거나 반사된 수평 또는 수직성분의 표면부 조영용 편광 및 표면부 조영용 편광과 직교하는 성분의 심부 조영용 편광을 이용하여 표면부 및 심부의 샘플신호를 수득하는 샘플단; 복수의 편광분배기를 구비하여 제2광분배기 및 제3광분배기로부터 각각 입사된 표면부 조영용 광선 및 심부 조영용 광선이 콜리메이터에 의해 평행광으로 전환된 후, 편광분배기를 통과하거나 반사된 수평 또는 수직성분의 표면부 기준용 편광 및 표면부 기준용 편광과 직교하는 성분의 심부 기준용 편광을 이용하여 각각 표면부 및 심부의 위치에 상응하는 위치에 각각 구비된 기준 반사경에 반사된 기준신호를 생성하는 기준단; 간섭신호를 영상신호로 전환해 주기 위한 분광기; 및 영상신호를 영상으로 구현하기 위한 컴퓨터를 포함하는, 단일검출기 기반의 다초점 광 단층영상 시스템을 제공한다.

## 명세서

### 발명의 명칭: 단일검출기 기반의 다초점 광 단층 영상 시스템 기술분야

- [1] 본 발명은 다초점 광 단층 영상 시스템에 관한 것으로, 단일검출기 기반의 다초점 광 단층영상 시스템에 관한 것이다.

#### 배경기술

- [2] 광 단층 영상기술(optical coherence tomography, OCT)은 최근 크게 각광받고 있는 첨단의료 영상기술 중 하나로 생체 조직 내부 구조를 비침습적, 고속, 마이크로 단위의 고해상도로 조영할 수 있는 큰 장점을 가지고 있다. 망막 이미징을 위한 안과용 광 단층 영상장치(OCT)가 상품화에 크게 성공한 이후, 세계적으로 내시경 OCT, 피부 진단을 위한 OCT, 종양진단을 위한 OCT 등 다양한 OCT 관련 상품화 연구가 활발히 진행되고 있다. 종래 안과용 OCT 시스템은 샘플단에서 두 개의 렌즈를 사용하여 평행광을 안구에 입사시키고, 안구 내 존재하는 수정체를 통해 망막에 초점을 맺도록 하거나 시스템의 간소화를 위해 광분배기 대신 광섬유분배기(fiber coupler)를 사용하여 위와 같은 방식으로 시스템을 구성하기도 한다. 진단을 위해서는 각막 및 망막 모두를 측정할 후 평가 및 진단을 해야 하는 경우가 많은데, 기존의 시스템은 망막 또는 각막 하나만을 측정 가능하도록 되어 있고 시스템을 변형하여 두 개의 분광기를 사용하여 각막과 망막을 동시에 측정한다고 하더라도, 해상도와 민감도 등의 성능이 동일한 분광기를 제작해야 하는데, 동일한 분광기를 제작하는 것은 매우 어려운 일이며, 분광기 제작에만 거의 두 배의 비용 소모가 요구되는 등 많은 문제점을 안고 있다. 이와 관련하여 대한민국 등록특허 제1242315호는 듀얼 포커싱 광 결맞음 영상 장치에 대해 개시하고 있다.

#### 발명의 상세한 설명

##### 기술적 과제

- [3] 그러나 상기 선행기술의 경우, 광스위치에 의해 각막과 망막 두 지역의 영상 정보를 한 번씩 순차적으로 분광 검출기로 전송하여 두 가지 영상에 대한 동시 이미징을 가능하게 하기 때문에 최대 분광 검출기의 속도가 절반으로 감소되는 문제가 있다.
- [4] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해소하기 위하여 제안된 것으로, 망막 및 각막을 동시 측정 가능한 단일검출기 기반의 다초점 광 단층 영상 시스템을 제공하는 것을 목적으로 한다. 그러나 이러한 과제는 예시적인 것으로, 이에 의해 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다.

##### 과제 해결 수단

- [5] 본 발명의 일 관점에 따르면, 저결맞음 광선(low coherence light)을 생성하기 위한 광원(light source); 상기 광원을 보호하기 위한 광격리자(isolator) 또는

광섬유 순환기(optic fiber circulator); 상기 광격리자 또는 광섬유 순환기를 통과한 상기 저결맞음 광선을 표면부 조영용 광선 및 심부 조영용 광선으로 분배하기 위한 제1광분배기; 상기 제1광분배기로부터 분배된 상기 표면부 조영용 광선 및 심부 조영용 광선을 각각 샘플단(sample arm) 및 기준단(reference arm)으로 분배하고, 상기 샘플단 및 기준단으로부터 수득된 샘플신호 및 기준신호를 이용하여 간섭신호를 생성하는 제2광분배기 및 제3광분배기; 복수의 편광분배기를 구비하여 상기 제2광분배기 및 제3광분배기로부터 각각 입사된 상기 표면부 조영용 광선 및 심부 조영용 광선이 콜리메이터에 의해 평행광으로 전환된 후, 상기 편광분배기를 통과하거나 반사된 수평 또는 수직성분의 표면부 조영용 편광 및 상기 표면부 조영용 편광과 직교하는 성분의 심부 조영용 편광을 이용하여 표면부 및 심부의 샘플신호를 수득하는 샘플단(sample arm); 복수의 편광분배기를 구비하여 상기 제2광분배기 및 제3광분배기로부터 각각 입사된 상기 표면부 조영용 광선 및 심부 조영용 광선이 콜리메이터에 의해 평행광으로 전환된 후, 상기 편광분배기를 통과하거나 반사된 수평 또는 수직성분의 표면부 기준용 편광 및 상기 표면부 기준용 편광과 직교하는 성분의 심부 기준용 편광을 이용하여 각각 표면부 및 심부의 위치에 상응하는 위치에 각각 구비된 기준 반사경에 반사된 기준신호(reference signal)를 생성하는 기준단(reference arm); 상기 간섭신호를 영상신호로 전환해 주기 위한 분광기(spectrometer); 및 상기 영상신호를 영상으로 구현하기 위한 컴퓨터를 포함하는, 단일검출기 기반의 다초점 광 단층영상 시스템이 제공된다.

### 발명의 효과

- [6] 상기한 바와 같이 이루어진 본 발명의 일 실시예에 따르면, 단일검출기를 이용하여 망막 및 각막을 동시 측정할 수 있는 고해상도의 다초점 광 단층 영상 시스템을 구축할 수 있다. 물론 이러한 효과에 의해 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다.

### 도면의 간단한 설명

- [7] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 망막 및 각막 동시 측정 가능한 단일검출기 기반의 다초점 광 단층 영상 시스템의 구조를 개략적으로 나타내는 개요도이다.
- [8] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 단일검출기 기반의 다초점 광 단층 영상 시스템의 분광기의 형태를 개략적으로 도시한 측면도이다.
- [9] 도 3은 본 발명의 단일검출기 기반의 다초점 광 단층 영상 시스템의 분광기에서 듀얼 선주사 카메라 대신 다픽셀의 면센서를 갖는 초고속 카메라를 사용하여 입사된 광을 라인으로 표시한 그림이다.
- [10] 도 4는 본 발명의 단일검출기 기반의 다초점 광 단층영상 시스템의 기준단(reference arm)의 다른 실시예를 도시한 개요도이다.
- [11] 도 5는 본 발명의 단일검출기 기반의 다초점 광 단층 영상 시스템의 기준단(reference arm)의 또 다른 실시예를 도시한 개요도이다.

- [12] 도 6은 본 발명의 단일검출기 기반의 다초점 광 단층 영상 시스템의 다른 실시예를 나타내고 있는 개요도이다.

### 발명의 실시를 위한 형태

- [13] 용어의 정의:

[14] 본 문서에서 사용되는 용어 "광 단층 영상 시스템(optical coherence tomography, OCT)"은 광의 간섭 현상과 공초점 현미경 원리를 조합하여 생체조직 내부의 미세 구조를 영상화할 수 있는 높은 분해능을 가진 영상 진단 기기로 1991년 Science지에 소개된 이후, 의학용 및 비의학용 영상 기술로 개발되고 있다.

[15] 본 문서에서 사용되는 용어 "각막(cornea)"은 안구 표면의 투명한 막으로 안구 앞쪽 표면에 있는 투명하고 혈관이 없는 조직으로 흔히 검은자위라고 하는 부분을 말한다. 각막은 눈을 외부로부터 보호할 뿐만 아니라 빛을 통과, 굴절시켜 볼 수 있게 해주는 역할을 한다.

[16] 본 문서에서 사용되는 용어 "망막(retina)"은 안구의 가장 안쪽을 덮고 있는 투명한 신경조직으로 안구 내로 들어온 빛은 망막의 내층을 지나 망막의 시세포에 감지된다. 상기 시세포는 빛 정보를 다시 전기적 정보로 전환하고 이 정보는 망막 내층의 세포를 통해 시신경을 지나서 뇌로 전달되는 과정을 통해 사물을 볼 수 있게 된다.

- [17] 발명의 상세한 설명:

[18] 본 발명의 일 관점에 따르면, 저결맞음 광선(low coherence light)을 생성하기 위한 광원(light source); 상기 광원을 보호하기 위한 광격리자(isolator) 또는 광섬유 순환기(optic fiber circulator); 상기 광격리자 또는 광섬유 순환기를 통과한 상기 저결맞음 광선을 표면부 조영용 광선 및 심부 조영용 광선으로 분배하기 위한 제1광분배기; 상기 제1광분배기로부터 분배된 상기 표면부 조영용 광선 및 심부 조영용 광선을 각각 샘플단(sample arm) 및 기준단(reference arm)으로 분배하고, 상기 샘플단 및 기준단으로부터 수득된 샘플신호 및 기준신호를 이용하여 간섭신호를 생성하는 제2광분배기 및 제3광분배기; 복수의 편광분배기를 구비하여 상기 제2광분배기 및 제3광분배기로부터 각각 입사된 상기 표면부 조영용 광선 및 심부 조영용 광선이 콜리메이터에 의해 평행광으로 전환된 후, 상기 편광분배기를 통과하거나 반사된 수평 또는 수직성분의 표면부 조영용 편광 및 상기 표면부 조영용 편광과 직교하는 성분의 심부 조영용 편광을 이용하여 표면부 및 심부의 샘플신호를 수득하는 샘플단(sample arm); 복수의 편광분배기를 구비하여 상기 제2광분배기 및 제3광분배기로부터 각각 입사된 상기 표면부 조영용 광선 및 심부 조영용 광선이 콜리메이터에 의해 평행광으로 전환된 후, 상기 편광분배기를 통과하거나 반사된 수평 또는 수직성분의 표면부 기준용 편광 및 상기 표면부 기준용 편광과 직교하는 성분의 심부 기준용 편광을 이용하여 각각 표면부 및 심부의 위치에 상응하는 위치에 각각 구비된 기준 반사경에 반사된 기준신호(reference signal)를 생성하는 기준단(reference arm);

상기 간섭신호를 영상신호로 전환해 주기 위한 분광기(spectrometer); 및 상기 영상신호를 영상으로 구현하기 위한 컴퓨터를 포함하는, 단일검출기 기반의 다초점 광 단층영상 시스템이 제공된다.

- [19] 상기 단일검출기 기반의 다초점 광 단층영상 시스템에 있어서, 상기 샘플단(sample arm)은, 상기 제2광분배기 및 제3광분배기로부터 각각 입사되는 빛의 광파위를 조절하기 위한 제1편광조절기 및 제2편광조절기; 상기 제1편광조절기 및 제2편광조절기를 통과한 표면부 조영용 광선 및 심부 조영용 광선을 평행광(collimated light)으로 형성하기 위한 제1콜리메이터 및 제2콜리메이터; 상기 평행광에서 상기 표면부 조영용 편광만 선택적으로 통과시키고 상기 심부 조영용 편광은 반사시켜 스캐닝미러로 보내는 제1편광분배기; 상기 표면부 조영용 편광 및 상기 심부 조영용 편광을 스캐닝하는 스캐닝미러; 상기 스캐닝미러에서 반사된 표면부 조영용 편광만 선택적으로 통과시키고 상기 심부 조영용 편광은 반사시키는 제2편광분배기; 상기 제2편광분배기를 통과한 표면부 조영용 편광만 선택적으로 통과시키고, 상기 심부 조영용 편광은 반사시키는 제3편광분배기; 상기 제2편광분배기에서 반사된 심부 조영용 편광을 반사시켜 상기 제3편광분배기로 보내기 위한 제1반사경 및 제2반사경; 상기 표면부 조영용 편광을 표면부에 포커싱하기 위한 제1렌즈 및 상기 표면부 조영용 편광과 직교하는 성분의 심부 조영용 편광을 상기 제1렌즈와 함께 심부에 포커싱하기 위한 제2렌즈를 포함할 수 있다.
- [20] 상기 단일검출기 기반의 다초점 광 단층영상 시스템에 있어서, 상기 기준단(reference arm)은, 상기 제2광분배기 및 제3광분배기로부터 각각 입사되는 표면부 기준용 광선 및 심부 기준용 광선의 광파위를 조절하기 위한 제3편광조절기 및 제4편광조절기; 상기 제3편광조절기 및 제4편광조절기를 각각 통과한 표면부 기준용 광선 및 심부 기준용 광선을 평행광(collimated light)으로 형성하기 위한 제3콜리메이터 및 제4콜리메이터; 상기 평행광에서 상기 표면부 기준용 편광만 선택적으로 통과시키고 상기 심부 기준용 편광은 반사시키는 제4편광분배기; 상기 제4편광분배기를 통과한 상기 표면부 기준용 편광만 선택적으로 통과시켜 제3반사경으로 보내며, 상기 제4편광분배기에서 반사된 상기 심부 기준용 편광은 반사시키는 제5편광분배기; 상기 제3반사경에서 반사된 표면부 기준용 편광이 반사되는 표면부에 상응하는 위치에 구비된 제2골드미러; 상기 제5편광분배기에서 반사된 심부 기준용 편광만 선택적으로 반사시켜 제4반사경으로 보내는 제6편광분배기; 상기 제6편광분배기에서 반사된 상기 심부 기준용 편광이 반사되는 제4반사경; 상기 제4반사경에서 반사된 심부 기준용 편광이 반사되는 심부에 상응하는 위치에 구비된 제1골드미러; 상기 표면부 기준용 편광을 상기 제1골드미러에 포커싱하기 위한 제3렌즈 및 상기 표면부 기준용 편광과 직교하는 성분의 심부 기준용 편광을 상기 제2골드미러에 포커싱하기 위한 제4렌즈를 포함할 수 있다.
- [21] 상기 단일검출기 기반의 다초점 광 단층영상 시스템에 있어서, 상기

제5편광분배기와 제3반사경 사이에 상기 표면부 기준용 편광만 선택적으로 통과시키는 제7편광분배기가 추가로 구비될 수 있고 상기 제3반사경 및 상기 제3렌즈 사이에 상기 제1폴드미러에 의해 유발되는 지나친 광세기에 의한 영상 왜곡을 최소화하기 위한 제1ND 필터가 추가로 구비되고, 상기 제4반사경 및 상기 제4렌즈 사이에 상기 제2폴드미러에 의해 유발되는 지나친 광세기에 의한 영상 왜곡을 최소화하기 위한 제2ND 필터가 추가로 구비될 수 있다.

[22] 상기 단일검출기 기반의 다초점 광 단층영상 시스템에 있어서, 상기 분광기와 상기 제2광분배기 및 상기 제3광분배기 사이에 각각 상기 제2광분배기 및 상기 제3광분배기에서 각각 취합된 표면부 조영용 간섭신호 및 심부 조영용 간섭신호의 광세기를 조절하기 위한 제5편광조절기 및 제6편광조절기를 추가로 구비될 수 있다.

[23] 상기 단일검출기 기반의 다초점 광 단층영상 시스템에 있어서, 상기 분광기는, 상기 제5편광조절기 및 제6편광조절기를 각각 통과한 표면부 조영용 간섭신호 및 심부 조영용 간섭신호를 평행광으로 형성하기 위한 제5폴리메이터 및 제6폴리메이터; 상기 평행광을 분광하기 위한 투과 회절격자; 상기 평행광을 포커싱하기 위한 제5렌즈; 및 상기 포커싱된 광신호를 영상신호로 변환하기 위한 카메라를 포함할 수 있고 상기 카메라는 듀얼 라인 센서 모듈을 탑재하여 투과 회절격자로부터 분광된 표면부 조영용 간섭신호 및 심부 조영용 간섭신호를 영상신호로 변환하는 듀얼 선주사 카메라 일 수 있다.

[24] 상기 단일검출기 기반의 다초점 광 단층영상 시스템에 있어서, 상기 광신호 정보는 상기 듀얼 선주사 카메라의 프레임 그래버(frame grabber)에 의해 변환될 수 있고 상기 카메라는 다 픽셀의 면센서를 갖는 초고속 카메라일 수 있다.

[25] 상기 단일검출기 기반의 다초점 광 단층영상 시스템에 있어서, 상기 표면부는 각막(cornea)이고 상기 심부는 망막(retina)일 수 있다.

[26] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 여러 실시예들을 상세히 설명하기로 한다.

[27] 본 발명의 실시예들은 당해 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 본 발명을 더욱 완전하게 설명하기 위하여 제공되는 것이며, 하기 실시예는 여러 가지 다른 형태로 변형될 수 있으며, 본 발명의 범위가 하기 실시예에 한정되는 것은 아니다. 오히려 이들 실시예들은 본 개시를 더욱 충실하고 완전하게 하고, 당업자에게 본 발명의 사상을 완전하게 전달하기 위하여 제공되는 것이다. 또한, 도면에서 각 층의 두께나 크기는 설명의 편의 및 명확성을 위하여 과장된 것이다.

[28] 명세서 전체에 걸쳐서, 막, 영역 또는 기관과 같은 하나의 구성요소가 다른 구성요소 "상에", "연결되어", "적층되어" 또는 "커플링되어" 위치한다고 언급할 때는, 상기 하나의 구성요소가 직접적으로 다른 구성요소 "상에", "연결되어", "적층되어" 또는 "커플링되어" 접촉하거나, 그 사이에 개재되는 또 다른 구성요소들이 존재할 수 있다고 해석될 수 있다. 반면에, 하나의 구성요소가

다른 구성요소 "직접적으로 상에", "직접 연결되어", 또는 "직접 커플링되어" 위치한다고 언급할 때는, 그 사이에 개재되는 다른 구성요소들이 존재하지 않는다고 해석된다. 균일한 부호는 균일한 요소를 지칭한다. 본 명세서에서 사용된 바와 같이, 용어 "및/또는"은 해당 열거된 항목 중 어느 하나 및 하나 이상의 모든 조합을 포함한다.

- [29] 본 명세서에서 제 1, 제 2 등의 용어가 다양한 부재, 부품, 영역, 층들 및/또는 부분들을 설명하기 위하여 사용되지만, 이들 부재, 부품, 영역, 층들 및/또는 부분들은 이들 용어에 의해 한정되어서는 안됨은 자명하다. 이들 용어는 하나의 부재, 부품, 영역, 층 또는 부분을 다른 영역, 층 또는 부분과 구별하기 위하여만 사용된다. 따라서, 이하 상술할 제 1 부재, 부품, 영역, 층 또는 부분은 본 발명의 가르침으로부터 벗어나지 않고서도 제 2 부재, 부품, 영역, 층 또는 부분을 지칭할 수 있다.
- [30] 또한, "상의" 또는 "위의" 및 "하의" 또는 "아래의"와 같은 상대적인 용어들은 도면들에서 도해되는 것처럼 다른 요소들에 대한 어떤 요소들의 관계를 기술하기 위해 여기에서 사용될 수 있다. 상대적 용어들은 도면들에서 묘사되는 방향에 무게추가하여 소자의 다른 방향들을 포함하는 것을 의도한다고 이해될 수 있다. 예를 들어, 도면들에서 소자가 뒤집어 진다면(turned over), 다른 요소들의 상부의 면 상에 존재하는 것으로 묘사되는 요소들은 상기 다른 요소들의 하부의 면 상에 방향을 가지게 된다. 그러므로, 예로써 든 "상의"라는 용어는, 도면의 특정한 방향에 의존하여 "하의" 및 "상의" 방향 모두를 포함할 수 있다. 소자가 다른 방향으로 향한다면(다른 방향에 대하여 90도 회전), 본 명세서에 사용되는 상대적인 설명들은 이에 따라 해석될 수 있다.
- [31] 본 명세서에서 사용된 용어는 특정 실시예를 설명하기 위하여 사용되며, 본 발명을 제한하기 위한 것이 아니다. 본 명세서에서 사용된 바와 같이, 단수 형태는 문맥상 다른 경우를 분명히 지적하는 것이 아니라면, 복수의 형태를 포함할 수 있다. 또한, 본 명세서에서 사용되는 경우 "포함한다(comprise)" 및/또는 "포함하는(comprising)"은 언급한 형상들, 숫자, 단계, 동작, 부재, 요소 및/또는 이들 그룹의 존재를 특정하는 것이며, 하나 이상의 다른 형상, 숫자, 동작, 부재, 요소 및/또는 그룹들의 존재 또는 부가를 배제하는 것이 아니다.
- [32] 이하, 본 발명의 실시예들은 본 발명의 이상적인 실시예들을 개략적으로 도시하는 도면들을 참조하여 설명한다. 도면들에 있어서, 예를 들면, 제조 기술 및/또는 공차(tolerance)에 따라, 도시된 형상의 변형들이 예상될 수 있다. 따라서, 본 발명 사상의 실시예는 본 명세서에 도시된 영역의 특정 형상에 제한된 것으로 해석되어서는 아니 되며, 예를 들면 제조상 초래되는 형상의 변화를 포함하여야 한다.
- [33] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 의한 망막 및 각막 동시 측정 가능한 단일검출기 기반의 다 초점 광 단층영상 시스템(100)을 개략적으로 나타내고 있는 개요도이다. 도시한 바와 같이, 단일검출기 기반의 다초점 광 단층 영상

시스템(100)의 구성은 먼저, 저결맞음 광원(low coherence source)으로부터 입사된 빛을 보호하고 다른 시스템으로 분배하는 역할을 하는 광분배기부(120)가 구성되어 있고 광분배기부(120)로부터 분배된 빛으로 각막 또는 망막을 이미징하는 샘플단(sample arm, 150), 상기 샘플 신호(각막 또는 망막)와 만나 결맞음(coherence)을 형성하는 빛을 제공하는 기준단(reference arm, 180) 및 상기 입사된 빛을 분광시키고 변환하여 광신호 정보를 컴퓨터를 통해 실시간 영상정보로 구현하는 분광기(spectrometer, 130)로 구성되어 있다.

- [34] 현재까지 각막(cornea)과 망막(retina)을 동시에 측정하는 OCT 기술은 존재하지 않았다. 종래에는 샘플단 렌즈에 의해 하나의 초점을 맺는 부분에서 영상이 획득되도록 기준단 거울의 위치가 고정되어 있기 때문에 하나의 분광기를 가지고 초점 영역이 다른 각막과 망막을 동시에 측정한다는 것은 기술적으로 불가능하고 기준단의 거울 위치를 망막의 초점 형성 거리를 기준으로 맞춰놓았을 경우 망막까지의 광 이동거리와 각막까지의 광 이동거리와는 상당한 거리차가 있어서 각막을 측정할 수 없다. 또한, 각막은 안구에서 수정체 앞에 있고, 망막은 수정체 뒤에 위치하기 때문에 평행광을 보내어 망막을 이미징할 경우, 각막에는 초점이 형성되지 않아 각막을 이미징할 수 없었다. 아울러 종래의 듀얼 이미징 시스템은 각막과 망막의 단층 영상 정보를 고속 광스위치에 의해 한번 씩 순차적으로 분광기 내 카메라(검출기)로 전송해 줌으로서, 단일분광기 기반의 듀얼 영상 획득은 가능하나 카메라가 두 번 영상 정보를 획득해야 듀얼 이미지 한 장을 얻는, 다시 말해 한 장의 각막과 망막의 듀얼 영상 획득을 위해서는 카메라의 최대 속도가 절반으로 감소함에 따라, 전체 이미징 시스템의 이미징 획득 속도를 절반으로 감소되어 이는 고속 이미징 속도를 생명으로 하는 의료 영상 기기의 치명적인 문제점으로 남아있었다. 그러나 본 발명자들은 이러한 문제점을 인식하고 예의 노력한 결과 각막과 망막의 단층 영상 정보를 분광기 내 카메라로 전송해 줌으로써 단일 분광기 기반의 듀얼 포커싱 고속 광 단층영상 시스템을 개발하였다. 이는 기본적으로 망막과 각막을 이미징하기 위해서는 두 개의 분광 검출기가 있어야하는 문제점을 극복하고 망막 및 각막을 동시에 측정 가능한 단일검출기 기반의 다 초점 광 단층영상 시스템(100)을 개발하였다.

- [35] 본 발명의 단일검출기 기반의 다 초점 광 단층영상 시스템(100)은 광스위치에 의한 두 지역(각막과 망막)의 영상 정보가 분광기 카메라로 한번 씩 순차적으로 전송되는 것에 의해 이미징 속도가 절반으로 떨어지는 단점을 극복하고 분광기 내 카메라의 최대 검출 속도로 이미징이 가능하게 함으로써, 실질적인 초고속 다 초점 영상 획득을 가능하게 하였고 광스위치를 별도로 주문 제작하여 탑재하지 않아도 되므로, 제조비용을 더욱 크게 절감시킬 수 있으며, 광스위치, 광원, 광 스캐너, 검출기인 카메라의 동기화의 복잡성을 소프트웨어 및 하드웨어적으로 크게 단순화시키는 것이 가능하다.

- [36] 본 발명의 단일검출기 기반의 다 초점 광 단층영상 시스템(100)의 작동 원리를

설명하면, 먼저 광분배기부(120)에 구성된 저 결맞음 광원(102)에서 나온 빛은 광원을 보호하기 위해 한쪽 방향으로만 빛을 보내는 광격리자(105)를 통과하게 되고 광격리자(105)를 통과한 저결맞음 광선을 각막(cornea) 조영용 광선 및 망막(retina) 조영용 광선으로 분배하는 제1광분배기(coupler1, 111)를 지나 각막(cornea) 영상 정보를 얻기 위한 제2광분배기(coupler2, 112)와 망막(retina) 영상 정보를 얻기 위한 제3광분배기(coupler3, 113)로 절반씩(50:50) 분배된다. 이때, 광격리자(105)는 광원(102)을 보호해 주는 역할을 하기 때문에 광섬유 타입의 서큘레이터(fiber circulator)로 대체가 가능하다. 이 후, 제2광분배기(112)를 통과한 빛은 안구(190)가 위치하는 샘플단(150)과 각막 영상정보를 얻기 위해 광 경로차(path difference)를 갖도록 위치하고 있는 제3, 4 반사경(169,167)이 구성되어 있는 기준단(180)으로 분배된다.

- [37] 먼저, 제2광분배기(112)에서 샘플단(150)으로 이동하는 각막 조영용 광선 및 망막 조영용 광선(녹색 점선으로 표시)은 제1편광조절기(polarization controller, 121)를 통과한 후 제1콜리메이터(131)에 의해 평행광(collimated light)으로 형성되고, 제1편광분배기(PBS, 141)에 의해 각막 조영용 편광 및 망막 조영용 편광을 스캐닝 하는 스캐닝 미러(162), 스캐닝 미러(162)에서 반사된 각막 조영용 편광만 선택적으로 통과시키고 상기 망막 조영용 편광은 반사시키는 제2편광분배기(142), 제2편광분배기를 통과한 각막 조영용 편광만 선택적으로 통과시키고, 상기 망막 조영용 편광은 반사시키는 제3편광분배기(143) 및 제1렌즈(153)에 의해 안구(190)에 포커싱되어 각막을 이미징하게 된다. 또한, 제3광분배기(113)에서 기준단(180)으로 분배된 각막 조영용 광선 및 망막 조영용 광선(녹색 점선 표시)은 제3편광조절기(124)와 제2콜리메이터(135)를 통과한 후 제4편광분배기(144), 제5편광분배기(145) 및 제6편광분배기(146)를 거쳐 각막 조영용 수평 편광(P)성분의 빛만 통과하게 되고, 제4반사경(167)을 지나 제1ND 필터(171)를 거쳐 제3렌즈(155)를 통과한 후 제1굴드미러(182)에 포커싱 되고 반사된 빛은 다시 상술한 렌즈와 3개의 편광분배기를 통과 한 후 제2광분배기(112)에서 샘플 신호(각막)와 만나 간섭(coherence) 신호를 형성하게 된다.

- [38] 아울러, 제1광분배기(111)로부터 제3광분배기(113)를 통과한 각막 조영용 광선 및 망막 조영용 광선은 제2광분배기(112)와 마찬가지로 각각 샘플단(150)과 기준단(180)으로 분배된다. 먼저, 제3광분배기(113)로부터 샘플단(150)으로 이동하는 빛은 제2편광조절기(124)와 제3콜리메이터(132)를 통과 후 평행광이 되어 제1편광분배기(PBS, 141)로 입사되고 수직 편광(S)의 빛만 통과되어 스캐닝 미러(162), 제2편광분배기(142)를 거쳐 제2렌즈(152)를 지나 제1반사경(163), 제2반사경(165)에 반사되어 다시 제3편광분배기(143)를 통과 후 제1렌즈(153)에 의해 안구로 평행광으로 입사되며 수정체에 의해 망막에 포커싱되어 이미징하게 된다.

- [39] 한편 제3광분배기(113)로부터 기준단(180)으로 가는 각막 기준용 광선 및 망막

기준용 광선은 제4편광조절기(126)와 제4콜리메이터(136)를 통과한 후 제4편광분배기(144), 제5편광분배기(145) 및 제7편광분배기(147)에 의해 수직 편광(S) 성분의 빛만 통과하고 제3반사경(169)에 반사되어 제2ND 필터(175)와 제4렌즈(154)를 거쳐 망막을 이미징하기 위한 광경로로 위치되어 있는 제2골드미러(185)에 조사된다. 이 후 반사된 빛은 상술한 3개의 편광분배기(PBS)에 의해 반사된 후 다시 제3광분배기(113)에서 샘플 신호(망막)와 만나 간섭 신호를 형성하게 된다.

- [40] 상기 과정에서 샘플단(150)의 편광조절기(121, 124)는 샘플단(150)에 입사되는 빛의 광파워(optical power)가 안전 기준에 적합하도록 조정하는 역할을 하고, 기준단(180)의 편광조절기(125, 126)는 간섭 신호의 적절한 형성을 위해 보정해주는 역할을 한다. 또한 기준단(180)에 입사된 빛이 제1골드미러(182) 및 제2골드미러(185)에 입사되고, 이 후 골드미러(182, 185)에서 반사된 빛과 샘플단(150) 각막에서 반사된 빛이 다시 광분배기(112, 113)에서 만나 각막 영상 획득을 위한 간섭 신호를 형성하게 될 때 각막 영상 질의 보정을 위해 빛의 편광을 조절해 주는 역할을 한다. 아울러, 기준단(180)의 ND 필터(171, 175)는 미러에 의해 유발되는 지나친 광세기에 의한 영상 왜곡을 최소화하기 위해, 광파워를 적절하게 조정해 주는 역할을 한다.

- [41] 한편, 상술한 각막 또는 망막을 이미징하는 샘플단(150) 및 상기 각막 또는 망막 신호와 함께 간섭(coherence) 신호를 형성하는 기준단(180)의 영상정보는 다시 광분배기(112, 113)를 거쳐 각각의 경로를 통해 분광기(spectrometer, 130) 이동하게 되는데 먼저, 제2광분배기(112)에서 형성된 간섭 신호는 제5편광조절기(122)와 제5콜리메이터(133)를 거치고 제3광분배기(113)에서 형성된 간섭 신호는 제6편광조절기(123)와 제6콜리메이터(134)를 각각 거쳐 통해 분광기(130)로 전달된다. 분광기(130)로 입사된 상기 두 영상정보는 각각의 콜리메이터(133, 134)에 의해 두 개의 평행광으로 투과 회절격자(transmission grating, 164)에 조사되어 분광되고 제5렌즈(156)를 지나 듀얼 라인 센서 모듈을 탑재한 듀얼 선주사 카메라(line scan camera, 109)로 각각 상기 두 개의 광신호가 포커싱된다. 상기 포커싱된 광신호 정보는 듀얼 선주사 카메라(109)의 프레임 그래버(frame grabber)에 의해 A/D 컨버팅(converting) 되어 (외부 별도의 프레임 그래버를 컴퓨터 장착하여 사용이 가능함) 컴퓨터(119)로 전송된 후 컴퓨터(119) 내의 프로그램에 의해 k-도메인 보정(k-domain calibration)과 IFFT(inverse fast fourier transform)를 거쳐 GPU(graphic processing unit) 기반의 초고속 병렬처리 알고리즘에 의해 최대 속도를 유지하면서 실시간 동시 영상 구현이 가능하게 되어 망막 및 각막의 동시 영상 구현이 가능하다. 이는 종래 본 발명자에 의해 출원 등록된 기술(고속 광스위치를 사용, 대한민국 등록특허 제1242315호)에 비해 큰 비용 절감 효과와 더불어 복잡한 하드웨어 및 소프트웨어의 동작 트리거 제어를 크게 감소시킬 수 있는 심플한 다 초점 광 영상시스템이 가능한 장점이 있다.

- [42] 또한, 단일검출기 기반의 다 초점 광 단층영상 시스템(100)은 두 영역의 이미징을 동시에 할 수 있는 듀얼 포커싱 시스템이나, 이는 안구일 경우에만 가능하고 각막 영역에는 포커싱 빛을 조사하고, 망막 이미징을 위해서는 평행광을 안구에 조사하여 하나의 렌즈의 역할을 하는 안구의 수정체에 의해 자연스럽게 망막에 포커싱되도록 하는 구조이다.
- [43] 도 3은 다 픽셀의 면센서를 갖는 초고속 카메라에 의한 광 라인의 모습을 나타낸 그림으로 상술한 분광기(130)의 듀얼 선주사 카메라(109) 대신에 면 센서를 탑재한 area 카메라를 사용하여 두 개의 분광된 입사광을 두 라인에만 포커스되게 하고, 원하는 센서의 픽셀만 사용하게 소프트웨어를 구성하여 사용함으로써, 듀얼 라인 센서처럼 사용하도록 한다. 따라서 원하는 두 라인 (도 3의 2개의 붉은 색 라인)을 선택 및 선별하여 두 개의 콜리메이터(133, 134)에 의해 입사된 광을 두 라인으로 포커싱시켜 다초점 영상획득이 가능하다.
- [44] 도 4 및 도 5는 단일검출기 기반의 다 초점 광 단층영상 시스템(100)의 기준단(180)의 다른 실시예를 각각 도시한 개요도이다. 도 4에 도시한 바와 같이 기준단(180)의 구성이 두 개의 제4편광분배기(144) 및 제5편광분배기(145)를 사용하거나, 도 5에 도시한 바와 같이, 제4편광분배기(144), 제2폴드미러(185) 및 제4렌즈(154)로 각각 하나의 장치로 구성이 가능하며, 광학 부품의 수가 감소함에 따라 발생하는 물리광학적인 빛 분산(dispersion) 문제를 소프트웨어 기반의 알고리즘에 의한 보정에 의해 해결가능하다.
- [45] 도 6은 안구 외에 샘플(192)의 두 깊이 영역을 이미징할 수 있는 단일검출기 기반의 다 초점 광 단층영상 시스템(200)의 구조를 개략적으로 나타낸 개요도이다. 도시한 바와 같이 샘플단(150)의 렌즈를 마지막에 위치한 제3편광분배기(143) 전으로 이동시켜 구성함으로써 샘플단(150)의 수직 편광 성분(S)과 수평 편광 성분(P)의 빛의 경로에 각각 한 개의 렌즈만 사용하게 되므로 상기 두 경로에 의해 빛이 각각 두 영역으로 포커싱되므로 안구가 아니더라도 깊이가 서로 다른 샘플(192)의 두 부분을 포커싱할 수 있다. 이때 상기 샘플(192)은 피부, 암조직과 같은 생체조직 일 수 있고 상기 깊이가 서로 다른 두 지역은 예컨대 표면과 바닥 또는 상기 샘플(192)에서 원하는 소정의 깊이의 부분일 수 있다. 이 후 기준단(180)의 빛이 제2광분배기(112)와 제3광분배기(113)에서 간섭이 생성된 후 편광조절기(122, 123)를 통과하여 두 개의 콜리메이터(133, 134)에 의해 분광기(130)로 입사되어, 동시에 두 영역의 영상 정보가 전송되어 컴퓨터를 통해 실시간으로 구현된다.
- [46] 결론적으로 단일검출기 기반의 다 초점 광 단층영상 시스템은 각막 및 망막을 동시에 이미징할 수 있는 초고속 안과용 듀얼 이미징 시스템으로 다 초점 광 단층 영상 시스템을 요구하는 산업기술 예컨대, 반도체 및 휴대폰 등의 소형 카메라 모듈 등에 이용될 수 있다.
- [47] 본 발명은 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형

및 균등한 다른 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위의 기술적 사상에 의하여 정해져야 할 것이다.

- [48] (부호의 설명)
- [49] 100: 단일검출기 기반의 다 초점 광 단층영상 시스템
- [50] 120: 광분배기부
- [51] 130: 분광기
- [52] 150: 샘플단
- [53] 162: 스캐닝 미러
- [54] 109: 듀얼 선주사 카메라
- [55] 164: 투과 회절격자
- [56] 119: 컴퓨터
- [57]
- [58]

## 청구범위

### [청구항 1]

저결맞음 광선(low coherence light)을 생성하기 위한 광원(light source);  
 상기 광원을 보호하기 위한 광격리자(isolator) 또는 광섬유 순환기(optic fiber circulator);  
 상기 광격리자 또는 광섬유 순환기를 통과한 상기 저결맞음 광선을 표면부 조영용 광선 및 심부 조영용 광선으로 분배하기 위한 제1광분배기;  
 상기 제1광분배기로부터 분배된 상기 표면부 조영용 광선 및 심부 조영용 광선을 각각 샘플단(sample arm) 및 기준단(reference arm)으로 분배하고, 상기 샘플단 및 기준단으로부터 수득된 샘플신호 및 기준신호를 이용하여 간섭신호를 생성하는 제2광분배기 및 제3광분배기;  
 복수의 편광분배기를 구비하여 상기 제2광분배기 및 제3광분배기로부터 각각 입사된 상기 표면부 조영용 광선 및 심부 조영용 광선이 콜리메이터에 의해 평행광으로 전환된 후, 상기 편광분배기를 통과하거나 반사된 수평 또는 수직성분의 표면부 조영용 편광 및 상기 표면부 조영용 편광과 직교하는 성분의 심부 조영용 편광을 이용하여 표면부 및 심부의 샘플신호를 수득하는 샘플단(sample arm);  
 복수의 편광분배기를 구비하여 상기 제2광분배기 및 제3광분배기로부터 각각 입사된 상기 표면부 조영용 광선 및 심부 조영용 광선이 콜리메이터에 의해 평행광으로 전환된 후, 상기 편광분배기를 통과하거나 반사된 수평 또는 수직성분의 표면부 기준용 편광 및 상기 표면부 기준용 편광과 직교하는 성분의 심부 기준용 편광을 이용하여 각각 표면부 및 심부의 위치에 상응하는 위치에 각각 구비된 기준 반사경에 반사된 기준신호(reference signal)를 생성하는 기준단(reference arm);  
 상기 간섭신호를 영상신호로 전환해 주기 위한 분광기(spectrometer); 및  
 상기 영상신호를 영상으로 구현하기 위한 컴퓨터를 포함하는, 단일검출기 기반의 다초점 광 단층영상 시스템.

### [청구항 2]

제1항에 있어서,  
 상기 샘플단(sample arm)은,  
 상기 제2광분배기 및 제3광분배기로부터 각각 입사되는 빛의 광파워를 조절하기 위한 제1편광조절기 및 제2편광조절기;  
 상기 제1편광조절기 및 제2편광조절기를 통과한 표면부 조영용

광선 및 심부 조영용 광선을 평행광(collimated light)으로 형성하기 위한 제1콜리메이터 및 제2콜리메이터;  
 상기 평행광에서 상기 표면부 조영용 편광만 선택적으로 통과시키고 상기 심부 조영용 편광은 반사시켜 스캐닝미러로 보내는 제1편광분배기;  
 상기 표면부 조영용 편광 및 상기 심부 조영용 편광을 스캐닝하는 스캐닝미러;  
 상기 스캐닝미러에서 반사된 표면부 조영용 편광만 선택적으로 통과시키고 상기 심부 조영용 편광은 반사시키는 제2편광분배기;  
 상기 제2편광분배기를 통과한 표면부 조영용 편광만 선택적으로 통과시키고, 상기 심부 조영용 편광은 반사시키는 제3편광분배기;  
 상기 제2편광분배기에서 반사된 심부 조영용 편광을 반사시켜 상기 제3편광분배기로 보내기 위한 제1반사경 및 제2반사경;  
 상기 표면부 조영용 편광을 표면부에 포커싱하기 위한 제1렌즈 및 상기 표면부 조영용 편광과 직교하는 성분의 심부 조영용 편광을 상기 제1렌즈와 함께 심부에 포커싱하기 위한 제2렌즈를 포함하는, 단일검출기 기반의 다초점 광 단층영상 시스템.

[청구항 3]

제1항에 있어서,  
 상기 기준단(reference arm)은,  
 상기 제2편광분배기 및 제3편광분배기로부터 각각 입사되는 표면부 기준용 광선 및 심부 기준용 광선의 광파위를 조절하기 위한 제3편광조절기 및 제4편광조절기;  
 상기 제3편광조절기 및 제4편광조절기를 각각 통과한 표면부 기준용 광선 및 심부 기준용 광선을 평행광(collimated light)으로 형성하기 위한 제3콜리메이터 및 제4콜리메이터;  
 상기 평행광에서 상기 표면부 기준용 편광만 선택적으로 통과시키고 상기 심부 기준용 편광은 반사시키는 제4편광분배기;  
 상기 제4편광분배기를 통과한 상기 표면부 기준용 편광만 선택적으로 통과시켜 제3반사경으로 보내며, 상기 제4편광분배기에서 반사된 상기 심부 기준용 편광은 반사시키는 제5편광분배기;  
 상기 제3반사경에서 반사된 표면부 기준용 편광이 반사되는 표면부에 상응하는 위치에 구비된 제2골드미러;  
 상기 제5편광분배기에서 반사된 심부 기준용 편광만 선택적으로 반사시켜 제4반사경으로 보내는 제6편광분배기;  
 상기 제6편광분배기에서 반사된 상기 심부 기준용 편광이 반사되는 제4반사경;  
 상기 제4반사경에서 반사된 심부 기준용 편광이 반사되는 심부에

- 상응하는 위치에 구비된 제1골드미러;  
 상기 표면부 기준용 편광을 상기 제1골드미러에 포커싱하기 위한 제3렌즈 및 상기 표면부 기준용 편광과 직교하는 성분의 심부 기준용 편광을 상기 제2골드미러에 포커싱하기 위한 제4렌즈를 포함하는, 단일검출기 기반의 다초점 광 단층영상 시스템.
- [청구항 4] 제3항에 있어서,  
 상기 제5편광분배기와 제3반사경 사이에 상기 표면부 기준용 편광만 선택적으로 통과시키는 제7편광분배기가 추가로 구비되는, 단일검출기 기반의 다초점 광 단층영상 시스템.
- [청구항 5] 제3항에 있어서,  
 상기 제3반사경 및 상기 제3렌즈 사이에 상기 제1골드미러에 의해 유발되는 지나친 광세기에 의한 영상 왜곡을 최소화하기 위한 제1ND 필터가 추가로 구비되고, 상기 제4반사경 및 상기 제4렌즈 사이에 상기 제2골드미러에 의해 유발되는 지나친 광세기에 의한 영상 왜곡을 최소화하기 위한 제2ND 필터가 추가로 구비되는, 단일검출기 기반의 다초점 광 단층영상 시스템.
- [청구항 6] 제1항에 있어서,  
 상기 분광기와 상기 제2광분배기 및 상기 제3광분배기 사이에 각각 상기 제2광분배기 및 상기 제3광분배기에서 각각 취합된 표면부 조영용 간섭신호 및 심부 조영용 간섭신호의 광세기를 조절하기 위한 제5편광조절기 및 제6편광조절기를 추가로 구비되는, 단일검출기 기반의 다초점 광 단층영상 시스템.
- [청구항 7] 제1항에 있어서,  
 상기 분광기는,  
 상기 제5편광조절기 및 제6편광조절기를 각각 통과한 표면부 조영용 간섭신호 및 심부 조영용 간섭신호를 평행광으로 형성하기 위한 제5콜리메이터 및 제6콜리메이터;  
 상기 평행광을 분광하기 위한 투과 회절격자;  
 상기 평행광을 포커싱하기 위한 제5렌즈; 및  
 상기 포커싱된 광신호를 영상신호로 변환하기 위한 카메라를 포함하는, 단일검출기 기반의 다초점 광 단층영상 시스템.
- [청구항 8] 제7항에 있어서,  
 상기 카메라는 듀얼 라인 센서 모듈을 탑재하여 투과 회절격자로부터 분광된 표면부 조영용 간섭신호 및 심부 조영용 간섭신호를 영상신호로 변환하는 듀얼 선주사 카메라인, 단일검출기 기반의 다초점 광 단층영상 시스템.
- [청구항 9] 제8항에 있어서,  
 상기 광신호 정보는 상기 듀얼 선주사 카메라의 프레임

그래버(frame grabber)에 의해 변환되는, 단일검출기 기반의 다초점 광 단층영상 시스템.

[청구항 10]

제7항에 있어서,

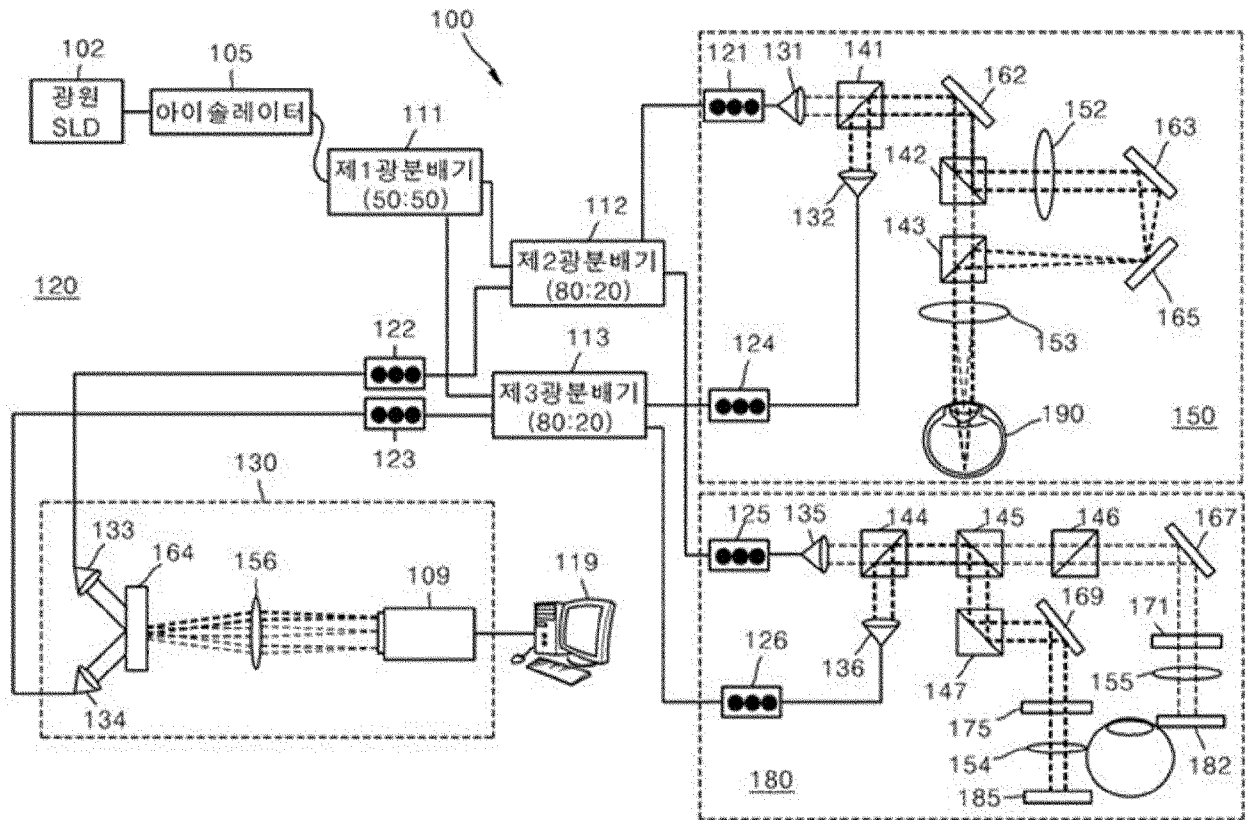
상기 카메라는 다 픽셀의 면센서를 갖는 초고속 카메라인, 단일검출기 기반의 다초점 광 단층영상 시스템.

[청구항 11]

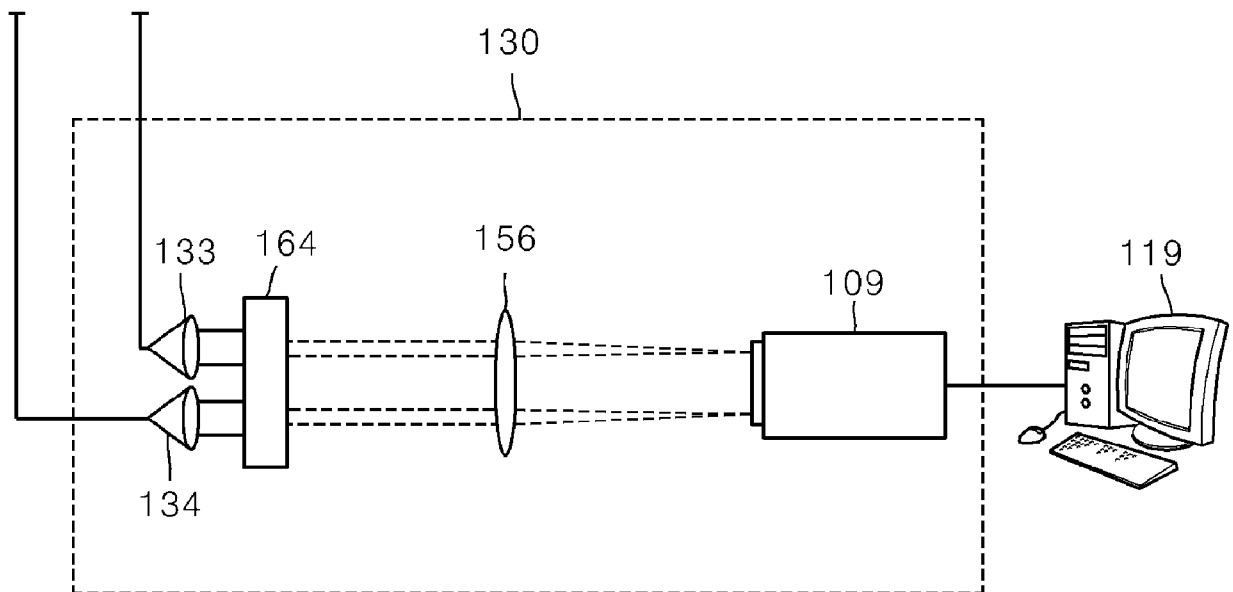
제1항에 있어서,

상기 표면부는 각막(cornea)이고 상기 심부는 망막(retina)인, 단일검출기 기반의 다초점 광 단층영상 시스템.

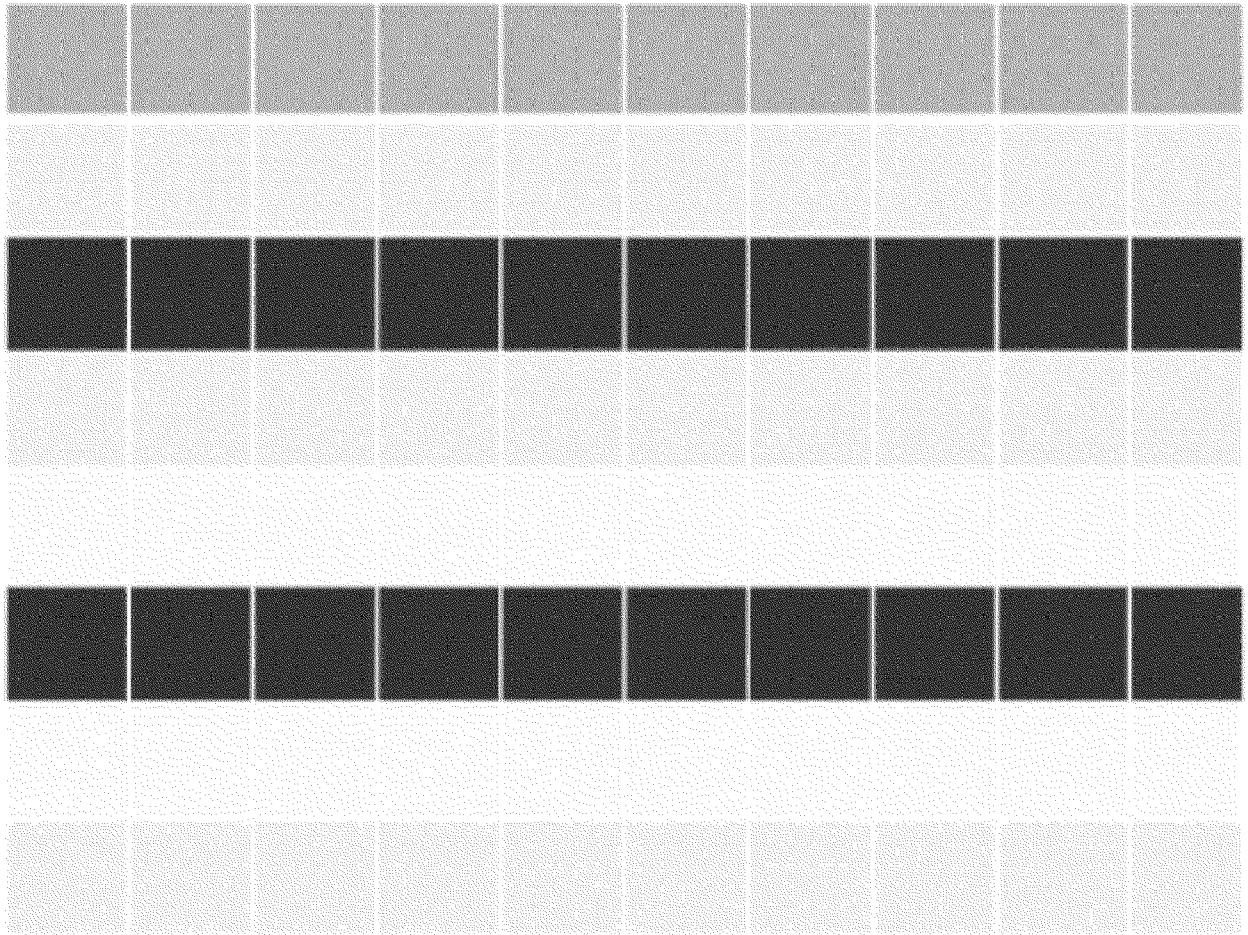
[도1]



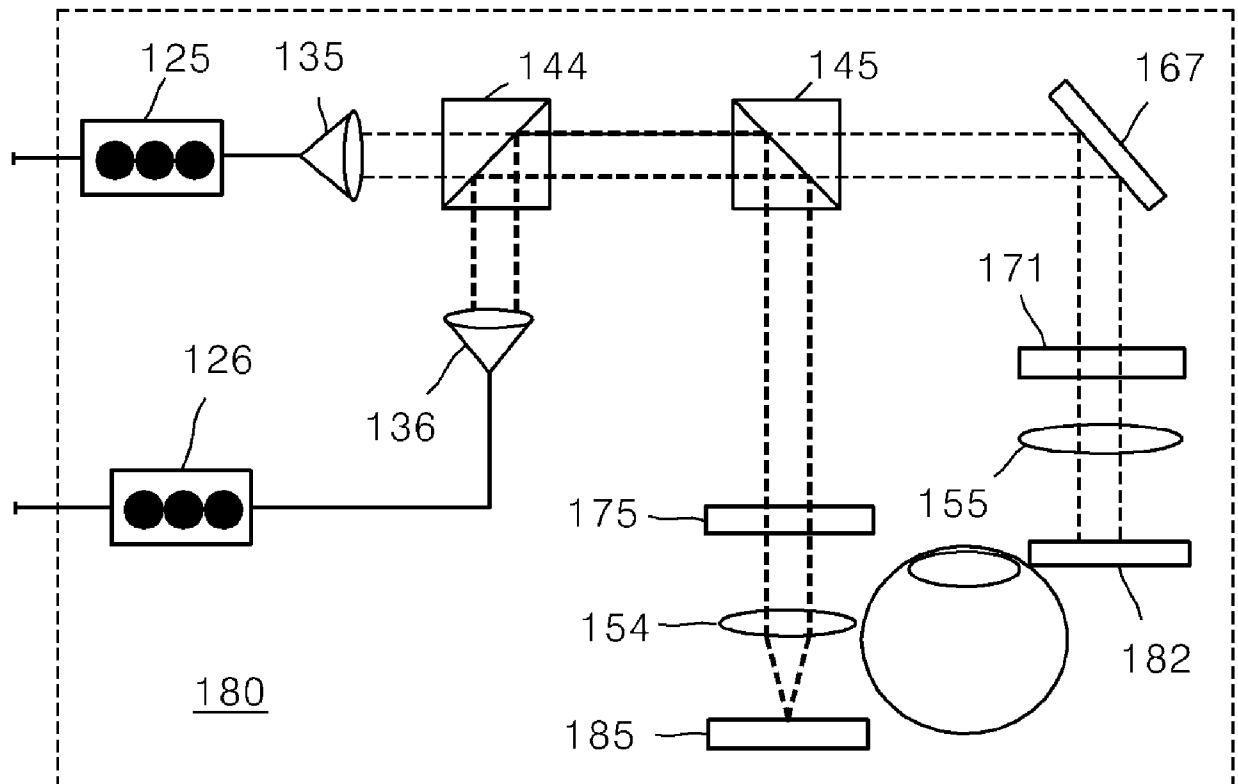
[도2]



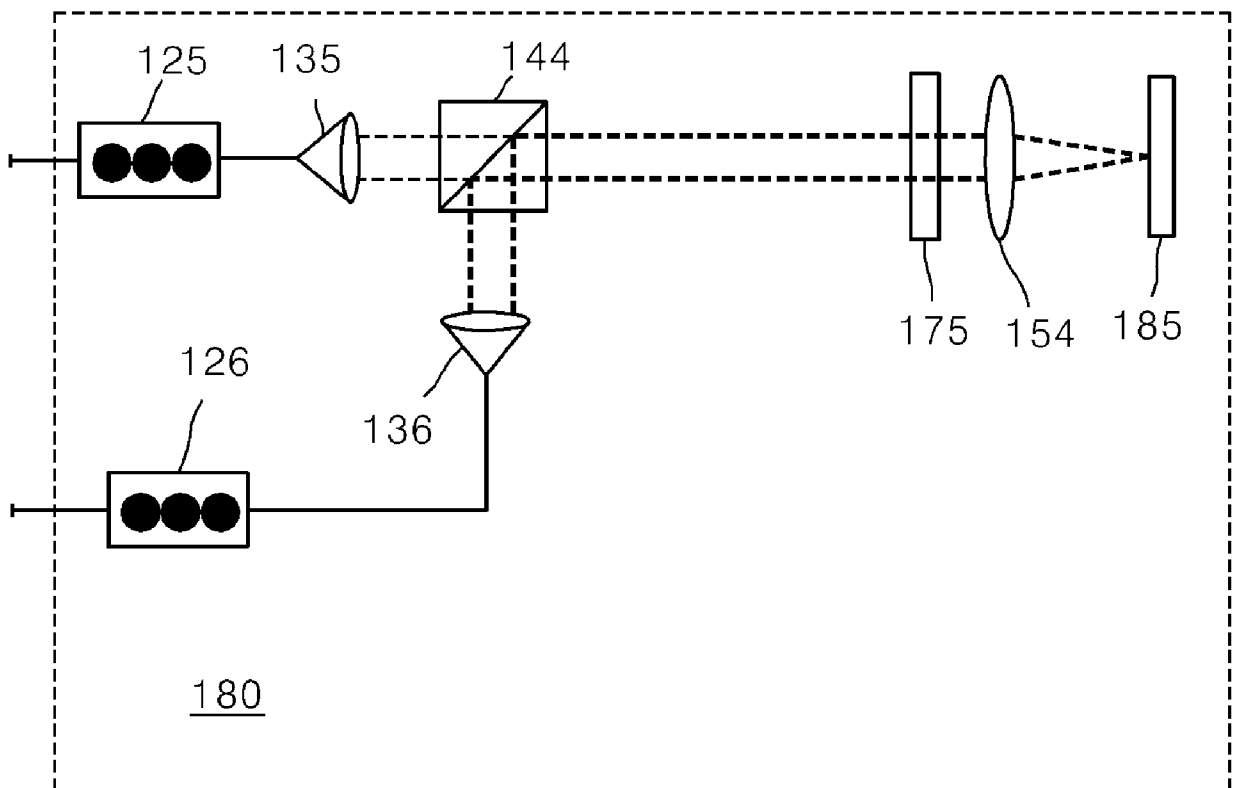
[도3]



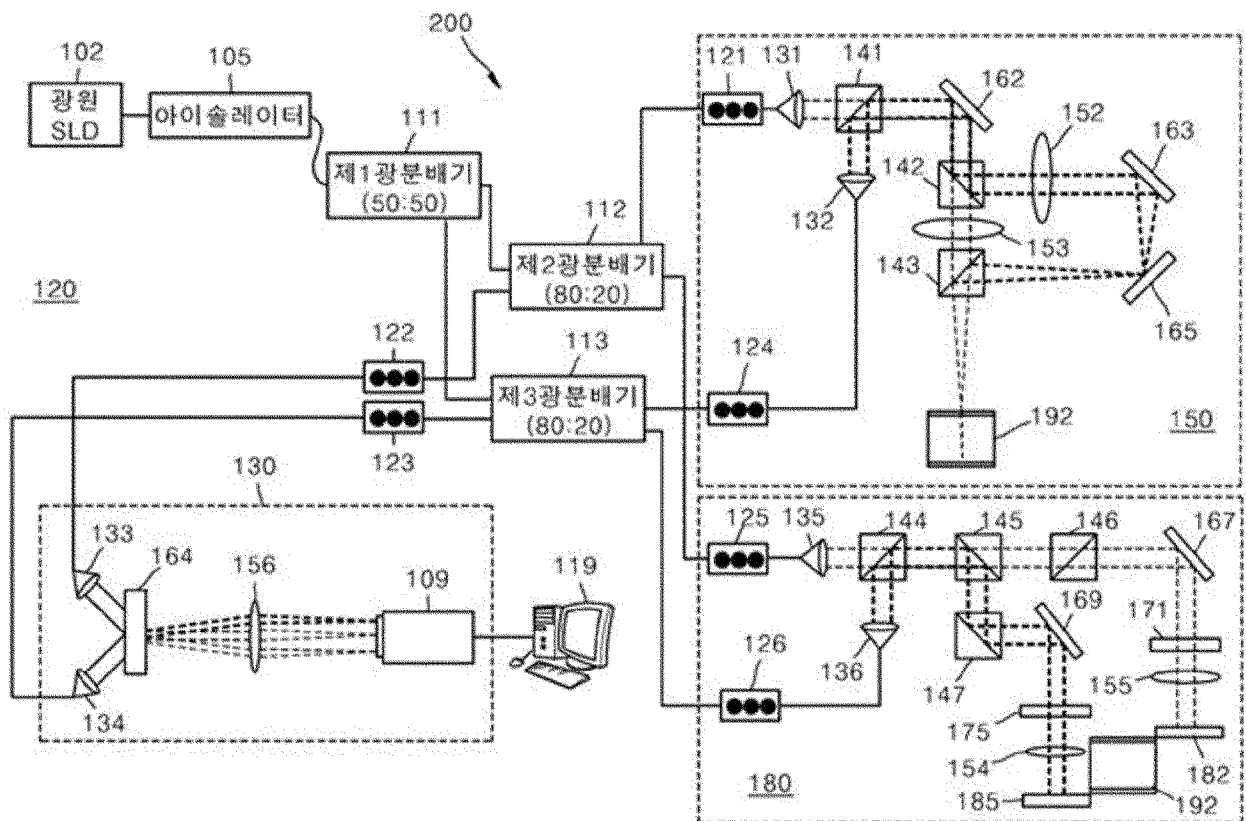
[도4]



[도5]



[도6]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/KR2016/006593****A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER*****A61B 3/10(2006.01)i***

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

A61B 3/10; A61B 3/12; A61B 6/03; G01N 21/17; A61B 3/00; G01B 9/02

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) &amp; Keywords: optical coherence, image, multi-focus, optical distribution unit, polarization, collimator, reference, sample, spectrum

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                  | Relevant to claim No. |
|-----------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| X         | WO 2012-105780 A2 (KOREA UNIVERSITY RESEARCH AND BUSINESS FOUNDATION) 09 August 2012<br>See paragraphs [94]-[157] and figures 4, 8. | 1-7,10,11             |
| Y         |                                                                                                                                     | 8,9                   |
| Y         | US 2012-0281236 A1 (KANG et al.) 08 November 2012<br>See paragraphs [25], [26], claim 1 and figure 1.                               | 8,9                   |
| A         | JP 2010-268990 A (CANON INC.) 02 December 2010<br>See paragraphs [12]-[22] and figure 1.                                            | 1-11                  |
| A         | US 2015-0055090 A1 (UTSUNOMIYA UNIVERSITY) 26 February 2015<br>See paragraphs [110]-[120] and figure 1.                             | 1-11                  |
| A         | KR 10-0868439 B1 (GWANGJU INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 11 November 2008<br>See paragraphs [24]-[45] and figure 1.           | 1-11                  |



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&amp;” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

15 MARCH 2017 (15.03.2017)

Date of mailing of the international search report

**15 MARCH 2017 (15.03.2017)**

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office  
Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701,  
Republic of Korea

Facsimile No. +82-42-481-8578

Authorized officer

Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.

**PCT/KR2016/006593**

| Patent document<br>cited in search report | Publication<br>date | Patent family<br>member                                                                                           | Publication<br>date                                                              |
|-------------------------------------------|---------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| WO 2012-105780 A2                         | 09/08/2012          | EP 2674102 A2<br>KR 10-1242315 B1<br>KR 10-1287289 B1<br>US 2013-0301006 A1<br>US 9492076 B2<br>WO 2012-105780 A3 | 18/12/2013<br>11/03/2013<br>17/07/2013<br>14/11/2013<br>15/11/2016<br>13/12/2012 |
| US 2012-0281236 A1                        | 08/11/2012          | NONE                                                                                                              |                                                                                  |
| JP 2010-268990 A                          | 02/12/2010          | JP 5610706 B2<br>US 2012-0026464 A1<br>US 9131840 B2<br>WO 2010-134564 A1                                         | 22/10/2014<br>02/02/2012<br>15/09/2015<br>25/11/2010                             |
| US 2015-0055090 A1                        | 26/02/2015          | EP 2829220 A1<br>EP 2829220 A4<br>JP 06047145 B2<br>US 9282887 B2<br>WO 2013-141229 A1                            | 28/01/2015<br>23/12/2015<br>21/12/2016<br>15/03/2016<br>26/09/2013               |
| KR 10-0868439 B1                          | 11/11/2008          | KR 10-2008-0067100 A                                                                                              | 18/07/2008                                                                       |

| <b>A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))</b><br><b>A61B 3/10(2006.01)i</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                  |                                                                                                                             |       |                            |        |   |                                                                                                                  |             |   |  |      |   |                                                                             |      |   |                                                                       |      |   |                                                                                      |      |   |                                                                    |      |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------|----------------------------|--------|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|---|--|------|---|-----------------------------------------------------------------------------|------|---|-----------------------------------------------------------------------|------|---|--------------------------------------------------------------------------------------|------|---|--------------------------------------------------------------------|------|
| <b>B. 조사된 분야</b><br>조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)<br>A61B 3/10; A61B 3/12; A61B 6/03; G01N 21/17; A61B 3/00; G01B 9/02<br>조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌<br>한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC<br>일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC<br>국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))<br>eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 광단층, 영상, 다초점, 광분배기, 편광, 콜리메이터, 기준, 샘플, 분광                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |                                                                                                                  |                                                                                                                             |       |                            |        |   |                                                                                                                  |             |   |  |      |   |                                                                             |      |   |                                                                       |      |   |                                                                                      |      |   |                                                                    |      |
| <b>C. 관련 문헌</b> <table border="1"> <thead> <tr> <th>카테고리*</th> <th>인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재</th> <th>관련 청구항</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>WO 2012-105780 A2 (KOREA UNIVERSITY RESEARCH AND BUSINESS FOUNDATION) 2012.08.09<br/>문단번호 [94]-[157] 및 도면 4,8 참조.</td> <td>1-7, 10, 11</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td></td> <td>8, 9</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>US 2012-0281236 A1 (KANG 등) 2012.11.08<br/>문단번호 [25], [26], 청구항 1 및 도면 1 참조.</td> <td>8, 9</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2010-268990 A (CANON INC.) 2010.12.02<br/>문단번호 [12]-[22] 및 도면 1 참조.</td> <td>1-11</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US 2015-0055090 A1 (UTSUNOMIYA UNIVERSITY) 2015.02.26<br/>문단번호 [110]-[120] 및 도면 1 참조.</td> <td>1-11</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>KR 10-0868439 B1 (광주과학기술원) 2008.11.11<br/>문단번호 [24]-[45] 및 도면 1 참조.</td> <td>1-11</td> </tr> </tbody> </table> |                                                                                                                  |                                                                                                                             | 카테고리* | 인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재 | 관련 청구항 | X | WO 2012-105780 A2 (KOREA UNIVERSITY RESEARCH AND BUSINESS FOUNDATION) 2012.08.09<br>문단번호 [94]-[157] 및 도면 4,8 참조. | 1-7, 10, 11 | Y |  | 8, 9 | Y | US 2012-0281236 A1 (KANG 등) 2012.11.08<br>문단번호 [25], [26], 청구항 1 및 도면 1 참조. | 8, 9 | A | JP 2010-268990 A (CANON INC.) 2010.12.02<br>문단번호 [12]-[22] 및 도면 1 참조. | 1-11 | A | US 2015-0055090 A1 (UTSUNOMIYA UNIVERSITY) 2015.02.26<br>문단번호 [110]-[120] 및 도면 1 참조. | 1-11 | A | KR 10-0868439 B1 (광주과학기술원) 2008.11.11<br>문단번호 [24]-[45] 및 도면 1 참조. | 1-11 |
| 카테고리*                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재                                                                                       | 관련 청구항                                                                                                                      |       |                            |        |   |                                                                                                                  |             |   |  |      |   |                                                                             |      |   |                                                                       |      |   |                                                                                      |      |   |                                                                    |      |
| X                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | WO 2012-105780 A2 (KOREA UNIVERSITY RESEARCH AND BUSINESS FOUNDATION) 2012.08.09<br>문단번호 [94]-[157] 및 도면 4,8 참조. | 1-7, 10, 11                                                                                                                 |       |                            |        |   |                                                                                                                  |             |   |  |      |   |                                                                             |      |   |                                                                       |      |   |                                                                                      |      |   |                                                                    |      |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |                                                                                                                  | 8, 9                                                                                                                        |       |                            |        |   |                                                                                                                  |             |   |  |      |   |                                                                             |      |   |                                                                       |      |   |                                                                                      |      |   |                                                                    |      |
| Y                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | US 2012-0281236 A1 (KANG 등) 2012.11.08<br>문단번호 [25], [26], 청구항 1 및 도면 1 참조.                                      | 8, 9                                                                                                                        |       |                            |        |   |                                                                                                                  |             |   |  |      |   |                                                                             |      |   |                                                                       |      |   |                                                                                      |      |   |                                                                    |      |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | JP 2010-268990 A (CANON INC.) 2010.12.02<br>문단번호 [12]-[22] 및 도면 1 참조.                                            | 1-11                                                                                                                        |       |                            |        |   |                                                                                                                  |             |   |  |      |   |                                                                             |      |   |                                                                       |      |   |                                                                                      |      |   |                                                                    |      |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | US 2015-0055090 A1 (UTSUNOMIYA UNIVERSITY) 2015.02.26<br>문단번호 [110]-[120] 및 도면 1 참조.                             | 1-11                                                                                                                        |       |                            |        |   |                                                                                                                  |             |   |  |      |   |                                                                             |      |   |                                                                       |      |   |                                                                                      |      |   |                                                                    |      |
| A                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | KR 10-0868439 B1 (광주과학기술원) 2008.11.11<br>문단번호 [24]-[45] 및 도면 1 참조.                                               | 1-11                                                                                                                        |       |                            |        |   |                                                                                                                  |             |   |  |      |   |                                                                             |      |   |                                                                       |      |   |                                                                                      |      |   |                                                                    |      |
| <input type="checkbox"/> 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다. <input checked="" type="checkbox"/> 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                  |                                                                                                                             |       |                            |        |   |                                                                                                                  |             |   |  |      |   |                                                                             |      |   |                                                                       |      |   |                                                                                      |      |   |                                                                    |      |
| * 인용된 문헌의 특별 카테고리:<br>“A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌<br>“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌<br>“L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌<br>“O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌<br>“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌<br>“T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌<br>“X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.<br>“Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.<br>“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                                                                                  |                                                                                                                             |       |                            |        |   |                                                                                                                  |             |   |  |      |   |                                                                             |      |   |                                                                       |      |   |                                                                                      |      |   |                                                                    |      |
| 국제조사의 실제 완료일<br>2017년 03월 15일 (15.03.2017)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                                                                                                                  | 국제조사보고서 발송일<br>2017년 03월 15일 (15.03.2017)                                                                                   |       |                            |        |   |                                                                                                                  |             |   |  |      |   |                                                                             |      |   |                                                                       |      |   |                                                                                      |      |   |                                                                    |      |
| ISA/KR의 명칭 및 우편주소<br><br>대한민국 특허청<br>(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,<br>4동 (둔산동, 정부대전청사)<br>팩스 번호 +82-42-481-8578                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                                                                                                                  | 심사관<br>김연경<br>전화번호 +82-42-481-3325<br> |       |                            |        |   |                                                                                                                  |             |   |  |      |   |                                                                             |      |   |                                                                       |      |   |                                                                                      |      |   |                                                                    |      |

국제조사보고서  
대응특허에 관한 정보

국제출원번호

**PCT/KR2016/006593**

| 국제조사보고서에서<br>인용된 특허문헌 | 공개일        | 대응특허문헌                                                                                                            | 공개일                                                                              |
|-----------------------|------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| WO 2012-105780 A2     | 2012/08/09 | EP 2674102 A2<br>KR 10-1242315 B1<br>KR 10-1287289 B1<br>US 2013-0301006 A1<br>US 9492076 B2<br>WO 2012-105780 A3 | 2013/12/18<br>2013/03/11<br>2013/07/17<br>2013/11/14<br>2016/11/15<br>2012/12/13 |
| US 2012-0281236 A1    | 2012/11/08 | 없음                                                                                                                |                                                                                  |
| JP 2010-268990 A      | 2010/12/02 | JP 5610706 B2<br>US 2012-0026464 A1<br>US 9131840 B2<br>WO 2010-134564 A1                                         | 2014/10/22<br>2012/02/02<br>2015/09/15<br>2010/11/25                             |
| US 2015-0055090 A1    | 2015/02/26 | EP 2829220 A1<br>EP 2829220 A4<br>JP 06047145 B2<br>US 9282887 B2<br>WO 2013-141229 A1                            | 2015/01/28<br>2015/12/23<br>2016/12/21<br>2016/03/15<br>2013/09/26               |
| KR 10-0868439 B1      | 2008/11/11 | KR 10-2008-0067100 A                                                                                              | 2008/07/18                                                                       |