

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2015년 7월 9일 (09.07.2015)



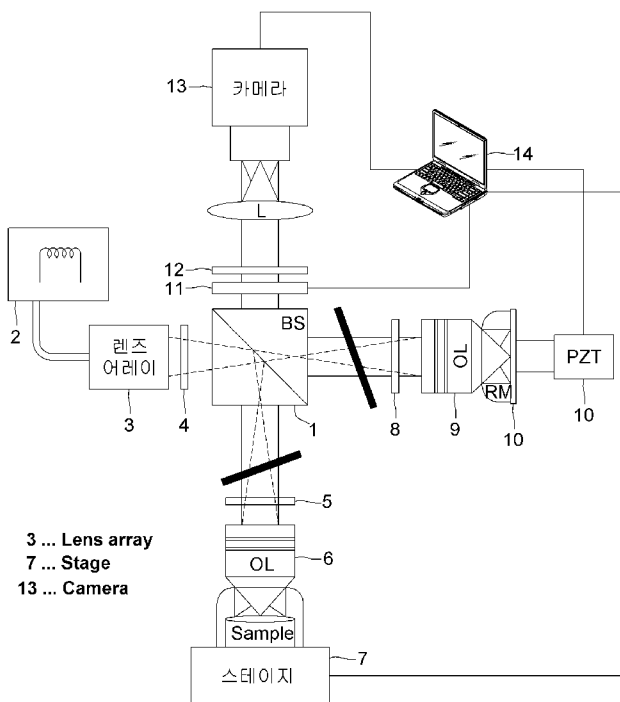
(10) 국제공개번호
WO 2015/102145 A1

- (51) 국제특허분류: *G01B 9/02* (2006.01) *G01N 21/23* (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2014/000762
- (22) 국제출원일: 2014년 1월 27일 (27.01.2014)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보: 10-2013-0167612 2013년 12월 30일 (30.12.2013) KR
- (71) 출원인: 광주과학기술원 (GWANGJU INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) [KR/KR]; 500-712 광주시 북구 첨단과기로 123 (오룡동), Gwangju (KR).
- (72) 발명자: 이병하 (LEE, Byeong Ha); 500-712 광주시 북구 첨단과기로 123 (오룡동) 광주과학기술원, 정보통신공학부, Gwangju (KR). 엄태중 (EOM, Tae Joong); 500-712 광주시 북구 첨단과기로 123 (오룡동), 광주과학기술원 고등광기술연구소, Gwangju (KR). 박관철 (PARK, Kwan Seob); 500-712 광주시 북구 첨단과기로 123 (오룡동), 광주과학기술원 정보기전공학부, Gwangju (KR). 최우준 (CHOI, Woo June); 614-872 부산시 부산진구 성지곡로 67 (초읍동) 삼환 나미르빌 APT 102 동 705 호, Busan (KR).
- (74) 대리인: 김기문 (KIM, Ki Moon); 135-936 서울특별시 강남구 역삼로 114, 6층 (역삼동, 현죽빌딩), 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, LT, 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, 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 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (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).

[다음 쪽 계속]

(54) Title: POLARIZATION-SENSITIVE FULL-FIELD OPTICAL COHERENCE TOMOGRAPHY SYSTEM, AND CONTROL SYSTEM AND CONTROL METHOD THEREOF

(54) 발명의 명칭: 편광 민감 전역 광단층 장치 및 그 제어시스템 및 제어방법



(57) Abstract: A polarization-sensitive full-field optical coherence tomography system according to the present invention may include: a light source unit for emitting light; a beam splitter that separates the light emitted from the light source unit, emits the light to a sample side and a reference side, and enables the light that has been reflected from the reference side and the sample side to be incident; an imaging unit for acquiring the image of an interference light reflected from the beam splitter; a linear polarizer for linearly polarizing the light of the light source unit; a quarter-wave plate for converting the linearly polarized light passed through the linear polarizer into an elliptically polarized light and then for providing the converted light to the sample side and the reference side; and a selected polarized light transmission device for, provided in the imaging unit, temporally selecting and passing a horizontal component and a vertical component of the polarized light, wherein the imaging unit has a single camera. The present invention can achieve advantages of eliminating an inconvenience of matching error alignment between image pixels, an inconvenience of pixel response rate correction of a camera, and an inconvenience of a strict adjustment of optical alignment, and significantly reducing the unit price of a product and reducing the size of a system.

(57) 요약서:

[다음 쪽 계속]

WO 2015/102145 A1



공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

본 발명에 따른 편광 민감 전역 광단층 장치에는, 광을 조사하는 광원부; 상기 광원부로부터 조사된 광을 분리하여 샘플측과 레퍼런스측으로 조사하고, 상기 샘플측과 상기 레퍼런스측에서 반사되어 온 광이 입사하는 빔스플리터; 상기 빔스플리터로부터 반사된 간섭광의 이미지를 획득하는 이미징부; 상기 광원부의 광을 선행편광시키는 선행편광자; 상기 선행편광자를 통과한 선행편광을 타원편광으로 만들어, 상기 샘플측과 상기 레퍼런스측에 제공하는 사분의일파장판; 및 상기 이미징부에 제공되어, 편광의 수평성분과 수직성분을 시간 선택하여 통과시키는 선택편광투과장치가 포함되고, 상기 이미징부에는 단일의 카메라가 제공되는 것을 특징으로 한다. 본 발명에 따르면, 이미지의 픽셀 간 메칭에러 정렬의 불편함, 카메라의 픽셀응답을 보정의 불편함, 및 광정렬의 엄격맞춤의 불편함을 없애고, 제품의 단가를 현저히 낮출 수 있고, 시스템의 크기가 줄어드는 장점을 얻을 수 있다.

명세서

발명의 명칭: 편광 민감 전역 광단층 장치 및 그 제어시스템 및 제어방법

기술분야

- [1] 본 발명은 전역 광단층 장치(full-field optical coherence tomography) 및 그 제어시스템 및 제어방법에 관한 것이다. 더 상세하게는, 피검사 물체의 형상과 함께 피검사 물체의 복굴절성을 알아낼 수 있는 편광 민감 전역 광단층 장치에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 광단층 영상촬영(Optical Coherence Tomography, 이하 OCT라고 한다)은, 비파괴적이고 비침습적으로 샘플의 소정 깊이의 이미지를 획득하는 기술로서, 주로 생체 샘플에 대하여 서브 마이크론(submicron) 해상도로 그 내부 구조를 촬영하기 위해 사용되고 있다.
- [3] 근래에는, OCT는 의학적 진단, 보석류의 감별 등으로 광범위하게 그 활용범위가 증대되고 있다. 이 중에서, 전역 광단층 장치(FFOCT: Full-Field Optical Coherence Tomography System)는 샘플에 대한 종단면의 이미지 뿐 아니라 샘플의 횡단면 이미지도 고해상도로 획득할 수 있는 점이 장점이다. 또한, 2차원 센서 배열을 사용하는 경우에는 1차원으로서 깊이방향의 스캐닝(depth scanning, C-scanning)만이 요구되는 장점이 있다. 이러한 전역 광단층 영상기기에 의해서, 고속의 2차원 이미지를 상대적으로 적은 기계적 에너지를 달성할 수 있다. 상기 FFOCT중에서 편광 민감 정보를 얻을 수 있는 장비도 제안되고 있는데, 이를 편광 민감 전역 광단층 장치(Polarization sensitive full-field optical coherence tomography system)라고 하고, 일 예로서 G. Moneron, A-C. Boccara, A. Dubois, "Polarization-sensitive full-field optical coherence tomography," Opt. Lett. 32, 2058-2060 (2007)를 예로 들 수 있다.
- [4] 상기 편광 민감 전역 광단층 장치는, 현실적으로 이하와 같은 다양한 문제로 인하여 실제로 제품화되는 사례는 없다. 예를 들어, 상기 편광 민감 전역 광단층 장치는 샘플단과 레퍼런스단에서 반사된 광에서 두 직교하는 편광성분값을 얻기 위하여 빔을 분리하고, 각각의 분리된 광을 촬영하기 위하여 두 대의 CCD카메라를 사용한다. 그러나, 두 대의 CCD카메라를 사용하는 경우에는, 각각의 카메라로부터 얻어지는 이미지의 픽셀 간 메칭이 틀어져서 이미지에서 에러가 발생하여 실제 적용가능한 시스템을 구성하는 것은 불가능할 정도로 어렵다. 또한, 피검사물체를 측정할 때마다 카메라의 픽셀응답율을 보정해야 하는 불편함이 있다. 또한, 편광성분별로 분리되어 있는 광로를 광정렬을 통하여 정확히 맞추는 과정이 요구되는 불편함이 있다.
- [5] 이와 같은 문제점으로 인하여 편광 민감 전역 광단층 장치는 아직 소개된 바가

없고, 본 발명은 이러한 문제점을 개선하여 상기되는 문제점을 해소하는 편광 민감 전역 광단층 장치 및 그 제어시스템 및 제어방법을 제안한다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [6] 본 발명은 상기되는 문제를 해결하기 위하여 제안되는 것으로서, 샘플의 복굴절정보를 안정되고 정확하고 편리하게 획득할 수 있고, 현실적으로 제품화할 수 있는 편광 민감 전역 광단층 장치를 제안한다.

과제 해결 수단

- [7] 본 발명에 따른 편광 민감 전역 광단층 장치는, 광을 조사하는 광원부; 상기 광원부로부터 조사된 광을 분리하여 샘플측과 레퍼런스측으로 조사하고, 상기 샘플측과 상기 레퍼런스측에서 반사되어 온 광이 입사하는 빔스플리터; 상기 빔스플리터로부터 반사된 간섭광의 이미지를 획득하는 이미징부; 상기 광원부의 광을 선형편광시키는 선형편광자; 상기 선형편광자를 통과한 선편광을 타원편광으로 만들어, 상기 샘플측과 상기 레퍼런스측에 제공하는 사분의일과장판; 및 상기 이미징부에 제공되어, 편광의 수평성분과 수직성분을 시간 선택하여 통과시키는 선택편광투과장치가 포함되고, 상기 이미징부에는 단일의 카메라가 제공되는 것을 특징으로 한다. 본 발명에 따르면 광정렬, 픽셀일치, 카메라응답률보정의 필요가 없어지고 더 편리하게 광단층 장치를 사용할 수 있다. 또한, 상기되는 불편함 또는 제품화가 불가능한 사정을 극복할 수 있다.
- [8] 상기 광단층 장치에 있어서, 상기 샘플측에 제공되는 사분의일과장판의 주축은 상기 선편광의 광축과 45도 기울어지고, 상기 레퍼런스측에 제공되는 사분의일과장판의 주축은 상기 선편광의 광축과 22.5도 기울어지는 것을 특징으로 하고, 상기 선택편광투과장치에는, 외력에 의해서 편광상태가 가변되는 편광스위치와, 상기 편광스위치를 통과한 광이 입사하는 선편광자가 포함된다. 이에 따르면 편광에 대한 선택을 편리하게 조정할 수 있다. 여기서, 상기 편광스위치에는, 강유전성 액정이 사용될 수 있다. 이에 따르면 편광스위치에 대한 응답성이 한층 더 좋아지는 이점이 있다.
- [9] 상기 광단층 장치에 있어서, 상기 선택편광투과장치가 한 주기 동작할 때, 상기 카메라는 여덟번 촬영하는 것을 특징으로 한다. 본 발명에 따르면, 복굴절정보를 완전하게 획득할 수 있는 이점이 있다.
- [10] 본 발명의 다른 측면에 따른 편광 민감 전역 광단층 장치의 제어시스템에는, 연산기능, 통신기능, 및 저장기능이 적어도 부여될 수 있는 제어장치; 상기 제어장치에 의해서 제어되고, 위상변조된 간섭신호를 제공하는 위상변조기; 상기 제어장치에 의해서 제어되고, 간섭광으로 제공되는 타원편광의 광축을 회전시켜서 수직성분 또는 편광의 수평성분이 선택적으로 통과하도록 하는 선택편광투과장치; 및 상기 제어장치에 의해서 제어되고, 상기

선택편광투과장치를 통과한 광을 촬영하는 카메라가 포함되고, 상기 제어장치는, 상기 위상변조기의 한 주기 동안, 상기 편광스위치는 반주기가 진행되는 것을 특징으로 한다. 상기 제어장치에 따르면 광단층 장치를 제어함으로써, 타이밍을 맞추면서 완전하게 구동시킬 수 있다. 여기서, 상기 카메라는 상기 위상변조기의 한 주기 동안 네 번의 촬영을 수행할 수 있다. 이로써 촬영의 타이밍이 정확하게 맞추어질 수 있다.

- [11] 본 발명의 또 다른 측면에 따른 편광 민감 전역 광단층 장치의 제어방법에는, 샘플측과 레퍼런스측으로부터의 반사광이 서로 간섭하는 간섭광을 획득하는 것; 상기 간섭광의 수직성분과 수평성분을 시간적으로 분리하여 이미지화 하는 것; 및 상기 수직성분과 상기 수평성분을 각각 합하여 단일 이미지정보로 제공하고, 각각의 상기 단일 이미지정보를 비교하여 복굴절 정보를 획득하는 것이 포함되는 것을 특징으로 한다. 본 방법에 따르면 광정렬, 픽셀일치, 카메라응답률보정의 필요가 없어지고 더 편리하게 광단층 장치를 사용할 수 있다. 또한, 상기되는 불편함 또는 제품화가 불가능한 사정을 극복할 수 있다.
- [12] 상기 방법에 있어서, 상기 복굴절정보는, 수평성분의 상기 단일 이미지정보와 수직성분의 상기 단일 이미지정보를 나누고 제곱근과 아크 탄젠트를 취하여 획득될 수 있다. 본 발명에 따르면 복굴절정보를 편리하게 얻을 수 있다.

발명의 효과

- [13] 본 발명에 따르면, 이미지의 픽셀 간 메칭에러정렬의 불편함, 카메라의 픽셀응답률 보정의 불편함, 및 광정렬의 엄격맞춤의 불편함을 없애고, 제품의 단가를 현저히 낮출 수 있고, 시스템의 크기가 줄어드는 장점을 얻을 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [14] 도 1은 실시예에 따른 편광 민감 전역 광단층 장치의 구성도.
- [15] 도 2와 도 3은 선택편광투과장치의 작용을 설명하는 도면으로서, 도 2는 타원편광의 수직성분이 통과하는 경우이고 도 3은 타원편광의 수평성분이 통과하는 경우를 보이는 도면.
- [16] 도 4는 편광 민감 전역 광단층 장치의 제어시스템을 나타내는 도면.
- [17] 도 5는 도 4에 제공되는 위상변조기와 편광스위치와 카메라의 타이밍도.
- [18] 도 6은 편광 민감 전역 광단층 장치의 제어방법을 설명하는 흐름도.

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [19] 이하에서는 도면을 참조하여 본 발명의 구체적인 실시예를 상세하게 설명한다. 그러나, 본 발명의 사상은 이하의 실시예에 제한되지 아니하고 본 발명의 사상을 이해하는 당업자는 동일한 사상의 범위 내에 포함되는 다른 실시예를 구성요소의 부가, 변경, 삭제, 및 추가 등에 의해서 용이하게 제안할 수 있을 것이나, 이 또한 본 발명 사상의 범위 내에 포함된다고 할 것이다.
- [20] 도 1은 실시예에 따른 편광 민감 전역 광단층 장치의 구성도이다.
- [21] 도 1을 참조하면, 광을 조사하는 광원부와, 광원부로부터 조사된 광을 분리하고

반사되어 온 광이 입사하는 빔스플리터(1), 상기 빔스플리터(1)를 광경로 상의 중심으로 하여 분리되는 샘플측 및 레퍼런스측과, 상기 빔스플리터(1)로부터 반사된 간섭광을 획득하는 이미징부와, 상기 구성요소들을 제어하는 제어장치(14)가 포함된다.

- [22] 상기 광원부에는, 할로겐 발광기(halogen illuminator)로 예시할 수 있는 광원(2)과, 광을 집속 및 정렬시키는 렌즈어레이(3)와, 광을 선형편광시키는 선형편광자(4)가 포함된다. 상기 광원부는 상기되는 바와 같은 구성을 통하여 선편광을 조사한다. 상기 선편광은 빔스플리터(1)로 입사된 다음에, 분리되어 샘플측과 레퍼런스측으로 각각 입사한다.
- [23] 상기 샘플측에는, 사분의일파장판(5)과 대물렌즈(6)와 스테이지(7)가 제공된다. 따라서, 샘플측으로 전달된 광은 원편광되어 대물렌즈(6)를 통해 스테이지(7)에 놓인 샘플에 조사된다. 상기 샘플에 의해 반사된 광은 타원편광되어 다시 사분의일파장판(5)을 통과하고 다시 빔스플리터(1)로 전달된다.
- [24] 상기 사분의일파장판(5)은 샘플측으로 조사될 때 원편광이 될 수 있도록 선편광의 광축은 상기 사분의일파장판(5)의 주축과 45도의 방위를 가질 수 있다. 이와 같은 구성에 따르면, 원편광된 빛이 샘플에 조사되고, 상기 원편광 빛은 샘플의 복굴절 정도에 따라서 타원편광된 다음에 반사된다. 따라서, 샘플에서 반사된 빛에는 샘플의 이미지 정보만이 아니고 샘플의 복굴절 정보도 포함될 수 있다.
- [25] 상기 스테이지(7)는 상하를 포함하는 다양한 방향으로 움직일 수 있다. 따라서, 그 위에 놓인 샘플도 상하로 움직이고, 샘플의 측정 깊이를 조정할 수 있다.
- [26] 상기 레퍼런스측에는, 사분의일파장판(8)과 대물렌즈(9)와 반사미러(10)가 제공된다. 따라서, 레퍼런스측으로 전달된 광은 대물렌즈(9)를 통해 반사미러(RM: Reflection Mirror)(10)에 전달되며, 반사미러에 의해 반사된 광은 다시 빔스플리터(1)로 전달된다. 이때 상기 사분의일파장판은 편광의 주축과 22.5도의 방위를 가질 수 있다. 이와 같은 구성에 따르면, 반사미러(10)에서 의해서 반사되어 상기 빔스플리터(1)로 재입사되는 빛은 선편광의 빛이 될 수 있다.
- [27] 상기 이미징부에는, 광의 편광상태를 조절하는 편광스위치(11)와, 선형편광자(12)와, 카메라(13)가 포함된다. 상기 편광스위치(11)는 액정으로 예시할 수 있고, 바람직하게는 반응성이 좋은 강유전성 액정(FLC: ferroelectric liquid crystal)을 사용할 수 있다. 상기 편광스위치는 외부에서 인가되는 전기장에 따라서 광축이 45도 변경될 수 있다. 따라서, 상기 빔스플리터(1)로부터 상기 편광스위치(11)로 입사되는 타원편광의 광축이 변경될 수 있고, 이후에는 상기 선형편광자(12)에 의해서 선택된 편광성분만 통과하여 카메라(13)로 입사하게 된다. 따라서, 상기 편광스위치(11)와 상기 선형편광자(12)는 선택편광투과장치라고 할 수 있다. 상기 선택편광투과장치에는 다른 종류의 편광기기가 사용될 수도 있다. 상기 카메라(13)는 CCD 카메라를 예로 들 수

있다. 또한, 상기 제어장치(14)에서는 각각의 이미지 정보를 얻을 수 있도록 각 부품을 제어한다.

- [28] 설명되는 바와 같이, 실시예에서는 단일의 카메라를 이용하여, 타원편광을 선택하여 통과시켜 촬영한다. 따라서, 서로 다른 카메라를 이용하는 경우에 발생하는 이미지의 픽셀 간 메칭에러 또는 카메라의 픽셀응답율을 보정의 불편함이 없다. 또한, 광계통은 하나로 마련되므로 광정렬을 엄격하게 맞추어야 하는 불편함이 없다. 아울러, 수천만원에 이르는 카메라를 복수개 사용할 필요가 없으므로 제품의 단가를 낮출 수 있는 장점이 있고, 제품의 크기가 작아지는 이점이 있다.
- [29] 상기 선택편광투과장치에 대하여 더 상세하게 설명한다.
- [30] 도 2와 도 3은 선택편광투과장치의 작용을 설명하는 도면으로서, 도 2는 타원편광의 수직성분이 통과하는 경우이고 도 3은 타원편광의 수평성분이 통과하는 경우를 보이고 있다. 다만, 상기 도면은 개념을 설명하기 위한 것으로서, 크기, 형태, 및 양상은 이해의 편의를 위하여 과장되어 표현될 수 있다.
- [31] 도 2를 참조하면, 상기 빔스플리터(1)로부터 입사되는 타원편광(a)은 편광스위치(11)를 통과하여 수직성분이 상하로 정렬된다. 수직성분이 상하로 정렬된 타원편광(b)은 선형편광자(12)를 통과하면 선형편광자(12)의 광축과 정렬되는, 타원편광의 수직성분(c)이 통과한다. 따라서, 카메라(13)에 입사되는 광은 타원편광의 수직성분이 된다.
- [32] 도 3을 참조하면, 상기 빔스플리터(1)로부터 입사되는 타원편광(a)은 편광스위치(11)를 통과하여 수평성분이 상하로 정렬된다. 수평성분이 상하로 정렬된 타원편광(b)은 선형편광자(12)를 통과하면 선형편광자(12)의 광축과 정렬되는, 타원편광의 수평성분(c)이 통과한다. 따라서, 카메라(13)에 입사되는 광은 타원편광의 수평성분이 된다.
- [33] 한편, 도 2와 도 3의 상태는 편광스위치(11)에 인가되는 전기장의 방향이 반대로 되는 경우를 예로 들 수 있고, 각각 $\pm 5V$ 가 인가될 수 있다.
- [34] 다시 도 1을 참조하면, 상기 샘플측과 상기 레퍼런스측으로부터 입사된 광은 서로 간섭을 일으키게 되고, 상기 레퍼런스측에는 위상변조기(10)가 구비되는데, 상기 위상변조기(10)에 의해서 위상변조된 간섭신호를 제공하게 된다. 상기 위상변조기(10)로는 PZT(Piezoelectric Transducer)가 사용될 수 있다. 구체적으로는, 상기 위상변조기(10)에 의해서 위상변조된 간섭신호가 제공되면, 샘플의 형태가 유지되는 중에 간섭무늬가 쉬프트될 수 있고, 쉬프트되는 때마다 이미지를 획득하여 이를 이미지 처리하면 샘플의 단층이미지를 획득할 수 있다. 이때 복굴절정보를 얻지 않는 단순한 단층 이미지만을 획득하고자 할 때에는 위상변조는 네번 일어나고, 네장의 이미지를 얻으면 수행될 수 있다. 그러나, 샘플의 복굴절정보를 얻기 위해서는 더 많은 정보가 필요하게 된다.
- [35] 복굴절정보를 얻을 수 있는, 실시예에 따른 편광 민감 전역 광단층 장치의 동작방법을 간단히 설명한다. 샘플의 단층 이미지 정보과 샘플의 복굴절정보를

얻기 위해서는, 타원편광의 수직성분이 포함되는 4장의 쉬프트된 이미지와, 타원편광의 수평성분이 포함되는 4장의 쉬프트된 이미지가 필요하다. 각각의 편광성분에 대한 4장의 쉬프트된 이미지를 더하면, 수직성분에 대한 한 장의 이미지와 수평성분에 대한 한 장의 이미지를 획득할 수 있다. 그리고, 수직성분에 대한 한 장의 이미지와 수평성분에 대한 한 장의 이미지를 비교하는 것에 의해서 샘플의 복굴절 정보를 획득할 수 있다. 구체적으로는 수평성분이미지와 수직성분이미지를 나누고 제곱근과 아크탄젠트를 취함으로써 위상지연의 결과를 획득할 수 있게 된다.

- [36] 상기 과정은 카메라(13)로부터 획득된 이미지를 처리하는 제어장치(14)에서 수행될 수 있다. 샘플의 어느 한 단층에 대한 이미지정보 및 복굴절정보를 얻어진 다음에는, 스테이지(7)를 이동하여 샘플의 다른 깊이 및 위치에 대한 이미지정보 및 복굴절정보를 획득할 수 있다.
- [37] 상기되는 바와 같은 복굴절정보와 이미지정보를 얻기 위해서는 위상변조기(10)와, 편광스위치(11)와, 카메라(13)의 스위칭동작을 제어하여야 한다. 도 4는 이를 위한 편광 민감 전역 광단층 장치의 제어시스템을 나타내는 도면이다.
- [38] 도 4를 참조하면, 연산기능, 통신기능, 및 저장기능이 적어도 부여될 수 있는 제어장치(14)와, 상기 제어장치(14)에 의해서 제어되는 위상변조기(10)와, 편광스위치(11)와, 카메라(13)가 포함된다. 상기 위상변조기(10)는 위상변조된 간섭무늬를 제공하는 기기로서, 레퍼런스축의 광경로를 변화시켜 결과적으로는 간섭무늬가 쉬프트 되도록 한다. 상기 편광스위치는 상기 이미징부에 제공되는 기기로서, 타원편광의 광축을 회전시켜서 수직성분 또는 편광의 수평성분이 선형편광자를 통하여 선택적으로 통과하도록 한다. 상기 카메라는 이미징부에 마련되어 이미지를 획득하는 장치이다.
- [39] 상기 위상변조기가 5Hz로 동작되는 경우에, 상기 편광스위치는 2.5Hz로 동작하도록 하고, 상기 카메라는 20Hz로 동작하도록 한다. 따라서, 상기 편광스위치가 한 주기 동안 동작할 때, 상기 위상변조기는 두 주기로 동작하고, 상기 카메라는 8번의 촬영을 하게 된다.
- [40] 도 5는 도 4에 제공되는 위상변조기와 편광스위치와 카메라의 타이밍도를 나타낸다.
- [41] 도 5를 참조하여, 편광 민감 전역 광단층 장치의 제어시스템의 동작을 설명한다. 상기 위상변조기(PZT)의 한 주기는 편광스위치(FLC)의 반주기에 해당하고, 위상변조기(PZT)의 한 주기동안 카메라(CCD)는 네 번의 촬영을 수행할 수 있다. 그리고, 복굴절 정보를 얻기 위해서는 샘플의 단일 위치에 대하여 편광상태가 서로 다른 두 개의 이미지가 필요하다. 그러므로, 샘플의 단일 위치에 대한 이미지정보와 복굴절정보를 얻기 위해서는 8번의 촬영이 필요하고 편광스위치의 한 주기의 시간이 소요될 것이다.
- [42] 다시 설명하면, 위상변조기의 어느 한 주기 동안은 편광스위치의 전기장을

양의 방향으로 제어하여 편광의 수직성분을 통과시키고, 위상변조기의 다른 한 주기 동안은 편광스위치의 전기장을 음의 방향으로 제어하여 편광의 수평성분을 통과시킬 수 있는 것이다.

- [43] 상기되는 과정을 통하여 획득된 각각의 편광성분에 대한 4장의 쉬프트된 이미지를 더하면, 수직성분에 대한 한 장의 이미지와 수평성분에 대한 한 장의 이미지를 획득할 수 있다. 그리고, 수직성분에 대한 한 장의 이미지와 수평성분에 대한 한 장의 이미지를 비교하면, 샘플의 복굴절 정보를 얻을 수 있게 된다.
- [44] 도 6은 실시예에 따른 편광 민감 전역 광단층 장치의 제어방법을 설명하는 흐름도이다.
- [45] 도 6을 참조하면, 샘플측과 레퍼런스측으로부터의 반사광이 서로 간섭하는 간섭광을 획득한다(S1). 이때 샘플측과 레퍼런스측으로부터의 반사광은 편광되어 있다. 상기 간섭광의 수직성분과 수평성분을 시간적으로 분리하여 이미지화 한다(S2). 상기 간섭광의 수직성분과 수평성분을 시간적으로 분리하기 위하여 선택편광투과장치가 사용될 수 있다. 상기 선택편광투과장치는 편광스위치와 선행편광자가 이용될 수 있다.
- [46] 상기 수직성분과 상기 수평성분은 각각이 합하여져 단일의 이미지정보로 제공될 수 있다. 수직성분과 수평성분으로 제공되는 각각의 단일 이미지를 비교하여 복굴절 정보를 획득할 수 있다(S3).
- [47] 어느 단층의 이미지가 획득되고 난 다음에는, 샘플의 검사가 종료되었는지를 파악하여(S4), 촬영이 필요한 샘플이 남은 경우에는 샘플을 이동시켜 다시금 간섭광을 획득하는 등의 일련이 과정을 수행한다. 샘플의 검사가 종료한 경우에는 3차원 분석을 수행한다(S5).

발명의 실시를 위한 형태

- [48] 본 발명에 따르면, 샘플의 이미지 정보만이 아니라 샘플의 복굴절 정보를 알아낼 수 있고, 복굴절정보의 획득에 있어서도 사용자가 편리하게 신뢰성있는 정보를 획득할 수 있다. 또한, 복잡한 과정을 거치지 않고 정확하게 샘플의 복굴절정보를 알 수 있다.
- [49] 따라서, 상기 실시예에 따른 편광 민감 전역 광단층 장치에, 기구적이거나 제어적이거나 방법적이거나 부가장치의 면에 있어서 적절한 변화를 가함으로써, 디지털 디바이스에 사용되는 커버글래스의 복굴절성 검사, 방향성을 가지는 암세포 등과 같은 생체조직에 대한 검사, 스트레스가 주어질 때 방향성을 가지게 되는 필름 등의 스트레스 검사 등과 같은 다양한 장비에 사용될 수 있을 것이다.

산업상 이용가능성

- [50] 본 발명에 따르면, 이미지의 픽셀 간 메칭에러발생, 카메라의 픽셀응답율을 보정의 불편함, 및 광정렬의 엄격맞춤의 불편함을 없애고, 제품의 단가를 현저히

낮출 수 있고, 시스템의 크기가 줄어들게 된다. 따라서 물체의 복굴절성과 함께 물체의 깊이에 대한 이미지 정보를 파악해야 하는 다양한 기기에 실제로 적용될 수 있을 것이다. 예를 들어 카메라의 커버글래스의 복굴절성 검사, 방향을 가지는 암조직에 대한 검사, 스트레스가 주어질 때 방향성을 가지게 되는 필름 등의 스트레스 검사 등과 같은 다양한 장비에 사용될 수 있을 것이다.

청구범위

- [청구항 1] 광을 조사하는 광원부;
 상기 광원부로부터 조사된 광을 분리하여 샘플측과 레퍼런스측으로 조사하고, 상기 샘플측과 상기 레퍼런스측에서 반사되어 온 광이 입사하는 빔스플리터;
 상기 빔스플리터로부터 반사된 간섭광의 이미지를 획득하는 이미징부;
 상기 광원부의 광을 선형편광시키는 선형편광자;
 상기 선형편광자를 통과한 선편광을 타원편광으로 만들어, 상기 샘플측과 상기 레퍼런스측에 제공하는 사분의일과장판; 및
 상기 이미징부에 제공되어, 편광의 수평성분과 수직성분을 시간 선택하여 통과시키는 선택편광투과장치가 포함되고,
 상기 이미징부에는 단일의 카메라가 제공되는 편광 민감 전역 광단층 장치.
- [청구항 2] 제 1 항에 있어서,
 상기 샘플측에 제공되는 사분의일과장판의 주축은 상기 선편광의 광축과 45도 기울어지고, 상기 레퍼런스측에 제공되는 사분의일과장판의 주축은 상기 선편광의 광축과 22.5도 기울어지는 편광 민감 전역 광단층 장치.
- [청구항 3] 제 1 항에 있어서,
 상기 선택편광투과장치에는, 외부에서 가하여지는 힘에 의해서 편광상태가 가변되는 편광스위치와, 상기 편광스위치를 통과한 광이 입사하는 선편편광자가 포함되는 편광 민감 전역 광단층 장치.
- [청구항 4] 제 3 항에 있어서,
 상기 편광스위치에는, 강유전성 액정이 사용되는 편광 민감 전역 광단층 장치.
- [청구항 5] 제 1 항에 있어서,
 상기 선택편광투과장치가 한 주기 동작할 때, 상기 카메라는 여덟번 촬영하는 편광 민감 전역 광단층 장치.
- [청구항 6] 연산기능, 통신기능, 및 저장기능이 적어도 부여될 수 있는 제어장치;
 상기 제어장치에 의해서 제어되고, 위상변조된 간섭신호를 제공하는 위상변조기;
 상기 제어장치에 의해서 제어되고, 간섭광으로 제공되는 타원편광의 광축을 회전시켜서 수직성분 또는 편광의 수평성분이 선택적으로 통과하도록 하는 선택편광투과장치; 및

상기 제어장치에 의해서 제어되고, 상기 선택편광투과장치를 통과한 광을 촬영하는 카메라가 포함되고, 상기 제어장치는, 상기 위상변조기의 한 주기 동안, 상기 편광스위치는 반주기가 진행되는 편광 민간 전역 광단층 장치의 제어시스템.

[청구항 7]

제 6 항에 있어서, 상기 카메라는 상기 위상변조기의 한 주기 동안 네 번의 촬영을 수행하는 편광 민간 전역 광단층 장치의 제어시스템.

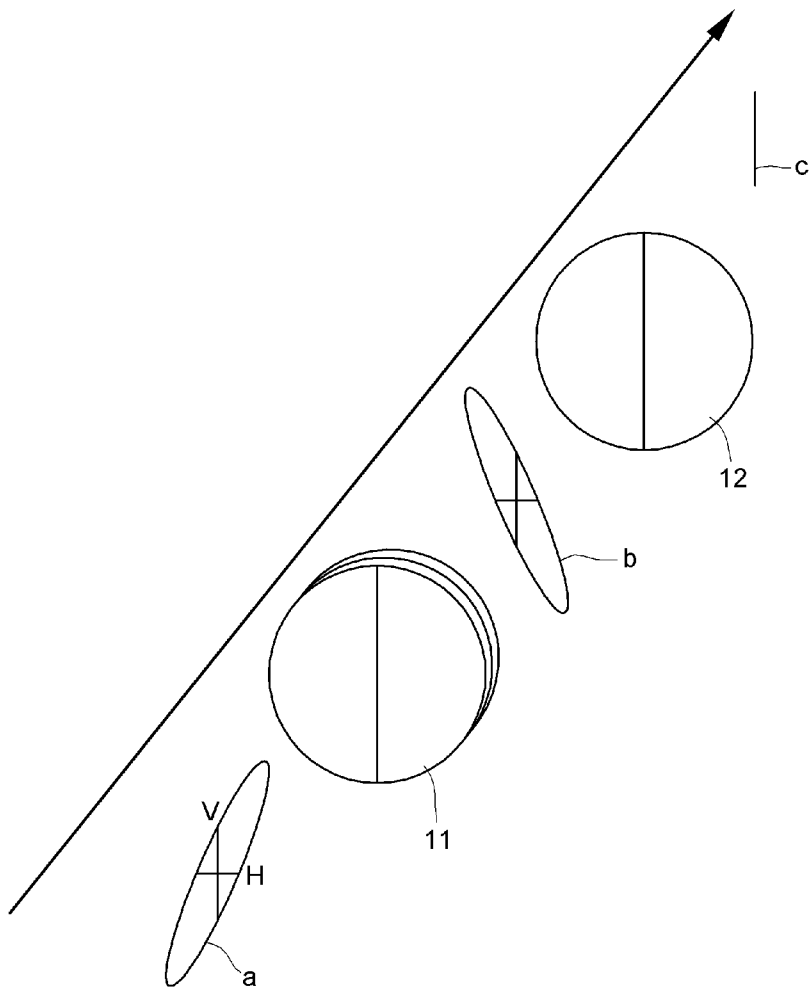
[청구항 8]

샘플측과 레퍼런스측으로부터의 반사광이 서로 간섭하는 간섭광을 획득하는 것; 상기 간섭광의 수직성분과 수평성분을 시간적으로 분리하여 이미지화 하는 것; 및 상기 수직성분과 상기 수평성분을 각각 합하여 단일 이미지정보로 제공하고, 각각의 상기 단일 이미지정보를 비교하여 복굴절 정보를 획득하는 것이 포함되는 편광 민감 전역 광단층 장치의 제어방법.

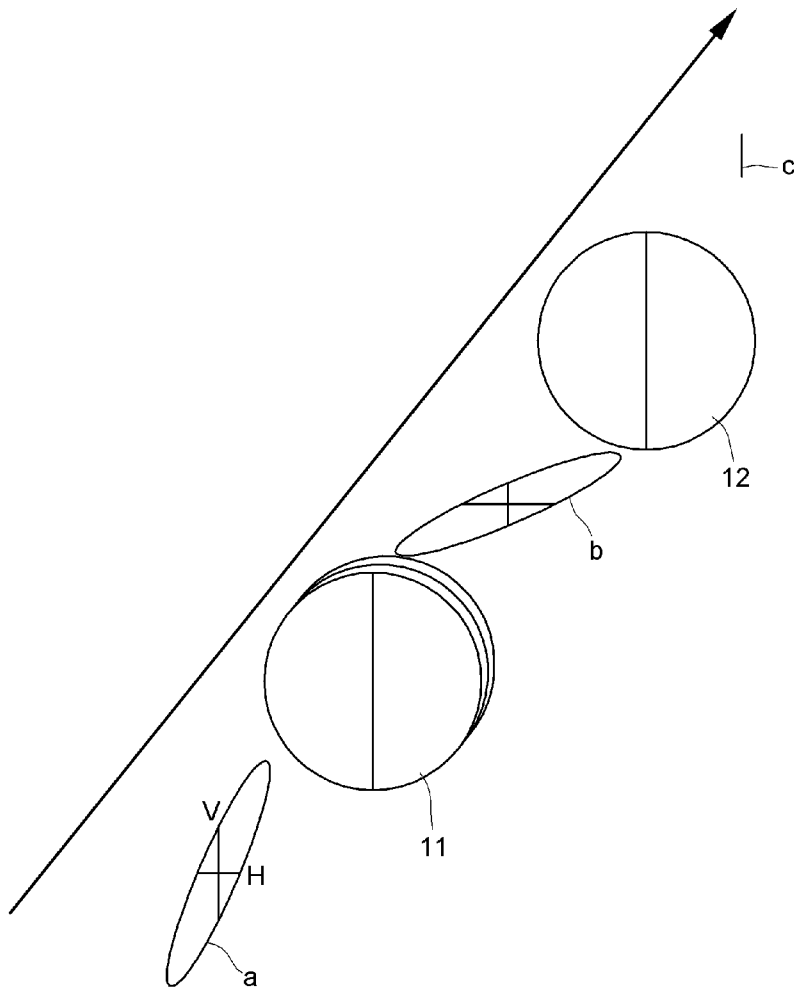
[청구항 9]

제 8 항에 있어서, 상기 복굴절정보는, 수평성분의 상기 단일 이미지정보와 수직성분의 상기 단일 이미지정보를 나누고 제곱근과 아크 탄젠트를 취하여 획득되는 편광 민감 전역 광단층 장치의 제어방법.

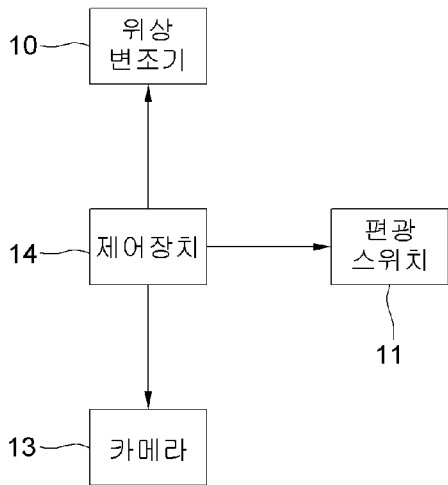
[Fig. 2]



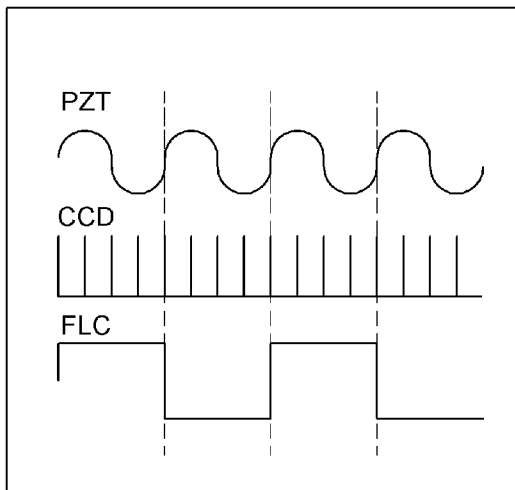
[Fig. 3]



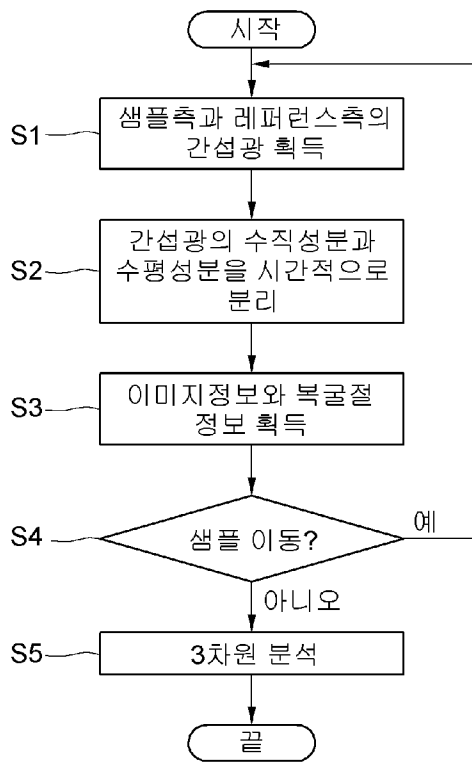
[Fig. 4]



[Fig. 5]



[Fig. 6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2014/000762

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01B 9/02(2006.01)i, G01N 21/23(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)

G01B 9/02; A61B 3/12; G01B 11/02; A61B 3/10; G01N 21/23

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) & Keywords: polarization sensitivity, optical coherence, birefringence, interference and polarization switch

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 6208415 B1 (DE BOER et al.) 27 March 2001 See abstract, column 7, line 55-column 8, line 37 and figure 1.	1-9
A	US 2007-0109554 A1 (FELDCHEIN et al.) 17 May 2007 See abstract, paragraphs [0026], [0030]-[0033] and figure 1.	1-9
A	US 2008-0007734 A1 (PARK et al.) 10 January 2008 See abstract, paragraphs [0040]-[0043] and figure 1.	1-9
A	KR 10-1287289 B1 (KOREA UNIVERSITY RESEARCH AND BUSINESS FOUNDATION) 17 July 2013 See abstract, paragraphs [0076], [0078]-[0082] and figure 8.	1-9
A	US 7742173 B2 (YUN et al.) 22 June 2010 See abstract, column 8, line 43-column 9, line 25 and figure 6.	1-9

 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

"I" 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

"&" document member of the same patent family


Date of the actual completion of the international search

26 SEPTEMBER 2014 (26.09.2014)

Date of mailing of the international search report

29 SEPTEMBER 2014 (29.09.2014)

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. 82-42-472-7140

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2014/000762

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
US 6208415 B1	27/03/2001	US 6549801 B1	15/04/2003
US 2007-0109554 A1	17/05/2007	US 2007-0109553 A1	17/05/2007
		US 7728985 B2	01/06/2010
		WO 2007-059479 A2	24/05/2007
		WO 2007-059479 A3	06/11/2008
		WO 2007-059485 A2	24/05/2007
		WO 2007-059485 A3	03/07/2008
US 2008-0007734 A1	10/01/2008	EP 1819270 A2	22/08/2007
		EP 1819270 B1	19/12/2012
		EP 2272424 A1	12/01/2011
		JP 05175101 B2	03/04/2013
		JP 2008-519264 A	05/06/2008
		WO 2006-050320 A2	11/05/2006
		WO 2006-050320 A3	19/10/2006
KR 10-1287289 B1	17/07/2013	EP 2674102 A2	18/12/2013
		KR 10-1242315 B1	11/03/2013
		US 2013-0301006 A1	14/11/2013
		WO 2012-105780 A2	09/08/2012
		WO 2012-105780 A3	13/12/2012
US 7742173 B2	22/06/2010	CN 101466298 A	24/06/2009
		CN 101466298 B	31/08/2011
		EP 2004041 A1	24/12/2008
		EP 2004041 B1	06/11/2013
		EP 2007377 A2	31/12/2008
		EP 2564769 A1	06/03/2013
		JP 05135324 B2	06/02/2013
		JP 05536854 B2	02/07/2014
		JP 2009-532504 A	10/09/2009
		JP 2009-536728 A	15/10/2009
		JP 2013-064748 A	11/04/2013
		US 2007-0236700 A1	11/10/2007
		US 2009-0054418 A1	26/02/2009
		US 2009-0252778 A1	08/10/2009
		US 7709496 B2	04/05/2010
		WO 2007-118129 A1	18/10/2007
		WO 2007-118130 A2	18/10/2007
		WO 2007-118130 A3	05/06/2008
		WO 2007-118131 A2	18/10/2007
		WO 2007-118131 A3	12/06/2008

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))
G01B 9/02(2006.01)i, G01N 21/23(2006.01)i

B. 조사된 분야
조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)
G01B 9/02; A61B 3/12; G01B 11/02; A61B 3/10; G01N 21/23

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌
한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC
일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))
eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 편광 민감, 광단층, 복굴절, 간섭 및 편광스위치

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	US 6208415 B1 (DE BOER 외 2명) 2001.03.27 요약, 컬럼 7, 라인 55-컬럼 8, 라인 37 및 도면 1 참조.	1-9
A	US 2007-0109554 A1 (FELDCHEIN 외 2명) 2007.05.17 요약, 단락 [0026], [0030]-[0033] 및 도면 1 참조.	1-9
A	US 2008-0007734 A1 (PARK 외 1명) 2008.01.10 요약, 단락 [0040]-[0043] 및 도면 1 참조.	1-9
A	KR 10-1287289 B1 (고려대학교 산학협력단) 2013.07.17 요약, 단락 [0076], [0078]-[0082] 및 도면 8 참조.	1-9
A	US 7742173 B2 (YUN 외 3명) 2010.06.22 요약, 컬럼 8, 라인 43-컬럼 9, 라인 25 및 도면 6 참조.	1-9

추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:
 “A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌
 “E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌
 “L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌
 “O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌
 “P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌
 “T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌
 “X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.
 “Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.
 “&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

국제조사의 실제 완료일 2014년 09월 26일 (26.09.2014)	국제조사보고서 발송일 2014년 09월 29일 (29.09.2014)
--	---

ISA/KR의 명칭 및 우편주소 대한민국 특허청 (302-701) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (문산동, 정부대전청사) 팩스 번호 +82-42-472-7140	심사관 이동윤 전화번호 +82-42-481-8734
---	------------------------------------

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
US 6208415 B1	2001/03/27	US 6549801 B1	2003/04/15
US 2007-0109554 A1	2007/05/17	US 2007-0109553 A1	2007/05/17
		US 7728985 B2	2010/06/01
		WO 2007-059479 A2	2007/05/24
		WO 2007-059479 A3	2008/11/06
		WO 2007-059485 A2	2007/05/24
		WO 2007-059485 A3	2008/07/03
US 2008-0007734 A1	2008/01/10	EP 1819270 A2	2007/08/22
		EP 1819270 B1	2012/12/19
		EP 2272424 A1	2011/01/12
		JP 05175101 B2	2013/04/03
		JP 2008-519264 A	2008/06/05
		WO 2006-050320 A2	2006/05/11
		WO 2006-050320 A3	2006/10/19
KR 10-1287289 B1	2013/07/17	EP 2674102 A2	2013/12/18
		KR 10-1242315 B1	2013/03/11
		US 2013-0301006 A1	2013/11/14
		WO 2012-105780 A2	2012/08/09
		WO 2012-105780 A3	2012/12/13
US 7742173 B2	2010/06/22	CN 101466298 A	2009/06/24
		CN 101466298 B	2011/08/31
		EP 2004041 A1	2008/12/24
		EP 2004041 B1	2013/11/06
		EP 2007377 A2	2008/12/31
		EP 2564769 A1	2013/03/06
		JP 05135324 B2	2013/02/06
		JP 05536854 B2	2014/07/02
		JP 2009-532504 A	2009/09/10
		JP 2009-536728 A	2009/10/15
		JP 2013-064748 A	2013/04/11
		US 2007-0236700 A1	2007/10/11
		US 2009-0054418 A1	2009/02/26
		US 2009-0252778 A1	2009/10/08
		US 7709496 B2	2010/05/04
		WO 2007-118129 A1	2007/10/18
		WO 2007-118130 A2	2007/10/18
		WO 2007-118130 A3	2008/06/05
		WO 2007-118131 A2	2007/10/18
		WO 2007-118131 A3	2008/06/12