

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2022년 7월 14일 (14.07.2022) WIPO | PCT



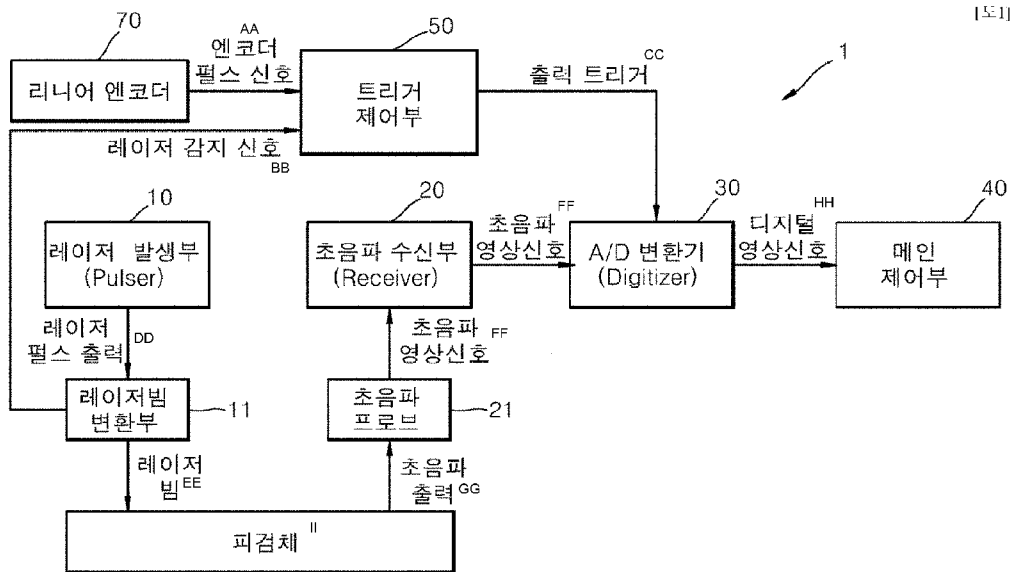
(10) 국제공개번호
WO 2022/149119 A1

- (51) 국제특허분류:
A61B 5/00 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/IB2022/050199
- (22) 국제출원일: 2022년 1월 12일 (12.01.2022)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2021-0002081 2021년 1월 7일 (07.01.2021) KR
- (71) 출원인: 부경대학교 산학협력단 (PUKYONG NATIONAL UNIVERSITY INDUSTRY-UNIVERSITY COOPERATION FOUNDATION) [KR/KR]; 48513 부산광역시 남구 용소로 45, Busan (KR).
- (72) 발명자: 오정환 (OH, Jung Hwan); 48516 부산광역시 남구 분포로 111, 106동 1006호(용호동, 엘지메트로시

티), Busan (KR). 최제엽 (CHOI, Jac Yeop); 46065 부산광역시 기장군 기장읍 차성남로 89번길 16, 기장아띠랑스 704호, Busan (KR). 응우옌반 투 (NGUYEN, Van Tu); 48529 부산광역시 남구 조각공원로27번길 34, B동 204호, Busan (VN). 팜반 히엵 (PHAM, Van Hiep); 48552 부산광역시 남구 양지골로 113번길 18, 1층, Busan (VN). 트롱응구엔 탄 풍 (TRUONG, Nguyen Thanh Phong); 48513 부산광역시 남구 용소로 45, 부경대학교 대연캠퍼스 세종1관 B914, Busan (VN). 리카오 응 (LY, Cao Duong); 48552 부산광역시 남구 양지골로113번길 18-7, Busan (VN). 보이낙 황 (BUI, Nhat Quang); 48522 부산광역시 남구 용호로 76번길 53, 202호, Busan (VN). 박수민 (PARK, Su Min); 48508 부산광역시 남구 수영로 324, 리마크빌 A동 1015호, Busan (KR).

(54) Title: HIGH-SPEED SCANNING PHOTO-ACOUSTIC IMAGE INPUT APPARATUS AND CONTROL METHOD THEREFOR

(54) 발명의 명칭: 고속 스캔 광음향 영상 입력장치 및 그 제어방법



10 Laser generator (Pulser)
11 Laser beam converter
20 Ultrasonic wave receiver (Receiver)
21 Ultrasonic wave probe
30 A/D converter (Digitizer)
40 Main control unit

50 Trigger control unit
70 Linear encoder
AA Encoder pulse signal
BB Laser sensing signal
CC Output trigger
DD Laser pulse output

EE Laser beam
FF Ultrasonic wave image signal
GG Ultrasonic wave output
HH Object to be examined
II Digital image signal

(57) Abstract: Disclosed are a high-speed scanning photo-acoustic image input apparatus and a method therefor, wherein the apparatus is capable of generating, at high speed, a high-resolution three-dimensional image of an object to be examined, by receiving an ultrasonic wave signal and converting same into a three-dimensional image while scanning a photo-acoustic microscope at high speed. The disclosed high-speed scanning photo-acoustic image input apparatus comprises: a photo-acoustic transceiver which outputs, through a laser generator, a laser pulse output toward an object to be examined, and receives, through an ultrasonic wave receiver, accordingly an ultrasonic wave image signal from the object to be examined; an analog-to-digital converter which receives the ultrasonic wave image signal and converts same into a digital image signal; a main control unit which receives the digital image signal to generate ultrasonic

(74) 대리인: 네이트특허법인 (NEIT INTERNATIONAL PATENT LAW FIRM); 06251 서울특별시 강남구 역삼로 122, 401호(역삼동, 하나빌딩), 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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, 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, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 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), 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).

공개:

- 국제조사보고서와 함께 (조약 제21조(3))
- 청구범위 보정 기한 만료 전의 공개이며, 보정서를 접수하는 경우 그에 관하여 별도 공개함 (규칙 48.2(h))
- 하나 또는 그 이상의 우선권주장과 관련된 우선권 회복 신청에 관한 정보와 함께 (규칙 26의2.3 및 48.2(b)(vii))

wave scanning three-dimensional image information about the object to be examined; and a trigger control unit which receives motion information of a photo-acoustic probe to generate a scanning trigger signal corresponding to the motion information, receives laser pulse output information to generate a laser trigger signal corresponding to the laser pulse output, and generates an output trigger signal corresponding to the laser trigger signal and outputs same to the analog-to-digital converter.

(57) 요약서: 광음향 현미경을 고속으로 스캐닝하면서 초음파 신호를 입력받아 3차원 영상으로 변환함으로써, 검사 대상체에 대한 고해상도 3차원 영상을 고속으로 생성할 수 있는 고속 스캔 광음향 영상 입력장치 및 그 방법이 개시되어 있다. 이 개시된 고속 스캔 광음향 영상 입력장치는, 레이저 발생부를 통하여 검사 대상체를 향하여 레이저 펄스 출력을 출력하고 그에 따라 검사 대상체로부터 나오는 초음파 영상신호를 초음파 수신부를 통하여 입력받는 광음향 송수신부; 초음파 영상신호를 입력받아 디지털 영상신호로 변환하는 아날로그 디지털 변환부; 디지털 영상신호를 입력받아 검사 대상체에 대한 초음파 스캔 3차원 영상 정보를 생성하는 메인 제어부; 및 광음향 프로브의 운동 정보를 입력받아 운동 정보에 대응되는 스캐닝 트리거 신호를 생성하고, 레이저 펄스 출력 정보를 입력받아 레이저 펄스 출력에 대응되는 레이저 트리거 신호를 생성하고, 레이저 트리거 신호에 대응되는 출력 트리거 신호를 생성하여 아날로그 디지털 변환부로 출력하는 트리거 제어부를 구비한다.

명세서

발명의 명칭: 고속 스캔 광음향 영상 입력장치 및 그 제어방법

기술분야

- [1] 본 발명은 고속 스캔 광음향 영상 입력장치 및 그 제어방법에 관한 것으로, 상세하게는 광음향 프로브(probe)를 고속으로 움직이면서 검사 대상체(피검체)의 대한 2차원 또는 3차원 영상을 생성할 수 있는 고속 스캔 광음향 영상 입력장치 및 그 제어방법에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 어떤 대상체에 매우 큰 에너지를 갖는 광을 조사(irradiation)하면 광 에너지를 흡수한 대상체는 열적으로 탄성 팽창(thermally elastic expansion)을 하게 된다. 이 경우, 탄성 팽창으로 인해 압력파(pressure wave)가 발생되며 발생한 압력파는 초음파(ultrasonic wave)의 형태를 띤다. 이러한 현상을 소위 '광음향 효과(photo-acoustic effect)'라 하며, 이러한 팽창으로 인해 발생하는 초음파 신호를 광음향 신호라 한다.
- [3] 광음향 효과를 이용하여 대상체, 특히 대상체 내부의 상태 정보를 획득하여 이를 영상 정보로 생성하는 기법이 최근 각광을 받고 있는데, 특히 의학 분야에서 이에 대한 많은 연구가 이루어지고 있다. 의학 분야에서는 질병의 치료 과정에서 생체 내부의 상태 정보를 가시적으로 확인해야 하는 경우가 있다. 현재 생체 내부의 영상 정보의 생성 방식으로 많이 활용되고 있는 툴(tool)로는, 이미 잘 알려진 바와 같이, X-ray, CT, MRI 등이 있다. 하지만 이들 방식은 장비가 고가이거나 생성된 영상의 해상도가 매우 낮거나 시계(FOV, Field of View)가 협소하거나 영상 구현에 소요되는 시간이 길거나 지속적 사용으로 인해 오히려 인체에 해가 될 수 있는 등 여러 문제점을 수반하고 있음이 보고되고 있다. 따라서 광음향 효과를 이용하여 생체의 내부 상태에 대한 영상 정보(광음향 영상)를 생성하는 방안이 이들 방식의 대안으로 주목을 받고 있다.
- [4] 하지만, 생체 내부의 상태 정보를 영상 정보로 생성하는 기술이 의학적 치료 과정에서 효과적으로 활용되기 위해서는 고속 스캔이 가능하도록 하고, 영상 구현에 소요되는 시간을 감소시켜 생체 내부의 상태 정보의 획득이 실시간으로 이루어지도록 할 필요가 있다. 또한, 이를 위하여 높은 신호대 잡음비(SNR) 및 관측 시야(FOV)의 충분한 확보 등을 통하여 고해상의 영상을 생성할 필요가 있다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [5] 본 발명의 목적은 광음향 프로브를 고속으로 움직이면서 검사 대상체에 대한 초음파 신호를 입력받아 2차원 또는 3차원 영상으로 변환함으로써, 검사 대상체에 대한 고해상도 2차원 또는 3차원 영상을 고속으로 생성할 수 있는 고속

스캔 광음향 영상 입력장치 및 그 방법을 제공하는 것이다.

과제 해결 수단

- [6] 본 발명의 일 실시예에 따른 고속 스캔 광음향 영상 입력장치는, 구동 모터의 일방향 회전 운동(rotational motion)을 상기 구동 모터와 연결된 광음향 프로브(probe)의 직선 왕복 운동(linear reciprocating motion)으로 전환시키고, 상기 광음향 프로브의 직선 운동과 상기 직선 운동에 수직인 수직 방향 운동에 의하여 검사 대상체를 2차원 스캐닝하여 상기 검사 대상체(피검체)에 대한 3차원 영상을 생성하는 것으로, 레이저 발생부(10)를 통하여 검사 대상체를 향하여 레이저 펄스 출력을 출력하고 그에 따라 상기 검사 대상체로부터 나오는 초음파 영상신호를 초음파 수신부(20)를 통하여 입력받는 음향 송수신부(10, 20); 상기 초음파 영상신호를 입력받아 디지털 영상신호로 변환하는 아날로그 디지털 변환부(30); 상기 디지털 영상신호를 입력받아 상기 검사 대상체에 대한 초음파 스캔 3차원 영상 정보를 생성하는 메인 제어부(40); 및 상기 광음향 프로브의 운동 정보(엔코더 펄스 신호)를 입력받아 상기 운동 정보에 대응되는 스캐닝 트리거 신호를 생성하고, 상기 레이저 펄스 출력 정보(레이저 감지 신호)를 입력받아 상기 레이저 펄스 출력에 대응되는 레이저 트리거 신호를 생성하고, 상기 레이저 트리거 신호에 대응되는 출력 트리거 신호를 생성하여 아날로그 디지털 변환부(30)로 출력하는 트리거 제어부(50)를 구비하고, 상기 메인 제어부(40)는 상기 출력 트리거 신호에 대응되는 상기 초음파 영상 신호에 대응되는 영상을 스캔 라인 단위로 순차적으로 합성하여 상기 검사 대상체에 대한 영상을 생성할 수 있다.
- [7] 상기 아날로그 디지털 변환부(30)는, 상기 초음파 수신부(20)로부터 입력되는 초음파 영상 신호에서 출력 트리거 신호에 대응되는 초음파 영상 신호(A 스캔 신호)를 디지털 영상신호로 변환하여 상기 메인 제어부(40)로 전송할 수 있다.
- [8] 상기 메인 제어부(40)는, 입력되는 상기 디지털 영상신호를 스캔 라인 단위로 순차적으로 합성하여 라인 영상(B 스캔 신호)을 생성하고, 각각의 스캔 라인의 라인 영상을 합성하여 3차원 영상(C 스캔 신호)을 생성할 수 있다.
- [9] 각각의 짝수 번째 라인 영상은 그 순서를 역순으로 합성하여 짝수 번째 영상을 생성하고, 홀수 번째 영상과 합성하여 3차원 영상(C 스캔 신호)을 생성할 수 있다.
- [10] 상기 구동 모터의 일방향 회전 운동이 슬라이더 크랭크 메카니즘에 의하여 상기 광음향 프로브의 직선 왕복 운동으로 변환되며, 한 쌍의 광음향 프로브가 슬라이더에 레일이 연장되는 방향과 같은 방향으로 서로 이격되도록 설치되고, 한 쌍의 광음향 프로브는 슬라이더를 기준으로 동일한 거리로 크랭크 축의 회전 반경의 2배만큼 이격되도록 설치될 수 있다.
- [11] 상기 구동 모터의 일방향 회전 운동이 슬라이더 크랭크 메카니즘에 의하여 상기 광음향 프로브의 직선 왕복 운동으로 변환되며, 한 쌍의 광음향 프로브가

슬라이더에 레일이 연장되는 방향과 같은 방향으로 서로 이격되도록 설치되고, 한 쌍의 광음향 프로브는 슬라이더를 기준으로 동일한 거리로 크랭크 축의 회전 반경의 2배보다 작은 거리만큼 이격되도록 설치될 수 있다.

- [12] 상기 레이저 발생부(10)에서 생성된 레이저 빔을 제1 레이저 빔과 제4 레이저 빔으로 분기시키는(splitting) 빔 스플리터; 상기 제4 레이저 빔을 감지하여 레이저 감지 신호(펄스 신호)를 생성하는 포토 디텍터(PD); 상기 제1 레이저 빔을 반사시켜 상기 검사 대상체에 조사하고, 상기 검사 대상체에 발생된 초음파 신호는 통과시키는 결합부;를 더 포함하고, 상기 초음파 수신부(20)는 상기 결합부를 통과한 초음파 영상신호를 수신할 수 있다.
- [13] 상기 레이저 발생부(10)에서 생성된 레이저 빔을 제1 레이저 빔과 제2 레이저 빔으로 분기시키는(splitting) 제1 빔 스플리터(VBS1); 상기 제2 레이저 빔을 제3 레이저 빔과 제4 레이저 빔으로 분기시키는 제2 빔 스플리터(VBS2); 상기 제4 레이저 빔을 감지하여 레이저 감지 신호(펄스 신호)를 생성하는 포토 디텍터(PD); 상기 제1 레이저 빔을 반사시켜 상기 검사 대상체의 일 부분에 조사하고, 상기 검사 대상체에서 발생된 초음파 신호를 통과시키는 제1 결합부(OAC1); 및 상기 제3 레이저 빔을 반사시켜 상기 검사 대상체의 일부분으로부터 일정한 간격 떨어진 다른 일부분에 조사하고, 상기 검사 대상체에서 발생된 초음파 신호를 통과시키는 제2 결합부(OAC2);를 더 포함하고, 상기 초음파 수신부(20)는 상기 결합부들(OAC1, OAC2)을 통과한 초음파 영상신호를 수신할 수 있다.
- [14] 상기 결합부는 두 개의 프리즘이 결합되는 결합면을 포함하고, 상기 결합면이 알루미늄 재질로 코팅되어, 상기 조사되는 레이저 빔은 반사시키고 상기 초음파 영상 신호는 통과시킬 수 있다.
- [15] 상기 메인 제어부의 영상 생성부는 상기 출력 트리거 신호에 대응되는 상기 광음향 프로브의 위치를 계산하고, 상기 계산된 위치에서의 상기 초음파 영상신호를 각각의 상기 출력 트리거 신호에 대응시켜 저장할 수 있다.
- [16] 상기 광음향 프로브의 운동 정보는 상기 구동 모터의 회전 운동을 검출하는 로터리 인코더의 회전 운동 정보이고, 상기 로터리 인코더는 A상 신호, B상 신호, Z상 신호를 출력하는 증분형 로터리 인코더(incremental rotary encoder)가 될 수 있다.
- [17] 상기 스캐닝 트리거 신호가 구동 모터의 회전 운동을 검출하는 증분형 로터리 인코더(incremental rotary encoder)의 A상 신호에 의한 회전 위치 정보에 근거하여 생성되고, 각각의 출력 트리거 신호 생성 시의 상기 광음향 프로브의 직선 운동 위치가 계산되며, 상기 계산된 직선 운동 위치에서의 상기 초음파 영상신호가 각각의 상기 출력 트리거 신호에 대응되어 저장될 수 있다.
- [18] 스캐닝 트리거 신호가 상기 광음향 프로브의 직선 운동을 검출하는 리니어 엔코더에 의하여 생성되는 리니어 엔코더 펄스 신호에 의하여 계산되는 상기 프로브의 직선 운동 위치에 근거하여 생성되고, 각각의 상기 프로브의 직선 운동

위치에서의 초음파 영상 신호가 각각의 상기 출력 트리거 신호에 대응되어 저장될 수 있다.

- [19] 상기 광음향 프로브의 운동 정보는 상기 구동 모터의 회전 운동을 검출하는 로터리 인코더의 회전 운동 정보와 상기 광음향 프로브의 직선 운동을 검출하는 리니어 인코더의 직선 운동 정보를 포함하고, 상기 로터리 인코더는 A상 신호, B상 신호, Z상 신호를 각각 펄스 형태로 출력하는 증분형 로터리 인코더(incremental rotary encoder)이고, 상기 리니어 인코더는 상기 프로브의 직선 운동 궤적 상의 위치에 따라 펄스 형태의 일정한 간격으로 리니어 펄스 신호를 출력할 수 있다.
 - [20] 상기 구동 모터의 일방향 회전 운동이 개시되고, 상기 트리거 제어부는 상기 로터리 인코더의 Z상 신호의 발생 이후에 미리 설정된 펄스 수(Z1)의 A상 신호가 입력된 이후에 제1 트리거 이벤트 신호를 생성하고, 상기 스캐닝 트리거 신호는 상기 제1 트리거 이벤트 신호가 생성되면 상기 리니어 인코더의 펄스 신호를 동기 신호로 하여 미리 설정된 상기 광음향 프로브의 위치까지 펄스 형태로 생성될 수 있다.
 - [21] 상기 스캐닝 트리거 신호는 리니어 인코더의 펄스 신호 간격의 정수배 간격으로 생성될 수 있다.
 - [22] 상기 트리거 제어부는 상기 스캐닝 트리거 신호의 생성이 중지된 후 미리 설정된 상기 광음향 프로브의 위치에 대응되어 제2 트리거 이벤트 신호를 생성하고, 상기 스캐닝 트리거 신호는 상기 제2 트리거 이벤트 신호가 생성되면 상기 리니어 인코더의 펄스 신호를 동기 신호로 하여 미리 설정된 상기 광음향 프로브의 위치까지 펄스 형태로 생성될 수 있다.
 - [23] 상기 검사 대상체를 포함하는 대상 영역의 영상을 입력받는 대상영역 입력부; 및 상기 대상 영역의 영상으로부터 상기 검사 대상체에 대한 광음향 영상을 획득하는 영역의 시점과 종점에 해당하는 위치값으로 결정되는 스캔 영역을 추출하는 스캔 영역 추출부를 구비할 수 있다.
 - [24] 본 발명의 일 실시예에 따른 고속 스캔 광음향 영상 입력장치의 제어방법은, 상기 고속 스캔 광음향 영상 입력장치에 의하여 광음향 영상을 획득할 수 있다.
- 발명의 효과**
- [25] 본 발명에 따르면, 광음향 프로브를 고속으로 움직이면서 광음향 신호를 실시간으로 입력받아 2차원 또는 3차원 영상으로 변환함으로써, 검사 대상체에 대한 고해상도 2차원 또는 3차원 영상 정보를 고속으로 생성할 수 있다.
 - [26] 또한, 검사 대상체에 대한 광음향 영상 신호를 슬라이더-크랭크 메커니즘을 이용하여 획득함으로써, 대상체에 대한 고속 스캐닝이 가능하다.
 - [27] 또한, 2채널 광음향 프로브를 포함함으로써, 관측 시계(FOV)를 확대할 수 있게되어, 검사 대상체를 포함한 넓은 범위의 검사 영역에 대하여 빠른 영상 획득이 가능하다.

- [28] 또한, 슬라이더-크랭크 메커니즘을 활용 시에, 엔코더의 실제 기준점 펄스 신호 입력 후 설정된 개수의 펄스 신호 입력 후에 입력되는 펄스 신호를 가상의 기준점 펄스 신호(virtual reference pulse signal)로 사용함으로써, 실제 기준점 펄스 신호가 안정적으로 구현되지 못함으로 인하여 발생할 수 있는 문제를 방지하여 검사 대상체에 대한 정확한 영상을 생성할 수 있다.
- [29] 즉, 실제 기준점 펄스 신호(예를 들어, Z상 펄스 신호)에 의한 스캐닝 동작 시작과 가상의 기준점 펄스 신호에 의한 광음향 신호 획득(영상 정보 획득)의 시작이 시간차를 두고 이루어지게 되므로, 노이즈 등이 제거되어 정확하고 고해상도의 영상 정보를 얻을 수 있다.
- [30] 또한, 설정된 엔코더 펄스 신호 간격으로 스캐닝 트리거 신호를 생성하고, 그에 따라 출력 트리거 신호를 생성하고, 출력 트리거 신호에 따라 입력된 초음파 영상 신호를 대상체에 대한 영상 신호로 변환함으로써, 설정된 위치 정보와 해당 위치 정보에 따른 영상 정보를 정확하게 매칭시킬 수 있도록 하여, 대상체에 대한 정확한 영상 정보를 고속으로 생성할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [31] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 고속 스캔 광음향 영상 입력장치를 개략적으로 도시한 블록도이다.
- [32] 도 2는 도 1의 고속 스캔 광음향 영상 입력장치를 더욱 구체적으로 구현한 것으로, 2채널 고속 스캔 광음향 영상 입력장치의 실시예를 개략적으로 도시한 도면이다.
- [33] 도 3은 도 2의 고속 스캔 광음향 영상 입력장치의 2채널 광음향 프로브의 직선 왕복 운동 구동부를 개략적으로 도시한 도면이다.
- [34] 도 4는 도 3의 광음향 프로브의 직선 왕복 운동 구동부의 슬라이더-크랭크 메커니즘을 개략적으로 도시한 도면이다.
- [35] 도 5는 도 1의 고속 스캔 광음향 영상 입력장치에서 출력 트리거 신호가 생성되는 방법을 개략적으로 도시한 타이밍도이다.
- [36] 도 6은 도 1의 고속 스캔 광음향 영상 입력장치에서 슬라이더-크랭크 메커니즘에 따라 피검체가 스캐닝되는 과정을 개략적으로 도시한 도면이다.
- [37] 도 7은 본 발명의 다른 실시예에 따른 고속 스캔 광음향 영상 입력장치를 개략적으로 도시한 블록도이다.
- [38] 도 8은 본 발명의 다른 실시예에 따른 고속 스캔 광음향 영상 입력장치를 개략적으로 도시한 블록도이다.

발명의 실시를 위한 형태

- [39] 이하, 본 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용을 본 발명의 바람직한 실시예들을 기준으로 첨부 도면을 참조하여 상세히 설명한다. 이때, 하나의 실시예의 도면에 개시된 것으로, 다른 실시예의 도면에 개시된 구성 요소와 동일한 구성 요소에 대해서는 동일한 참조 번호를 부여하고, 다른 실시예에서의

설명이 동일하게 적용될 수 있으며, 이에 대한 자세한 설명은 생략할 수 있다. 또한, 본 발명과 관련된 공지 기능 혹은 구성은 공지 기술을 참조하고, 여기서는 그에 대한 상세한 설명은 간략히 하거나 생략한다.

- [40] 아울러 본 명세서에서 사용되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하면서 가능한 현재 널리 사용되는 일반적인 용어(*general term*)들이 사용되었으나, 이는 당 분야에 종사하는 기술자의 의도 또는 관례, 새로운 기술의 출현 등에 따라 달라질 수 있다. 또한, 특정한 경우는 발명자가 임의로 선택한 용어도 있으며 이 경우 해당되는 발명의 설명 부분에서 상세히 그 의미를 기재할 것이다. 따라서 본 명세서에서 사용되는 용어는 단순한 용어의 명칭이 아닌 그 용어가 가지는 의미와 본 발명의 전반에 걸친 내용을 토대로 정의되어야 한다.
- [41] 본 명세서 전체에서 어떤 부분이 어떤 구성 요소를 '포함'한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성 요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성 요소를 더 포함할 수 있음을 의미한다. 또한, 본 명세서에서 사용되는 '부'라는 용어는 FPGA 또는 ASIC과 같은 하드웨어 구성만이 아닌 소프트웨어 구성도 의미한다. 그렇지만 '부'는 소프트웨어 또는 하드웨어에 한정되는 의미는 아니다. '부'는 어드레싱할 수 있는 저장 매체에 있도록 구성될 수도 있고 하나 또는 그 이상의 프로세서들을 재생시키도록 구성될 수도 있다. 따라서 일례로서 '부'는 소프트웨어 구성요소들, 객체지향 소프트웨어 구성요소들, 클래스 구성요소들 및 태스크 구성요소들과 같은 구성요소들과, 프로세스들, 함수들, 속성들, 프로시저들, 서브루틴들, 프로그램 코드의 세그먼트들, 드라이버들, 펌웨어, 마이크로 코드, 회로, 데이터, 데이터베이스, 데이터 구조들, 테이블들, 어레이들 및 변수들을 포함한다. 구성요소들과 '부'들 안에서 제공되는 기능은 더 작은 수의 구성요소들 및 '부'들로 결합되거나 추가적인 구성요소들과 '부'들로 더 분리될 수 있다.
- [42] 광음향 효과를 이용하여 대상체 특히 생체 내부에 대한 광음향 영상을 생성하는 방법은 다음과 같다. 먼저, 3차원 영상을 획득하고자 하는 생체의 특정 부위에 광학 빔(*beam*, 예를 들어 레이저 빔)을 조사하고, 조사된 빔에 의해 그 특정 부위에서 발생하는 열적 탄성 팽창에 따라 발생하는 광음향 신호(초음파 신호)를 초음파 프로브(초음파 트랜스듀서)를 통해 획득하고, 그 획득한 광음향 신호를 처리하여 생체 내부에 대한 영상 정보를 생성하게 된다.
- [43] 본 발명의 일 실시예에 따른 고속 스캔 광음향 영상 입력장치는 광음향 현미경(*photo-acoustic microscopy, PAM*)을 포함할 수 있다. 또한, 광음향 현미경(*PAM*)의 광음향 프로브는 슬라이더 크랭크 메커니즘을 이용하여 고속으로 이동하면서 검사 대상체를 포함한 대상 영역을 스캐닝할 수 있다. 고속 스캔 광음향 영상 입력장치는 구동 모터의 일방향 회전 운동(*rotational motion*)을 구동 모터와 연결된 광음향 프로브(*probe*)의 직선 왕복 운동(*reciprocating motion*)으로 전환시킬 수 있다. 또한, 광음향 프로브의 직선 운동과 직선 운동에 수직인 수직 방향 운동에 의하여 검사 대상체를 2차원 스캐닝하여 검사

- 대상체(피검체)에 대한 3차원 영상을 생성할 수 있다.
- [44] 본 발명의 광음향 현미경(PAM)은 광학적 빔(optical beam, 예를 들어 레이저 빔)을 포커싱(focusing)하여 마이크론 스케일(micron scale)의 공간 해상도(spatial resolution)를 갖는 광학적 해상도의 광음향 현미경(Optical-Resolution PAM, OR-PAM)를 사용할 수 있다. 광학적 해상도의 광음향 현미경(OR-PAM)은 높은 해상도의 광학적 초점(optical focus)을 이용할 수 있다.
- [45] 한편, 광음향 현미경(PAM)은 광학적 해상도의 광음향 현미경(OR-PAM) 보다 낮은 해상도의 어쿠스틱 초점(acoustic focus)을 이용하는 어쿠스틱 해상도의 광음향 현미경(acoustic-resolution PAM, AR-PAM)을 사용할 수도 있다.
- [46] 광학적 해상도의 광음향 현미경(OR-PAM)은 어쿠스틱 빔보다 훨씬 해상도가 높은 광학적 빔에 의존하기 때문에, 어쿠스틱 해상도의 광음향 현미경(AR-PAM)에 비하여 고해상도의 영상을 얻을 수 있는 장점이 있다. 아울러 풍부한 광학적 흡수 대비도(rich optical absorption contrast)를 갖기에 많은 분야 예를 들어 생물학(biology), 피부 과학(dermatology), 신경학(neurology), 종양학(oncology), 안과학(ophthalmology) 및 병리학(pathology) 등 의학과 관련된 대부분의 분야에서 유력한 영상화 수단(imaging tool)이 될 수 있다.
- [47] 광학적 해상도의 광음향 현미경(OR-PAM)은 신호대 잡음비(signal-to-noise ratio, SNR)의 최대화와 공간 해상도의 최적화(optimizing)를 얻기 위하여, 공초점(confocal) 및 광학적 여기 빔(optical excitation beam)과 어쿠스틱 감지 빔(acoustic detection beam)의 동축 구성(coaxial configuration)을 적용할 수 있다. 공간 영상화(volumetric imaging)는 전형적으로 광학적 및 어쿠스틱 빔의 점대점 래스터 스캐닝(point-by-point raster scanning)에 의해 이루어지며, 이를 위하여 스테핑 모터 스캐닝 스테이지(stepping motor scanning stage)가 적용될 수 있다.
- [48] 마이크론 레벨 수준의 수평 해상도(lateral resolution)에 의해 요구되는 스캐닝 스텝 간격(scanning step size) 때문에 광학적 해상도의 광음향 현미경(OR-PAM)의 스캐닝 속도(이에 따른 영상화 속도)와 스캐닝 범위(scanning range)는 낮을 수 있다(1[mm] 스캐닝 범위에서 대략 1[Hz]의 B-scan rate). 이러한 낮은 영상화 속도 때문에 광학적 해상도의 광음향 현미경(OR-PAM)에 의한 변하는 약물 반응(transient drug response)과 피부 맥관 구조(skin vasculature)와 같은 조직의 동적 정보(tissue's dynamic information)의 획득은 그간 용이하지 않았다.
- [49] 한편, 광학적 해상도의 광음향 현미경(OR-PAM)의 스캐닝 범위에 해당하는 관측 시야(Field of view, FOV)를 향상시키고, 스캐닝 속도를 증가 또는 스캐닝 소요 시간(scanning time)을 단축시키며, 아울러 높은 신호대 잡음비(SNR)를 유지하기 위한 다양한 방법이 있을 수 있는데, 광학적 해상도의 광음향 현미경(OR-PAM)의 구현을 위해서는 이들 세가지 특성의 트레이드-오프(trade-off)가 요구되며 이러한 트레이드-오프는 이들 세 특성을 모두 만족시키는 광학적 해상도의 광음향 현미경(OR-PAM)의 구현을 어렵게 하는 요소로 작용할 수 있다. 왜냐하면 스캐닝 소요 시간은 레이저의 펄스 반복

- 속도(pulse repetition rate)와 스캐닝 메커니즘에 좌우됨과 아울러 조직 내에서의 광음향파(PA wave)의 음속(sound speed)에 의해 제한되기 때문이다.
- [50] 광학적 해상도의 광음향 현미경(OR-PAM)에서의 스캐닝 소요 시간을 감소(스캐닝 속도를 향상)시키기 위하여 갈바노미터 스캐너(Galvanometer scanner), Microelectromechanical system(MEMS) 스캐너, 6각 거울 스캐너(hexagon-mirror scanner) 및 voice-coil 스캐너 등과 같은 여러 다른 방안이 사용될 수 있다. 하지만, 이들 각 기법은 자체의 장점을 가지고 있지만, 최대의 내지는 최적의 스캐닝 속도를 제공하지 못하는 한계가 있다.
- [51] 본 발명의 일 실시예에 따른 고속 스캔 광음향 영상 입력장치는 2 채널 슬라이더-크랭크 메커니즘(sliding-crank mechanism with 2 channels)을 활용한 고속 광학적 해상도의 광음향 현미경(OR-PAM)을 포함할 수 있다. 이때, 2 채널은 관측 시야(FOV)를 2배 증가시키기 위해 사용될 수 있다.
- [52] 도 1에는 본 발명의 일 실시예에 따른 고속 스캔 광음향 영상 입력장치(1)에 대한 블록도가 도시되어 있으며, 도 2에는 도 1의 고속 스캔 광음향 영상 입력장치(1)를 더욱 구체적으로 구현한 것으로, 2채널 고속 스캔 광음향 영상 입력장치의 실시예가 도시되어 있다.
- [53] 도면을 참조하면, 고속 스캔 광음향 영상 입력장치(1)는 구동 모터의 일방향 회전 운동(rotational motion)을 구동 모터와 연결된 광음향 프로브(15)의 직선운동, 예를 들어 도 6의 +X, -X 방향의 직선 왕복 운동(reciprocating motion)으로 전환시킬 수 있으며, 광음향 프로브(15)의 직선 운동과 직선 운동에 수직인 방향의 운동, 예를 들어 도 6의 Y 방향인 수직 방향 운동에 의하여 검사 대상체를 2차원 스캐닝하여 검사 대상체(피검체)에 대한 3차원 영상을 생성할 수 있다.
- [54] 고속 스캔 광음향 영상 입력장치(1)는 광음향 송수신부(10, 20), 아날로그 디지털 변환부(30), 메인 제어부(40) 및 트리거 제어부(50)를 포함할 수 있다.
- [55] 광음향 송수신부(10, 20)는 레이저 발생부(10)에서 발생된 레이저 펄스를 광음향 프로브(15)를 통하여 검사 대상체를 향하여 출력하고 그에 따라 검사 대상체로부터 나오는 초음파 영상신호를 초음파 프로브(20)를 통하여 입력받을 수 있다. 광음향 송수신부(10, 20)는 레이저 빔을 발생시키는 레이저 발생부(10)와 초음파 신호를 입력받는 초음파 수신부(20)를 포함하고, 레이저 빔을 분할하고 그 경로를 변환하는 레이저 빔 변환부(11)와, 광음향 프로브(15)와 초음파 신호를 입력받는 초음파 프로브(21)를 포함할 수 있다. 초음파 수신부(20)는 도 2에 도시된 증폭기(AMP)를 포함할 수 있으며, 보는 관점에 따라서는 초음파 프로브(21) 및 증폭기(AMP)를 포함할 수도 있다.
- [56] 아날로그 디지털 변환부(30)는 초음파 영상신호를 입력받아 디지털 영상신호로 변환할 수 있다. 메인 제어부(40)는 디지털 영상신호를 입력받아 검사 대상체에 대한 초음파 스캔 3차원 영상 정보를 생성하는 영상정보 생성부를 포함할 수 있다. 메인 제어부(40)는 3차원 영상 정보를 모니터에

표시하거나 내부 및/또는 외부와 통신하여 다양한 신호를 입력 및/또는 출력할 수 있으며, 고속 스캔 광음향 영상 입력장치(1)에 포함되는 다양한 구성요소를 제어할 수 있다.

- [57] 트리거 제어부(50)는 광음향 프로브(15)의 운동 정보(엔코더 펄스 신호)를 입력받아 운동 정보에 대응되는 스캐닝 트리거 신호를 생성하고, 레이저 펄스 출력 정보(레이저 감지 신호)를 입력받아 레이저 펄스 출력에 대응되는 레이저 트리거 신호를 생성하고, 레이저 트리거 신호에 대응되는 출력 트리거 신호를 생성하여 아날로그 디지털 변환부(30)로 출력할 수 있다.
- [58] 이때, 메인 제어부(40)는 출력 트리거 신호에 대응되는 초음파 영상 신호에 대응되는 영상을 스캔 라인 단위로 순차적으로 합성하여 검사 대상체에 대한 영상을 생성할 수 있다.
- [59] 즉, 고속 스캔 광음향 영상 입력장치(1)는 레이저 펄스 출력과 초음파 영상신호에 의하여 광음향 영상을 촬영할 수 있도록 하기 위하여 기본적인 광음향 송수신부(10, 20), 아날로그 디지털 변환부(30) 및 메인 제어부(40)를 포함하고, 이들 구성요소들과 독립적으로 트리거 제어부(50)를 더 포함할 수 있게 된다. 따라서, 간단한 구성 및 제어에 의하여 검사 대상영역을 2차원 스캔을 수행하여 거의 실시간으로 검사 대상체에 대한 영상을 얻을 수 있으며, 넓은 관측 시야(FOV)를 가지고 초고속으로 3차원 초음파 영상을 생성할 수 있게 된다.
- [60] 아날로그 디지털 변환부(30)는 광음향 송수신부(10, 20)의 초음파 리시버(20)로부터 입력되는 초음파 영상 신호에서 출력 트리거 신호에 대응되는 초음파 영상 신호(A 스캔 영상)를 디지털 영상신호로 변환하여 메인 제어부(40)로 전송할 수 있다. 또한, 메인 제어부(40)는 입력되는 상기 디지털 영상신호를 스캔 라인 단위로 순차적으로 합성하여 라인 영상(B 스캔 영상)을 생성하고, 각각의 스캔 라인의 라인 영상을 합성하여 3차원 영상(C 스캔 영상)을 생성할 수 있다. 각각의 짝수 번째 라인 영상은 그 순서를 역순으로 합성하여 짝수 번째 영상을 생성하고, 홀수 번째 영상과 합성하여 3차원 영상(C 스캔 영상)을 생성할 수 있다.
- [61] 이때, 트리거 제어부(50)에서는 광음향 송수신부(10, 20)로부터 입력되는 레이저 감지 신호와 로터리 및/또는 리니어 엔코더 펄스 신호를 입력받아 스캐닝 트리거 신호와 레이저 트리거 신호를 각각 생성하고, 스캐닝 트리거 신호에 뒤따르는 레이저 트리거 신호에 동기되는 출력 트리거 신호를 생성하여 출력한다. 아날로그 디지털 변환부(30)는 트리거 제어부(50)로부터 출력 트리거 신호를 입력받아, 광음향 송수신부(10, 20)의 초음파 입력부(20)로부터 입력되는 초음파 영상 신호에서 출력 트리거 신호에 대응되는 초음파 영상 신호(A 스캔 신호)를 디지털 영상신호로 변환하여 영상 생성부로 전송하고, 영상 생성부는 입력되는 디지털 영상신호를 스캔 라인 단위로 순차적으로 합성하여 라인 영상(B 스캔 신호)을 생성하고, 각각의 스캔 라인의 라인 영상을 합성하여 3차원 영상(C 스캔 신호)을 생성하게 된다.

- [62] 이때, 각각의 짝수 번째 라인 영상은 그 순서를 역순으로 합성하여 짝수 번째 영상을 생성하여 홀수 번째 영상과 합성하여 3차원 영상(C 스캔 신호)을 생성할 수 있다. 이때, 구동 모터 1회전을 광음향 프로브(15)의 직선 왕복운동으로 변환하므로, 모터 1회전으로 2개의 스캔 라인을 커버할 수 있어, 스캔 속도를 더욱 빠르게 할 수 있게 된다. 또한, 그 경우에 짝수 번째 라인의 영상과 홀수 번째 라인의 영상을 역순으로 합성하여 정확한 3차원 영상(C 스캔 신호)을 생성할 수 있다.
- [63] 따라서, 본 발명은 슬라이더-크랭크 메카니즘을 이용하여 검사 대상체에 대하여 넓은 관측 시야(FOV)를 가지면서 고속 스캔이 가능하며, 고속 스캐닝된 영상을 정확하게 합성할 수 있게 된다.
- [64] 이를 위하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 고속 스캔 광음향 영상 입력장치(1)는 빔 스플리터(VBS), 포토 디텍터(PD), 결합부(OAC)를 더 포함할 수 있다. 빔 스플리터(VBS)는 레이저 발생부(10)에서 생성된 레이저 빔을 제1 레이저 빔과 제4 레이저 빔으로 분기시킨다. 이때, 빔 스플리터(VBS)는 분기되는 각각의 레이저 빔의 양 및/또는 크기를 조절가능한 변경 가능한 빔 스플리터가 될 수 있다.
- [65] 포토 디텍터(PD)는 제4 레이저 빔을 감지하여 레이저 감지 신호를 펄스 신호로 생성할 수 있다. 결합부(OAC)는 제1 레이저 빔을 반사시켜 검사 대상체에 조사하고, 검사 대상체에 발생된 초음파 신호를 통과시킬 수 있도록 광학 신호(Optical signal)와 음향 신호(Acoustic Signal)를 결합(Combine)할 수 있다. 초음파 수신부(UT)(20)는 결합부(OAC)를 통과한 초음파 영상신호를 수신할 수 있다.
- [66] 본 실시예는 광음향 프로브(15)를 1개 포함하는 1 채널 고속 스캔 광음향 영상 입력장치에 관한 것으로, 하나의 레이저 발생부(10)에서 출력되는 레이저 빔을 빔 스플리터(VBS)를 통하여 대부분은 광음향 프로브(15)로 전송되도록 하고, 상대적으로 매우 적은 크기의 레이저 빔을 포토 디텍터(PD)로 전송되도록 할 수 있다. 이 경우, 도 2 및 도 5를 참조하면 포토 디텍터(PD)가 레이저 빔이 광음향 프로브(15)로 전송되는 것을 감지하여 레이저 감지 신호를 트리거 제어부(50)로 전송할 수 있다. 이때, 트리거 제어부(50)에서는 로터리 및/또는 리니어 엔코더 펄스 신호로부터 스캐닝 트리거 신호를 생성하고, 스캐닝 트리거 신호 다음의 레이저 감지 신호에 대응하여 레이저 트리거 신호를 생성하고, 레이저 트리거 신호에 동기되는 출력 트리거 신호를 생성하여 아날로그 디지털 변환부(30)로 전송할 수 있다.
- [67] 그에 따라, 아날로그 디지털 변환부(30)에서는 출력 트리거 신호와 초음파 영상 신호를 입력받아, 출력 트리거 신호에 대응되는 초음파 영상 신호를 순차적으로 지정되는 로터리 및/또는 리니어 엔코더 위치에 대응되는 초음파 영상 신호로 저장함으로써, 각각의 스캔 라인 단위로 검사 대상체에 대응되는 정확한 영상을 합성할 수 있게 된다. 즉, 순차적으로 지정되는 로터리 및/또는 리니어 엔코더

- 위치에 대응되는 초음파 영상 신호를 획득할 수 있게 된다.
- [68] 이를 위하여, 메인 제어부(40)의 영상 생성부는 출력 트리거 신호에 대응되는 광음향 프로브(15)의 위치를 계산하고, 계산된 위치에서의 초음파 영상신호를 각각의 출력 트리거 신호에 대응시켜 저장할 수 있다.
- [69] 본 발명의 다른 실시예로서, 도 2에 도시된 바와 같은 고속 스캔 광음향 영상 입력장치(1)는 제1 빔 스플리터(VBS1), 제2 빔 스플리터(VBS2), 포토 디텍터(PD), 제1 결합부(OAC1), 제2 결합부(OAC2)를 더 포함할 수 있다. 본 실시예는 광음향 프로브(15)를 2개 포함하는 2 채널 고속 스캔 광음향 영상 입력장치에 관한 것으로, 관측 시야(FOV)를 실질적으로 2배 확대할 수 있다.
- [70] 즉, 하나의 레이저 발생부(10)에서 출력되는 레이저 빔을 빔 스플리터(VBS1, VBS2)를 통하여 2개의 메인 레이저 빔과 하나의 신호 레이저 빔으로 분할하여 대부분은 2개의 메인 레이저 빔을 형성하여 각각 제1 결합부(OAC1)와 제2 결합부(OAC2)를 통하여 광음향 프로브(15)로 전송되도록 한다. 또한, 상대적으로 매우 적은 크기의 신호 레이저 빔을 포토 디텍터(PD)로 전송되도록 할 수 있다.
- [71] 레이저 발생부(10)는 레이저 빔을 생성한다. 제1 빔 스플리터(VBS1)는 레이저 빔을 제1 레이저 빔과 제2 레이저 빔으로 분기시킨다. 제2 빔 스플리터(VBS2)는 제2 레이저 빔을 제3 레이저 빔과 제4 레이저 빔으로 분기시킨다. 이때, 빔 스플리터(VBS)는 분기되는 각각의 레이저 빔의 양 및/또는 크기를 조절가능한 변경 가능한 빔 스플리터가 될 수 있다.
- [72] 포토 디텍터(PD)는 제4 레이저 빔을 감지하여 레이저 감지 신호를 펄스 신호로 생성할 수 있다.
- [73] 제1 결합부(OAC1)는 제1 레이저 빔을 반사시켜 검사 대상체에 조사하고, 검사 대상체에 발생된 초음파 신호는 통과시킬 수 있도록 광학 신호(Optical signal)와 음향 신호(Acoustic Signal)를 결합(Combine)할 수 있다. 제2 결합부(OAC2)는 제3 레이저 빔을 반사시켜 검사 대상체의 일부분에 조사하고, 검사 대상체에 발생된 초음파 신호는 통과시킬 수 있도록 광학 신호(Optical signal)와 음향 신호(Acoustic Signal)를 결합(Combine)할 수 있다. 이때, 제3 레이저 빔은 반사되어 검사 대상체의 일부분으로부터 일정한 간격 떨어진 다른 일부분에 조사되어 검사 대상체의 제1 레이저 빔과 다른 영역에 조사되어 다른 영역의 영상 신호를 얻을 수 있다.
- [74] 초음파 수신부(UT)(20)는 각각의 결합부들(OAC1, OAC2)를 통과한 각각 검사 대상체의 일정한 간격 떨어진 위치에서의 초음파 영상신호를 수신할 수 있다.
- [75] 이 경우, 포토 디텍터(PD)가 레이저 빔이 광음향 프로브(15)로 전송되는 것을 감지하여 레이저 감지 신호를 트리거 제어부(50)로 전송할 수 있다. 이때, 트리거 제어부(50)에서는 로터리 및/또는 리니어 엔코더 펄스 신호로부터 스캐닝 트리거 신호를 생성하고, 스캐닝 트리거 신호 다음의 레이저 감지 신호에 대응하여 레이저 트리거 신호를 생성하고, 레이저 트리거 신호에 동기되는 출력 트리거

- 신호를 생성하여 아날로그 디지털 변환부(30)로 전송할 수 있다.
- [76] 그에 따라, 아날로그 디지털 변환부(30)에서는 출력 트리거 신호와 초음파 영상 신호를 입력받아, 출력 트리거 신호에 대응되는 초음파 영상 신호를 순차적으로 지정되는 로터리 및/또는 리니어 엔코더 위치에 대응되는 초음파 영상 신호로 저장함으로써, 각각의 스캔 라인 단위로 검사 대상체에 대응되는 정확한 영상을 합성할 수 있게 된다. 즉, 순차적으로 지정되는 로터리 및/또는 리니어 엔코더 위치에 대응되는 초음파 영상 신호를 획득할 수 있게 된다.
- [77] 이를 위하여, 메인 제어부(40)의 영상 생성부는 출력 트리거 신호에 대응되는 광음향 프로브(15)의 위치를 계산하고, 계산된 위치에서의 초음파 영상신호를 각각의 출력 트리거 신호에 대응시켜 저장할 수 있다.
- [78] 이때, 하나의 로터리 및/또는 리니어 엔코더 위치에 대응되는 위치는 한 쌍의 광음향 프로브들(15) 사이의 일정한 간격 떨어진 2개의 위치가 될 수 있으며, 입력되는 한 쌍의 초음파 영상 신호가 각각 대응될 수 있다.
- [79] 제1 빔 스플리터(VBS1)는 레이저 발생부(10)에서 발생된 레이저 빔을 전달받아 제1 레이저 빔과 제2 레이저 빔으로 분기(split)시킬 수 있다. 이때 레이저 발생부(10)에서 발생된 레이저 빔이 제1 빔 스플리터(VBS1)에 전달되는 방식은 레이저 발생부(10)로부터 자유 공간을 통해 렌즈나 미러 등을 통하여 이루어질 수 있거나 광섬유(optical fiber)를 통해 이루어질 수 있다. 이때, 발생된 레이저 빔은 펄스 형태로 발생되며, 이 경우 펄스 반복 속도(pulse repetition rate)는 조절이 가능하다(tunable).
- [80] 제1 레이저 빔과 제3 레이저 빔 각각은 광음향 프로브(15)로 전달되어 검사 대상체로 출력될 수 있다. 그에 따라, 검사 대상체로부터 되돌아오는 초음파 신호는 각각 광음향 프로브(15)를 통하여 아날로그 디지털 변환부(30)으로 입력될 수 있다. 이때, 광음향 프로브(15)는 결합부(OAC1, OAC2) 및 초음파 수신부(UT)를 포함할 수도 있다. 결합부(OAC1, OAC2)는 검사 대상체를 향하여 출력되는 레이저 빔의 광학 신호(Optical signal)와 검사 대상체로부터 되돌아오는 초음파 신호의 음향 신호(acoustic signal)를 결합한다. 이때, 결합부(OAC1, OAC2)는 하나의 부재를 통하여 광학 신호(Optical signal)와 음향 신호(acoustic signal)가 일부 겹쳐서 통과될 수 있도록 결합한다.
- [81] 결합부(OAC1, OAC2)는 레이저 빔을 반사시켜 대상체에 조사(irradiation)되도록 한다. 이 경우 포커싱은 볼록 렌즈를 통해 이루어지게 할 수 있으나, 보다 정확한 포커싱을 위해 비구면 렌즈(aspherical lens)를 통해 이루어질 수 있다. 결합부(OAC1, OAC2)에 의해 반사된 레이저 빔에 의해 대상체가 열적으로 탄성 팽창(thermally elastic expansion)되어 발생하는 초음파 신호는 결합부(OAC1, OAC2)를 통과하고(going through), 초음파 수신부(UT)는 결합부(105)를 통과한 초음파 신호를 수신한다. 한편 결합부(OAC1, OAC2)는 두 개의 프리즘이 결합되는 결합면을 포함하고, 그 결합면이 알루미늄 재질로 코팅되어, 조사되는 레이저 빔은 반사시키고 상기 초음파 신호는 통과시킬 수

있다.

- [82] 또한, 초음파 수신부(UT)에 의한 초음파 수신 성능을 향상시키기 위해 결합부(OAC1, OAC2)를 통과한 초음파 신호는 어쿠스틱 렌즈(acoustic lens)를 통해 초음파 수신부(UT)에 수신될 수 있으며, 초음파 수신부(UT)는 수신된 초음파 신호를 대상체가 위치하는 XY-평면(XY-plane)의 수직 방향에 이격되어 위치하고 XY 방향으로 지그재그(zigzag) 운동하는 초음파 프로브(probe)에 구비될 수 있다.
- [83] 검사 대상체를 포함하는 검사 영역에 대한 스캐닝 과정을 통하여 대상체에 대한 영상 정보가 생성될 수 있다. 이때, 회전하는 구동 모터의 회전 운동이 슬라이더 크랭크 메카니즘(sliding-crank mechanism)에 의하여 광음향 프로브(15)의 직선 왕복 운동으로 변환될 수 있다.
- [84] 도 3에는 도 2의 고속 스캔 광음향 영상 입력장치(1)의 2채널 광음향 프로브의 직선 왕복 운동 구동부가 개략적으로 도시되어 있다. 도 4에는 도 3의 광음향 프로브의 직선 왕복 운동 구동부의 슬라이더-크랭크 메커니즘을 개략적으로 도시되어 있다.
- [85] 도면을 참조하면, 고속 스캔 광음향 영상 입력장치(1)는 구동 모터의 일방향 회전 운동을 슬라이더 크랭크 메카니즘에 의하여 광음향 프로브(160)의 직선 병진 운동으로 변환할 수 있다. 이를 위하여, 한 쌍의 광음향 프로브(160)가 슬라이더(150)에 레일(140)이 연장되는 방향과 같은 방향으로 서로 이격되도록 설치되고, 한 쌍의 광음향 프로브(160)는 슬라이더(150)를 기준으로 동일한 거리(R)로 크랭크 축(120)의 회전 반경(R)의 2배(2R)만큼 이격되도록 설치될 수 있다.
- [86] 이 경우, 한 쌍의 광음향 프로브(160)가 슬라이더(150)를 기준으로 동일한 거리로 크랭크 축(120)의 회전 반경(R)의 2배(2R)만큼 이격되도록 설치되도록 함으로써, 검사 대상체에 누락되는 부분이 없이 2개 이상의 광음향 프로브(160)를 가지는 경우에 가장 큰 관측 시야(FOV)를 가지도록 할 수 있다.
- [87] 다른 실시예로서, 한 쌍의 광음향 프로브(160)는 슬라이더(150)를 기준으로 동일한 거리(R)로 크랭크 축(120)의 회전 반경(R)의 2배(2R)보다 작은 거리만큼 이격되도록 설치될 수 있다.
- [88] 이 경우 한 쌍의 광음향 프로브(160)가 중첩되는 부분이 발생할 수 있으며, 그에 따라 안정적으로 검사 대상체에 누락되는 부분이 없이 관측 시야(FOV)를 확장시킬 수 있다. 특히, 스캐닝 트리거 신호가 리니어 엔코더 펄스 신호의 2이상의 정수배 간격으로 발생하는 경우에 특히 유용할 수 있다.
- [89] 슬라이더-크랭크 메카니즘(100)은 구동축(110), 크랭크 축(120), 커넥팅 로드(130), 레일(140), 슬라이더(150), 및 광음향 프로브(160)를 포함할 수 있다. 이때, 구동축(110)은 모터의 회전축이 되거나 모터의 회전축에 연장되어 연결될 수 있다. 크랭크 축(120)은 구동축에 고정되도록 설치되어 회전 운동하게 되며, 그 일단에 회전 조인트로 커넥팅 로드(130)가 연결될 수 있다.

- [90] 또한, 레일(140)이 프레임에 고정되도록 설치될 수 있으며, 슬라이더(150)가 레일(140)에 직선운동 가능하도록 리니어 가이드 등을 통하여 설치될 수 있다. 이때, 슬라이더(150)는 커넥팅 로드(130)의 크랭크 축(120)과의 연결부의 반대편 단부에 회전 조인트로 연결될 수 있다. 슬라이더(150)의 단부에는 광음향 프로브(160)가 설치될 수 있다.
- [91] 따라서, 구동축(110)의 회전에 의하여 크랭크 축(120)의 회전 운동이 생성되고, 크랭크 축(120)의 회전 운동에 의하여 슬라이더(150)에 고정되는 광음향 프로브(160)의 직선 병진 운동이 생성될 수 있게 된다.
- [92] 한편, 크랭크 축(120)의 다른 일단에는 카운터 밸런스(105)가 연결될 수 있다. 그에 따라 크랭크 축(120)의 회전이 안정적으로 이루어질 수 있도록 하여, 광음향 프로브(160)의 고속 병진 운동 시에 진동을 저감시켜 안정적인 병진 운동이 이루어지도록 할 수 있다.
- [93] 도 4에서 중심점 O는 고정 링크(fixed link)가 될 수 있고, 점 B는 슬라이더 링크(sliding link)가 될 수 있다. 기계적 구성 측면에서 고정 링크는 회전 운동을 하는 구동 모터에 해당하는 것이고, 슬라이더 링크는 직선 왕복 운동을 하는 스캐닝용 프로브에 해당한다. 도 4의 O-C는 크랭크 링크(crank link)를, C-B는 커플러 링크(coupler link)를 지칭한다. 기계적 구성 측면에서 크랭크 링크는 크랭크축에 해당하는 것이고, 커플러 링크는 커넥팅 로드(connecting rod)가 될 수 있다.
- [94] 크랭크축의 일단은 모터의 샤프트에 체결되고 그 타단은 커넥팅 로드(130)의 일단과 힌지 결합과 유사한 형태로 결합되며, 커넥팅 로드(130)의 타단은 역시 힌지 결합과 유사한 형태로 프로브와 결합된다. 모터가 회전 운동을 하게 되면 크랭크축이 모터의 회전 방향과 같은 방향으로 회전하게 되고, 이러한 회전은 커넥팅 로드(130)의 일단을 추진시키며 이 추진력은 커넥팅 로드(130)의 길이 방향으로 커넥팅 로드(130)의 타단에 전달되어 프로브의 직선 왕복 운동(+X 방향 및 -X 방향의 운동)을 유발시키게 된다. 본 메커니즘은 이처럼 내연 기관의 일종인 4행정 기관(four-stroke engine)에 적용되는 크랭크축과 피스톤의 운동 메커니즘과 유사하다. 그리고 직선 왕복 운동의 안정성을 보장하기 위해 통상적으로 슬라이더 링크(프로브 측)에는 리니어 가이드(linear guide)가 구비된다.
- [95] 한편 모터 측과 프로브 측에는 현재 위치, 운동 속도, 회전 속도, 회전각 등 각각의 운동과 관련된 물리량을 측정하는 엔코더(encoder)가 구비될 수 있다. 모터 측에는 모터가 회전 운동을 하므로 회전 운동에 관한 물리량(회전 운동 속도, 회전각 등)을 측정함에 용이한 로터리 인코더(rotary encoder)가 구비될 수 있으며, 프로브 측에는 프로브가 직선 병진 운동을 하므로 직선 운동에 관한 물리량(병진 운동 속도, 병진 운동의 거리, 프로브의 위치 등)을 측정함에 용이한 리니어 엔코더(linear encoder)가 구비될 수 있다.
- [96] 이들 엔코더는 측정한 물리량을 전기 신호의 형태로 모터 또는 프로브의 동작 제어를 수행하는 컨트롤러에 제공하고, 컨트롤러는 제공받은 물리량을 근거로

동작 제어를 수행한다. 여기서 모터 측 또는 프로브 측이라는 표현은 모터 또는 프로브에 엔코더가 내장된 경우와 그렇지 아니한 경우를 아우르기 위한 표현으로, 실제로 엔코더가 내장된 경우와 모터 또는 프로브의 외장에 엔코더가 구비되는 경우가 있을 수 있다.

- [97] 슬라이더-크랭크 메커니즘을 활용하여 대상체에 대한 스캐닝이 이루어지는 과정을 도 6을 참조하여 간단히 설명하면, 프로브의 병진 운동의 일방향(X 방향)으로 대상체에 대한 N번째 라인(line #N)의 스캐닝이 이루어지며 N번째 라인의 스캐닝이 종료되면 Y 방향으로 프로브가 이동된 후 병진 운동의 역방향(-X 방향)으로 N+1번째 라인(line #N+1)의 스캐닝이 이루어진다. 즉, 라인 단위로 교차 스캐닝(alternating scanning)이 이루어지며, 소위 지그재그(zigzag) 형태의 2차원 스캐닝이 이루어질 수 있다.
- [98] 도 5에는 트리거 제어부(50) 내의 신호 처리 흐름이 개시되어 있다.
- [99] 도면을 참조하면, 트리거 제어부(50)는 레이저 감지 신호와 로터리 엔코더 및/또는 리니어 엔코더 펄스 신호를 입력받아 스캐닝 트리거 신호(Scanning trigger), 레이저 트리거 신호(Laser trigger)를 생성하고, 레이저 트리거 신호(Laser trigger)에 동기되는 출력 트리거 신호(Output trigger)를 생성하여 아날로그 디지털 변환부(30)로 전송한다.
- [100] 스캐닝 트리거 신호는 로터리 엔코더 펄스 신호를 기준으로 각각의 라이징 타임에 동기되어 생성될 수 있다. 또한, 레이저 트리거 신호는 포토 디텍터(PD)에 의하여 레이저 빔의 펄스를 감지하여 생성되는 레이저 감지 신호에 동기되어 생성될 수 있는데, 스캐닝 트리거 신호 생성 후 첫 번째 라이징 타임에 동기되어 생성될 수 있다. 따라서, 레이저 트리거 신호는 스캐닝 트리거 신호에 대응되도록 생성될 수 있으며, 스캐닝 트리거 신호에 의하여 엔코더 상의 위치가 지정되면 지정된 위치에서의 레이저 트리거 신호가 생성되게 된다. 이때, 레이저 트리거 신호(Laser trigger)에 동기되는 출력 트리거 신호(Output trigger)가 생성되어 아날로그 디지털 변환부(30)로 전송될 수 있다.
- [101] 다른 실시예로서, 스캐닝 트리거 신호는 로터리 엔코더의 펄스 신호 간격의 정수배 간격으로 생성될 수 있다. 이때, 외부로부터 설정되는 설정 해상도에 따라 스캐닝 트리거 신호의 간격이 결정될 수 있다. 그에 따라 더 적은 초음파 출력신호의 출력과 초음파 영상신호의 입력이 가능하게 되어 초음파 신호 생성 및 처리 등에 대한 부하를 줄일 수 있게 된다.
- [102] 다른 실시예로서, 실시간으로 생성되는 영상 신호의 영상 품질을 평가하여 스캐닝 트리거 신호의 생성 간격을 적응적으로 조절함으로써, 최적 품질의 영상을 얻으면서도 초음파 신호 생성 및 처리 등에 대한 부하를 줄일 수 있게 된다.
- [103] 한편 엔코더는 상기한 제반 물리량을 측정하는 방식에 따라 증분형(incremental) 엔코더와 절대형(absolute) 엔코더로 구분될 수 있다. 증분형 엔코더와 절대형 엔코더는 슬릿의 형태가 다른데, 전자는 각 슬릿의 모양이

균일한 반면 후자는 각 슬릿의 모양이 제각기 다르고 고유하다. 양자의 슬릿 모양의 이러한 차이는 상기한 제반 물리량의 측정에 있어서의 기준점(원점)의 필요 여부의 차이로 이어지는데, 전자는 기준점이 필요하며 후자는 그렇지 아니하다. 전자의 경우 소정의 문제적 상황(전원의 비예측적 차단, 운동의 비예측적 중단 등)이 발생하면 모터 또는 프로브의 동작 컨트롤러에 제공하던 물리량에 관한 정보가 모두 소실되며 (기준점으로 되돌아가) 제반 물리량의 측정을 처음부터 다시 수행해야 하는 단점을 갖는다. 반면 후자는 기준점이 필요 없기 때문에 문제적 상황이 발생해도 전자와 달리 이러한 염려가 없으며 문제적 상황이 치유되면 문제적 상황이 발생한 이후부터 상기한 제반 물리량 측정의 재개가 바로 가능한 이점을 갖는다. 즉, 제반 물리량 측정의 연속성을 보장할 수 있다.

- [104] 그러나 후자의 경우 상기한 슬릿 모양의 특성으로 인해 그 제조에 소요되는 시간이 매우 오래 걸리고 관련되는 모터의 동작 제어 메커니즘의 설계가 매우 복잡 내지는 난해해져 제어 메커니즘의 구현에도 많은 노력과 시간이 소요된다. 이는 결국 제품의 생산 등 최종 결과물을 얻기 위해 요구되는 비용의 상승을 야기하고 아울러 그 비용은 동일한 조건하에서 전자를 활용하는 경우보다 월등히 높기 때문에 대부분의 산업 분야에서는 전자의 상기한 단점에도 불구하고 전자를 훨씬 더 많이 활용하고 있다.
- [105] 하지만 전자의 경우 상기한 단점으로 인해 모터 및 디바이스(프로브) 동작의 정밀한 내지는 지속적 제어가 요구되는 분야에서는 활용이 곤란하며, 특히 상기한 기준점의 안정성 확보(안정적 구현)가 여러 원인에 의해 용이하지 아니하기 때문에 대상체에 관한 생성된 정보(얻고자 하는 정보)의 신뢰성 문제가 상존한다. 즉 생성된 정보의 정확성이 결여될 수 있는 문제가 상존한다. 전자의 기준점으로부터는 소위 Z상(Z相, Z-phase) 펄스 신호가 발생되는데, 이 펄스 신호는 모터가 1회전할 때 마다 발생하는 신호이다. 본 신호는 상기한 제반 물리량 측정의 기준 신호의 역할(기준점 역할)을 하는데, 위에서 언급한 바와 같이 기준점의 안정적 구현이 용이하지 않으므로 모터 및 디바이스(프로브) 동작 제어의 불완전성을 야기하고 따라서 생성된 정보의 정확성이 결여될 가능성이 상존하는 것이다.
- [106] 따라서 본 발명에서는 슬라이더-크랭크 메커니즘을 활용하여 대상체와 관련된 영상 정보를 획득함에 있어서 상기한 기준점이 안정적으로 구현되지 못함으로 인해 발생될 수 있는 문제를 소정의 신호 처리를 통해 보상(compensation)하여 대상체와 관련된 생성되는 영상 정보의 정확성(신뢰성)을 확보(제고)할 수 있다.
- [107] 한편, 엔코더는 저장 및/또는 처리되는 순차적으로 입력되는 초음파 영상 신호에 대하여 각각의 신호가 입력되는 광음향 프로브(15)의 직선(도 6의 X좌표) 상의 위치를 결정하기 위해서 필요한데, 로터리 엔코더만을 사용하는 실시예, 로터리 엔코더와 리니어 엔코더를 모두 사용하는 실시예(도 8), 리니어 엔코더만을 사용하는 실시예(도 7)들이 각각 사용될 수 있다.

- [108] 로터리 엔코더만을 사용하는 실시예에서는 로터리 엔코더의 초기 위치에 해당하는 Z상 입력과 증분 위치에 해당하는 A상 또는 B상 입력으로부터 광음향 프로브(15)의 직선 상의 위치가 계산되어 사용될 수 있다.
- [109] 로터리 엔코더와 리니어 엔코더를 모두 사용하는 실시예(도 8)에서는 로터리 엔코더의 초기 위치에 해당하는 Z상 입력과 리니어 엔코더의 증분 위치에 의하여 광음향 프로브(15)의 직선 상의 위치가 계산되어 사용될 수 있다.
- [110] 리니어 엔코더만을 사용하는 실시예에서는 리니어 엔코더의 초기 위치에 해당하는 초기 입력과 리니어 엔코더의 증분 위치에 의하여 광음향 프로브(15)의 직선 상의 위치가 계산되어 사용될 수 있다.
- [111] 일 실시예로서, 광음향 프로브의 운동 정보는 구동 모터의 회전 운동을 검출하는 로터리 엔코더의 회전 운동 정보가 될 수 있으며, 로터리 엔코더는 A상 신호, B상 신호, Z상 신호를 출력하는 증분형 로터리 엔코더(incremental rotary encoder)가 될 수 있다.
- [112] 도 2 및 도 5를 참조하면, 트리거 제어부(50)에서 스캐닝 트리거 신호가 구동 모터의 회전 운동을 검출하는 증분형 로터리 엔코더(incremental rotary encoder)의 A상 신호에 의한 회전 위치 정보에 근거하여 생성되는 경우에, 각각의 출력 트리거 신호 생성 시의 광음향 프로브(15)의 직선 운동 위치가 계산될 수 있으며, 계산된 직선 운동 위치에서의 초음파 영상신호가 각각의 출력 트리거 신호에 대응되어 저장될 수 있다.
- [113] 이때, 증분형 엔코더를 사용하는 경우에는 기준점의 안정성 확보(안정적 구현)가 용이하지 아니할 수 있다. 즉, 증분형 로터리 엔코더의 제조 공정에서 Z상 펄스 신호가 발생되어 나오는 슬릿(기준점)을 형성할 때 공정상의 문제로 의도했던 위치가 아닌 다른 위치에 형성되거나 이미 슬릿이 형성되어 있는 로터리 엔코더의 보관상의 문제 또는 온도와 습도의 영향으로 인해 변형이 발생하여 이미 형성되어 있는 슬릿의 위치가 왜곡될 수 있다. 이처럼 슬릿의 위치가 왜곡되면 모터의 정확한 회전각 또는 회전수의 검출이 어렵게 된다. 즉 특정 회전각을 대표하도록 마련된 슬릿의 형성 위치가 왜곡되면 그 슬릿이 실제로 지시하는 회전각은 의도했던 특정 각이 아닌 다른 회전각을 갖게 되지만, 로터리 엔코더는 그 특정 슬릿에 대해 의도했던 특정 회전각을 대표하는 것으로 인식하기 때문에 그 특정 슬릿의 실제 각도와 예상 각도 사이에 차이가 발생하게 된다. 이 차이로 인해 모터의 회전각 또는 회전수의 측정 결과를 신뢰할 수 없는 문제가 발생된다. 아울러 모터와 프로브의 운동 과정 중에 발생할 수 있는 기계적 떨림에 의해서도 Z상 펄스 신호의 발생은 불안정적일 수 있다.
- [114] 이는 결국 슬라이더-크랭크 메커니즘을 활용하여 생성되는 영상 정보의 부정확성을 야기할 수밖에 없는데, 기준점이 불안정하게 되므로 모터 및 디바이스(프로브)에 대한 동작 제어의 기준 신호가 불안정하게 되며 이는 결국 영상 신호의 뒤틀림, 노이즈 등 생성되는 영상 정보의 왜곡 현상을 유발한다. 본 발명은 이러한 문제점의 개선 방안으로 가상의 Z상 펄스 신호(virtual Z)를

- 도입하여 생성되는 영상 정보의 정확성을 담보하도록 할 수 있다.
- [115] 이 경우, 로터리 엔코더와 리니어 엔코더를 함께 사용하는 실시예(도 8)에서는, 구동 모터의 일방향 회전 운동이 개시되고, 트리거 제어부(50)는 로터리 엔코더의 Z상 신호의 발생 이후에 미리 설정된 펄스 수의 A상 신호가 입력된 이후에 제1 트리거 이벤트 신호를 생성하고, 스캐닝 트리거 신호는 제1 트리거 이벤트 신호가 생성되면 리니어 엔코더의 펄스 신호를 동기 신호로 하여 미리 설정된 광음향 프로브의 위치까지 펄스 형태로 생성될 수 있다.
- [116] 또한, 트리거 제어부(50)는 스캐닝 트리거 신호의 생성이 중지된 후 미리 설정된 광음향 프로브의 위치에 대응되어 제2 트리거 이벤트 신호를 생성하고, 스캐닝 트리거 신호는 제2 트리거 이벤트 신호가 생성되면 리니어 엔코더의 펄스 신호를 동기 신호로 하여 미리 설정된 광음향 프로브의 위치까지 펄스 형태로 생성될 수 있다.
- [117] 다른 실시예로서, 리니어 엔코더만을 사용하는 경우(도 7)에는, 구동 모터의 일방향 회전 운동이 개시되고, 트리거 제어부(50)는 리니어 엔코더의 초기 기준 신호의 발생 이후에 미리 설정된 펄스 수의 펄스 신호가 입력된 이후에 제1 트리거 이벤트 신호를 생성할 수 있다.
- [118] 스캐닝 트리거 신호가 광음향 프로브의 직선 운동을 검출하는 리니어 엔코더에 의하여 생성되는 리니어 엔코더 펄스 신호에 의하여 계산되는 프로브의 직선 운동 위치에 근거하여 생성되고, 각각의 프로브의 직선 운동 위치에서의 초음파 신호가 각각의 출력 트리거 신호에 대응되어 저장될 수 있다.
- [119] 다른 실시예로서, 로터리 엔코더만 사용되는 실시예에서는 스캐닝 트리거 신호는 제1 트리거 이벤트 신호가 생성된 후 로터리 엔코더의 펄스 신호를 동기 신호로 하여 미리 설정된 광음향 프로브의 위치까지 펄스 형태로 생성될 수 있다.
- [120] 트리거 제어부(50)는 광음향 프로브(15)의 운동 정보에 근거해서 초음파 신호의 수신 트리거 신호를 생성할 수 있다. 이 경우 트리거 제어부(50)는 스캐닝 트리거 신호를 구동 모터의 회전 운동을 검출하는 증분형 로터리 엔코더(incremental rotary encoder)의 A상 신호에 의한 회전 위치 정보에 근거하여 발생시키고, 각각의 스캐닝 트리거 신호의 생성시의 광음향 프로브의 직선 운동 위치가 계산될 수 있다.
- [121] 한편, 트리거 제어부(50)는 스캐닝 트리거 신호를 프로브의 직선 운동을 검출하는 리니어 엔코더에 의하여 생성되는 펄스 신호에 의하여 계산되는 프로브의 직선 운동 위치에 근거하여 생성시킬 수도 있다. 즉, 로터리 엔코더 없이 리니어 엔코더에 의하여 생성되는 펄스 신호에 의하여 파악되는 프로브(10)의 직선 운동 위치만에 근거하여서도 스캐닝 트리거 신호를 생성시킬 수도 있다.
- [122] 한편, 트리거 제어부(50)는 구동 모터의 회전 운동을 검출하는 로터리 엔코더의 회전 운동 정보와 상기 프로브의 직선 운동을 검출하는 리니어 엔코더의 직선

운동 정보를 동시에 이용하여 스캐닝 트리거 신호를 생성시킬 수 있다. 이 경우 로터리 엔코더는 A상 신호, B상 신호, Z상 신호를 각각 펄스 형태로 출력하는 증분형 로터리 엔코더(incremental rotary encoder)이고, 리니어 엔코더는 프로브의 직선 운동 궤적 상의 위치에 따라 펄스 형태의 일정한 간격으로 리니어 펄스 신호를 출력한다.

- [123] 한편, 발생하는 스캐닝 트리거 신호의 간격은 리니어 엔코더의 펄스 신호 간격과 항상 동일하게 하는 것이 가장 바람직하겠으나(왜냐하면 초음파 신호에 포함된 대상체의 상태 정보를 최대한 많이 획득할 수 있어 보다 고해상의 영상 정보의 생성이 가능하기 때문이다), 이 경우 획득된 상태 정보에 대해 제반 처리 시간의 지나친 소요 및 대상체에 대한 광음향 영상 생성 과정의 부하를 증가시킬 우려가 있다. 이는 생성되는 영상 정보의 부정확성을 야기할 수 있어(왜냐하면 부하의 증가에 따라 영상 정보 생성을 위한 제반 처리 과정에서의 오류가 야기될 수 있기 때문이다) 오히려 본 발명의 의의를 감소시킬 수 있다. 따라서 대상체의 종류, 상태 등 여러 요소를 고려하여 상태 정보의 획득 필요량을 적절히 설정해야 할 필요가 있으며, 이는 발생하는 트리거 신호의 파장(트리거 신호의 출력 스텝)을 어느 정도로 하는 지에 달려 있다. 예를 들어 리니어 엔코더의 펄스 신호의 간격(분해능)이 20[μm]라 하면, 트리거 제어부(50)는 발생시키는 트리거 신호의 간격을 40[μm], 60[μm], 80[μm], ...로 하여 트리거 신호를 생성시킬 수 있다.
- [124] 한편 제1 트리거 이벤트 신호가 생성되어 트리거 신호가 리니어 엔코더의 펄스 신호를 동기 신호로 하여 미리 설정된 상기 프로브의 위치까지 펄스 형태로 생성된 후에는 트리거 신호의 생성이 중지(이에 따라 초음파 신호의 수신도 중지되며 N번째 스캐닝 라인에 해당하는 대상체의 상태 정보의 획득 종료)되고, N+1번째 스캐닝 라인에 해당하는 대상체의 상태 정보의 획득을 위해 또 다른 미리 설정된 프로브(15)의 위치에 대응되어 제2 트리거 이벤트 신호가 생성된다. 제2 트리거 이벤트 신호가 생성되면 트리거 신호는 리니어 엔코더의 펄스 신호를 동기 신호로 하여 미리 설정된 프로브의 위치까지 펄스 형태로 생성된다.
- [125] 이제까지의 설명에서 제1 트리거 이벤트 신호와 제2 트리거 이벤트 신호가 바로 가상의 Z상 펄스 신호(virtual Z)에 해당하는 것으로, 실제의 Z상 펄스 신호(physical Z)의 발생에 의해 상태 정보의 획득이 시작되는 것이 아니라 이들 두 이벤트 신호의 발생에 의해 비로소 상태 정보의 획득이 시작되는 것이다. 다시 말하면 본 발명에서는 실제의 Z상 펄스 신호에는 '스캐닝 동작 시작'의 알람 역할만을 부여하고 '상태 정보 획득의 시작'의 알람 역할은 이들 두 이벤트 신호에 부여하는 것으로, '가상'의 의미는 실제의 Z상 펄스 신호가 수행해야 할 역할 중 일부를 이처럼 이들 두 이벤트 신호가 수행하므로 마치 이들 두 이벤트 신호가 실제의 Z상 펄스 신호에 '준해서' 기능한다는 의미이다.
- [126] 실제의 Z상 펄스 신호의 발생에 의해 '스캐닝 동작 시작'과 '상태 정보 획득의 시작'이 동시에(시간차 없이) 이루어지게 되면, 위에서 언급한 바와 같이 실제의

Z상 펄스 신호의 안정적 구현이 보장되지 아니하므로 결론적으로 상태 정보의 획득이 불안정 내지는 부정확을 야기할 수밖에 없기에 본 발명에 따른 이들 두 이벤트 신호는 이를 보상하는 의미에서 의의가 있다고 볼 수 있다. 이들 두 이벤트 신호의 발생에 의해 각 스캐닝 라인의 전체 구간이 아닌 일부 구간(도 2의 굵은 선 부분)에 대해서만 상태 정보의 획득이 이루어지게 된다.

[127] 한편 본 발명에 따르면, 위의 언급 및 도 3을 통해서 알 수 있는 바와 같이, '각 스캐닝 라인마다' 상태 정보 획득 시작 이벤트 신호(트리거 이벤트 신호)를 발생시키는데, 실제의 Z상 펄스 신호가 두 스캐닝 라인 당 한 번만 발생하는 것과 차이가 있다. 이는 각 스캐닝 라인에 해당되는 상태 정보 획득의 확실성을 기하기 위함이다. 즉, 실제의 Z상 펄스 신호는 슬라이더-크랭크 메커니즘에 의한 운동의 성격상 두 스캐닝 라인 당 한 번만 발생하는데, 위에서 언급한 바와 같이 실제의 Z상 펄스 신호의 불안정적 발생 가능성이 있으므로 획득되는 상태 정보가 어느 스캐닝 라인에 해당되는 상태 정보인지가 불분명해질 수 있다. 따라서 이러한 불분명을 방지하기 위해 본 발명에서는 각 스캐닝 라인마다 '상태 정보 획득의 시작'을 위한 트리거 이벤트 신호가 발생되도록 한다.

[128] 도 5에는 고속 스캔 광음향 영상 입력장치(1)에서 출력 트리거 신호가 생성되는 방법을 위한 타이밍도가 도시되어 있다. 이하에서는 도 2 및 도 5를 참조하여 리니어 엔코더 펄스 신호에 의하여 스캐닝 트리거 신호를 생성하는 실시예를 중심으로 설명한다.

[129] 트리거 제어부(50)는 리니어 엔코더의 초기 위치에 대응되는 펄스 신호의 발생을 감지하여 리니어 엔코더의 입력 펄스 신호의 개수를 카운팅하기 시작한다(Counting start). 트리거 제어부(50)는 리니어 엔코더 펄스 신호의 개수가 미리 설정된 값(Counting Num : Z1)에 도달하면 제1 트리거 이벤트 신호를 생성하고, 제1 트리거 이벤트 신호 생성 후 설정된 개수의 리니어 엔코더 입력 펄스의 정수배에 간격으로 스캐닝 트리거 신호(Scanning trigger)를 생성한다.

[130] 또한, 스캐닝 트리거 신호(Scanning trigger)의 다음 레이저 감지 신호 펄스의 라이징 타임에 동기하여 레이저 트리거 신호(Laser trigger)를 생성한다. 또한, 레이저 트리거 신호(Laser trigger)에 동기하여 출력 트리거 신호(Output trigger)를 생성하여 아날로그 디지털 변환부(30)로 전송한다.

[131] 이때, 스캐닝 트리거 신호(Scanning trigger)를 카운트하여 미리 설정된 개수에 도달하면 스캐닝 트리거 신호(Scanning trigger)의 생성을 중지한다. 다른 실시예로서, 스캐닝 트리거 신호(Scanning trigger)는 계속 생성하고, 레이저 트리거 신호(Laser trigger) 및 출력 트리거 신호(Output trigger)의 생성이 중지될 수 있다.

[132] 이렇게 하여, 도 6에 도시된 실시예에서 구동 모터의 1/2 회전이 완료되고, N번째 스캐닝 라인의 스캐닝이 완료된다. 이때, 다음의 N+1번째 스캐닝 라인의 스캐닝 시작 전에 프로브는 도 6에서 Y 방향으로 설정된 거리만큼 이동한다.

- 이를 위하여, 광음향 프로브(15)를 포함한 스캐닝 모듈은 Y 방향으로 이동 가능한 갠트리와 같은 이동 모듈에 설치될 수 있다.
- [133] 입력되는 리니어 엔코더 펄스의 개수를 카운트하여 미리 설정된 개수에 도달하면 제2 트리거 이벤트 신호를 생성한다. 다른 실시예로서, 스캐닝 트리거 신호(Scanning trigger)의 펄스 개수를 카운트하여 미리 설정된 개수에 도달하면 제2 트리거 이벤트 신호를 생성할 수 있다.
- [134] 제2 트리거 이벤트 신호 생성 후 설정된 개수의 리니어 엔코더 입력 펄스의 정수배에 간격으로 스캐닝 트리거 신호(Scanning trigger)를 생성한다. 또한, 스캐닝 트리거 신호(Scanning trigger)의 다음 레이저 감지 신호 펄스의 라이징 타임에 동기하여 레이저 트리거 신호(Laser trigger)를 생성한다. 또한, 레이저 트리거 신호(Laser trigger)에 동기하여 출력 트리거 신호(Output trigger)를 생성하여 아날로그 디지털 변환부(30)로 전송한다.
- [135] 이때, 스캐닝 트리거 신호(Scanning trigger)를 카운트하여 미리 설정된 개수에 도달하면 스캐닝 트리거 신호(Scanning trigger)의 생성을 중지한다. 다른 실시예로서, 스캐닝 트리거 신호(Scanning trigger)는 계속 생성하고, 레이저 트리거 신호(Laser trigger) 및 출력 트리거 신호(Output trigger)의 생성이 중지될 수 있다.
- [136] 이렇게 하여, 도 6에 도시된 실시예에서 구동 모터의 2/2 회전이 완료되고, N+1번째 스캐닝 라인의 스캐닝이 완료된다.
- [137] 한편, 고속 스캔 광음향 영상 입력장치의 제어방법은 도 1 내지 도 8의 고속 스캔 광음향 영상 입력장치를 제어하기 위한 것으로 도 1 내지 도 8의 고속 스캔 광음향 영상 입력장치에서 설명된 제어방법이 그대로 적용될 수 있다.
- [138] 고속 스캔 광음향 영상 입력장치의 제어방법은 하나의 레이저 발생장치에서 출력되는 하나의 펄스 레이저 빔을 제1 레이저 빔과 제2 레이저 빔으로 분기하는 단계; 제2 레이저 빔을 제3 레이저 빔과 제4 레이저 빔으로 분기하는 단계; 제4 레이저 빔으로부터 레이저 감지 신호 펄스를 생성하는 단계; 제1 레이저 빔과 제3 레이저 빔 각각을 서로 다른 제1 및 제2 광음향 프로브로 유도하는 단계; 제1 광음향 프로브로부터 제1 초음파 신호를 입력받는 단계; 제2 광음향 프로브로부터 제2 초음파 신호를 입력받는 단계; 및 레이저 감지 신호 펄스와 제1 및 제2 광음향 프로브의 운동 정보인 리니어 엔코더 펄스 신호로부터 출력 트리거 신호를 생성하는 단계; 및 출력 트리거 신호와 제1 및 제2 초음파 신호로부터 검사 대상체의 3차원 영상을 생성하는 단계를 포함할 수 있다.
- [139] 제1 레이저 빔 스플리터(VBS1) 및 제2 레이저 빔 스플리터(VBS2) 각각은 변화 가능한 빔 스플리터이고, 제1 레이저 빔과 제3 레이저 빔이 동일한 크기를 가지며, 제4 레이저 빔에 비하여 훨씬 크다. 이때, 제4 레이저 빔은 광음향 영상을 획득하는 데 사용되는 것이 아니라 레이저 신호가 출력되는 것을 감지하기 위한 것으로 포토 디텍터(PD)에서 감지할 수 있는 정도의 수준이면 충분하다.
- [140] 일 실시예로서 제1 레이저 빔, 제3 레이저 빔, 제4 레이저 빔의 크기 비가 4: 4:

2가 될 수 있다.

- [141] 도 7 및 도 8에는 본 발명의 다른 실시예에 따른 고속 스캔 광음향 영상 입력장치(2, 3)가 도시되어 있다.
- [142] 도면을 참조하면, 고속 스캔 광음향 영상 입력장치(2, 3)는 대상 영역 입력부(80) 및 스캔 영역 추출부(90)를 포함하여, 스캐닝 영역 전체가 아닌 검사 대상체를 포함한 대상 영역에서 필요한 부분에 대해서만 광음향 영상을 입력 받을 수 있도록 할 수 있다.
- [143] 대상 영역 입력부(80)는 검사 대상체를 포함하는 대상 영역의 영상의 입력을 수행한다. 스캔 영역 추출부(90)는 대상 영역의 영상으로부터 검사 대상체에 대한 광음향 영상을 획득하는 영역의 시점과 종점에 해당하는 위치값으로 결정되는 스캔 영역을 추출할 수 있다.
- [144] 이를 위하여, 대상 영역 입력부(80)는 대상 영역을 촬영할 수 있는 별도의 광학 카메라를 포함할 수 있다. 스캔 영역 추출부(90)는 대상 영역의 이미지로부터 검사 대상체를 인식하고 검사 대상체를 추출할 수 있다. 또한, 추출된 검사 대상체를 포함하고 설정된 마진 영역을 포함하는 영역을 광음향 영상을 획득할 스캔 영역으로 추출할 수 있다.
- [145] 즉, 별도의 광학 카메라와 같은 대상 영역 입력부(80)를 이용하여 대상 영역에 대한 입력 영상의 입력을 수행하고, 스캔 영역 추출부(90)는 입력 영상에서 촬영 대상물을 인식하고 촬영 대상물 부분만을 추출하여 스캔 영역으로 설정할 수 있다. 이 경우, 스캔 영역에 대해서만 각각의 스캔 라인 단위로 영상의 입력을 수행하도록 설정될 수 있다. 그에 따라서, 미리 설정된 영역에서만 설정된 간격으로 레이저 펄스가 출력되도록 하거나(및/또는) 초음파 영상 신호를 생성하도록 할 수 있게 되므로, 광음향 송수신부, 디지털 변환부, 및 메인 제어부(영상 생성부)에 부하를 최소화하면서 신속한 광음향 영상 입력이 가능하게 된다.
- [146] 이를 위하여, 광음향 프로브(15)를 포함한 스캐닝 장치는 도 6의 X-Y 방향 또는 X-Y-Z 방향으로 이동 가능한 갠트리와 같은 이동 모듈에 설치될 수 있다.
- [147] 다른 실시예로서, 대상 영역 입력부(80) 및 스캔 영역 추출부(90)는 전체 영역에서 스캐닝 모듈을 검사 대상체의 위치에 따라 결정되는 스캐닝 시작점이 설정된 알고리즘에 의하여 결정되는 위치로 이동시킬 수 있다.
- [148] 다른 실시예로서, 대상 영역 입력부(80)가 TOF(Time of Flight) 카메라와 같은 3D 카메라를 포함하고, 스캔 영역 추출부(90)가 전체 영역에서 스캐닝 장치를 검사 대상체의 위치에 따라 결정되는 스캐닝 시작점이 설정된 알고리즘에 의하여 결정되는 위치로 이동시킬 수 있다. 이때, 스캐닝 시작점의 위치는 이동 모듈에 의하여 이동되는 X-Y-Z 3차원 좌표값이 될 수 있다.
- [149] 이때, 대상체에 대한 스캐닝이 스캐닝 장치가 위치 가능한 전체 영역(AR)에 대해 이루어지게 하는 것이 아니라, 대상체에 대한 상태 정보의 획득이 필요한 영역(PR)에 대해서만 이루어지도록 하여 상태 정보 획득 과정에서 발생될 수

있는 불필요한 데이터의 발생을 방지할 수 있다. 이를 위해 본 발명에서는 대상체에 대한 스캐닝 및 상태 정보 획득보다 앞선 작업으로 대상체의 촬상을 수행한 후 촬상된 화상으로부터 상태 정보의 획득이 필요한 영역(PR)의 크기를 결정하며, 이 크기에 해당하는 영역(PR)에 대해서만 상태 정보 획득(대상체에 대한 스캐닝)이 수행되도록 할 수 있다.

- [150] 레이저빔 변환부(11)는 빔 스플리터(VBS1, VBS2) 및 포토 디텍터(PD)를 포함하고, 포토 디텍터(PD)를 통하여 검출되는 제4 레이저 빔의 레이저 펄스에 따라 레이저 감지 신호 펄스를 생성하고, 레이저 감지 신호 펄스를 트리거로 하여 수신된 초음파 신호를 영상 신호로 변환하고, 영상 생성부는 변환된 영상 신호를 입력받아 대상체에 대한 광음향 영상을 생성한다. 이때, 초음파 신호는 대상체의 상태 정보를 포함하고 있으므로 결론적으로 대상체의 상태 정보가 광음향 영상으로 생성된다.
- [151] 본 발명에 따른 고속 스캔 광음향 영상 입력장치는 특히 생체 내부의 가시적이고 즉각적인 확인을 요하는 의학적 진단에 활용될 수 있으며, 그 일례로 당뇨병(Diabetic Foot) 진단에 활용될 수 있다.
- [152] 당뇨병(당뇨병성 족부(DM Foot Ulcer))은 당뇨병 환자의 발에 발현되는 신경병, 구조적 변형, 피부 못, 피부와 조갑의 변화, 발의 궤양, 감염, 혈관 질환 등을 통칭하여 일컫는 말이다. 당뇨병이 진행되면 작은 상처도 낫지 않고 궤양이 되고, 심하면 혈액 순환이 되지 않아 발이 검게 썩는다.
- [153] 당뇨병 진단을 위해 환자의 발 내부를 촬영함이 선행적으로 요구되는데, 위에서 언급한 생체 내부의 영상 정보의 생성 방식으로 많이 활용되고 있는 기존의 방식인 X-ray, CT, MRI 등은 혈관의 정확한 시각화가 용이하지 않고 시각화에 소요되는 시간이 길며 따라서 질환의 진행 여부, 진행 정도 등에 대한 파악이 어려워 이들 방식을 통한 당뇨병 진단은 당뇨병 유무 및 현재 몸의 상태 확인과 분석을 통한 의사의 임상적 경험에 따른 유추에 가까워 신뢰성이 보장되지 아니한다.
- [154] 그러나 본 발명을 당뇨병 진단에 활용하면 광음향 현미경과 고속 스캔 장치를 결합하여 고속으로 그리고 고해상의 발 내부 영상을 생성할 수 있으므로, 기존 광음향 현미경 시스템의 느린 스캐닝 속도를 개선하여 당뇨병을 조기 진단할 수 있으며, 비침습적인 초음파와 인체에 무해한 범위 내의 광(레이저)을 사용하므로 환자와 의사가 마주 앉아 진료를 진행하는 동안 빠른 속도로 환자의 발의 혈관을 60초 이내에 영상화하여 당뇨병 진단을 마칠 수 있다.
- [155] 이제까지 본 발명의 기술적 사상을 그 사상의 구체성을 담보하는 본 발명의 바람직한 실시예의 개시를 통해 개진하였다. 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 그 바람직한 실시예가 본 발명의 기술적 사상(본질적 특성)에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된 실시예는 한정적 관점이 아닌 설명적 관점에서 고려되어야 하며, 본 발명의 권리범위에는 청구범위에 개시된 사항뿐만 아니라

이와 균등한 범위 내에 있는 모든 차이도 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

청구범위

- [청구항 1] 구동 모터의 일방향 회전 운동(rotational motion)을 상기 구동 모터와 연결된 광음향 프로브(probe)의 직선 왕복 운동(linear reciprocating motion)으로 전환시키고, 상기 광음향 프로브의 직선 운동과 상기 직선 운동에 수직인 수직 방향 운동에 의하여 검사 대상체를 2차원 스캐닝하여 상기 검사 대상체(피검체)에 대한 영상을 생성하는 것으로, 레이저 발생부(10)를 통하여 검사 대상체를 향하여 레이저 펄스 출력을 출력하고 그에 따라 상기 검사 대상체로부터 나오는 초음파 영상신호를 초음파 수신부(20)를 통하여 입력받는 광음향 송수신부(10, 20); 상기 초음파 영상신호를 입력받아 디지털 영상신호로 변환하는 아날로그 디지털 변환부(30); 상기 디지털 영상신호를 입력받아 상기 검사 대상체에 대한 초음파 영상 정보를 생성하는 메인 제어부(40); 및 상기 광음향 프로브의 운동 정보를 입력받아 상기 운동 정보에 대응되는 스캐닝 트리거 신호를 생성하고, 상기 레이저 펄스 출력 정보를 입력받아 상기 레이저 펄스 출력에 대응되는 레이저 트리거 신호를 생성하고, 상기 레이저 트리거 신호에 대응되는 출력 트리거 신호를 생성하여 아날로그 디지털 변환부(30)로 출력하는 트리거 제어부(50)를 구비하고, 상기 메인 제어부(40)는 상기 출력 트리거 신호에 대응되는 상기 초음파 영상 신호에 대응되는 영상을 스캔 라인 단위로 순차적으로 합성하여 상기 검사 대상체에 대한 영상을 생성하는 고속 스캔 광음향 영상 입력장치.
- [청구항 2] 제1항에 있어서, 상기 아날로그 디지털 변환부(30)는, 상기 초음파 수신부(20)로부터 입력되는 초음파 영상 신호에서 출력 트리거에 대응되는 초음파 영상 신호를 디지털 영상신호로 변환하여 상기 메인 제어부(40)로 전송하는 고속 스캔 광음향 영상 입력장치.
- [청구항 3] 제1항에 있어서, 상기 메인 제어부(40)는, 입력되는 상기 디지털 영상신호를 스캔 라인 단위로 순차적으로 합성하여 라인 영상을 생성하고, 각각의 스캔 라인의 라인 영상을 합성하여 3차원 영상을 생성하는 고속 스캔 광음향 영상 입력장치.
- [청구항 4] 제3항에 있어서, 각각의 짝수 번째 라인 영상은 그 순서를 역순으로 합성하여 짝수 번째 영상을 생성하고, 홀수 번째 영상과 합성하여 3차원 영상을 생성하는 고속 스캔 광음향 영상 입력장치.
- [청구항 5] 제1항에 있어서,

상기 구동 모터의 일방향 회전 운동이 슬라이더 크랭크 메카니즘에 의하여 상기 광음향 프로브의 직선 왕복 운동으로 변환되며, 한 쌍의 광음향 프로브가 슬라이더에 레일이 연장되는 방향과 같은 방향으로 서로 이격되도록 설치되고, 한 쌍의 광음향 프로브는 슬라이더를 기준으로 동일한 거리로 크랭크 축의 회전 반경의 2배만큼 이격되도록 설치되는 고속 스캔 광음향 영상 입력장치.

[청구항 6] 제1항에 있어서, 상기 구동 모터의 일방향 회전 운동이 슬라이더 크랭크 메카니즘에 의하여 상기 광음향 프로브의 직선 왕복 운동으로 변환되며, 한 쌍의 광음향 프로브가 슬라이더에 레일이 연장되는 방향과 같은 방향으로 서로 이격되도록 설치되고, 한 쌍의 광음향 프로브는 슬라이더를 기준으로 동일한 거리로 크랭크 축의 회전 반경의 2배보다 작은 거리만큼 이격되도록 설치되는 고속 스캔 광음향 영상 입력장치.

[청구항 7] 제1항에 있어서, 상기 레이저 발생부(10)에서 생성된 레이저 빔을 제1 레이저 빔과 제4 레이저 빔으로 분기시키는(splitting) 빔 스플리터; 상기 제4 레이저 빔을 감지하여 레이저 감지 신호를 생성하는 포토 디텍터(PD); 및 상기 제1 레이저 빔을 반사시켜 상기 검사 대상체에 조사하고, 상기 검사 대상체에 발생된 초음파 신호는 통과시키는 결합부;를 더 포함하고, 상기 초음파 수신부(20)는 상기 결합부를 통과한 초음파 영상신호를 수신하는; 고속 스캔 광음향 영상 입력장치.

[청구항 8] 제1항에 있어서, 상기 레이저 발생부(10)에서 생성된 레이저 빔을 제1 레이저 빔과 제2 레이저 빔으로 분기시키는(splitting) 제1 빔 스플리터(VBS1); 상기 제2 레이저 빔을 제3 레이저 빔과 제4 레이저 빔으로 분기시키는 제2 빔 스플리터(VBS2); 상기 제4 레이저 빔을 감지하여 레이저 감지 신호를 생성하는 포토 디텍터(PD); 상기 제1 레이저 빔을 반사시켜 상기 검사 대상체의 일 부분에 조사하고, 상기 검사 대상체에서 발생된 초음파 신호를 통과시키는 제1 결합부(OAC1); 및 상기 제3 레이저 빔을 반사시켜 상기 검사 대상체의 일부분으로부터 일정한 간격 떨어진 다른 일부분에 조사하고, 상기 검사 대상체에서 발생된 초음파 신호를 통과시키는 제2 결합부(OAC2);를 더 포함하고, 상기 초음파 수신부(20)는 상기 결합부들(OAC1, OAC2)을 통과한 초음파

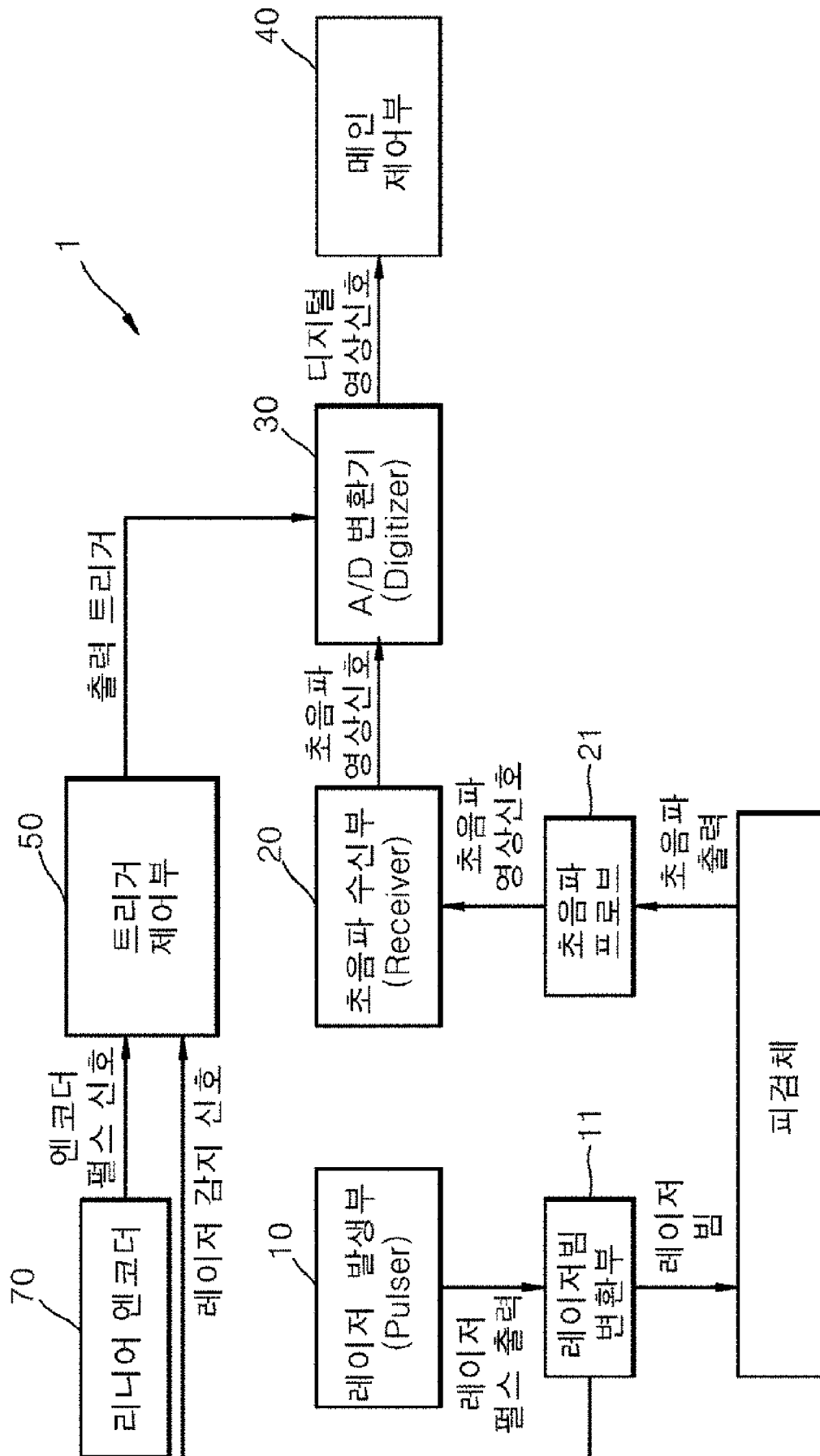
영상신호를 수신하는 고속 스캔 광음향 영상 입력장치.

- [청구항 9] 제7항에 있어서,
상기 결합부는 두 개의 프리즘이 결합되는 결합면을 포함하고, 상기 결합면이 알루미늄 재질로 코팅되어, 상기 조사되는 레이저 빔은 반사시키고 상기 초음파 영상 신호는 통과시키는 고속 스캔 광음향 영상 입력장치.
- [청구항 10] 제1항에 있어서,
상기 메인 제어부의 영상 생성부는, 상기 출력 트리거 신호에 대응되는 상기 광음향 프로브의 위치를 계산하고, 상기 계산된 위치에서의 상기 초음파 영상신호를 각각의 상기 출력 트리거 신호에 대응시켜 저장하는 고속 스캔 광음향 영상 입력장치.
- [청구항 11] 제1항에 있어서,
상기 광음향 프로브의 운동 정보는 상기 구동 모터의 회전 운동을 검출하는 로터리 엔코더의 회전 운동 정보이고, 상기 로터리 엔코더는 A상 신호, B상 신호, Z상 신호를 출력하는 증분형 로터리 엔코더(incremental rotary encoder)인 고속 스캔 광음향 영상 입력장치.
- [청구항 12] 제1항에 있어서,
상기 스캐닝 트리거 신호가 구동 모터의 회전 운동을 검출하는 증분형 로터리 엔코더(incremental rotary encoder)의 A상 신호에 의한 회전 위치 정보에 근거하여 생성되고,
각각의 출력 트리거 신호 생성 시의 상기 광음향 프로브의 직선 운동 위치가 계산되며,
상기 계산된 직선 운동 위치에서의 상기 초음파 영상신호가 각각의 상기 출력 트리거 신호에 대응되어 저장되는 고속 스캔 광음향 영상 입력장치.
- [청구항 13] 제1항에 있어서,
스캐닝 트리거 신호가 상기 광음향 프로브의 직선 운동을 검출하는 리니어 엔코더에 의하여 생성되는 리니어 엔코더 펄스 신호에 의하여 계산되는 상기 프로브의 직선 운동 위치에 근거하여 생성되고, 각각의 상기 프로브의 직선 운동 위치에서의 초음파 영상 신호가 각각의 상기 출력 트리거 신호에 대응되어 저장되는 고속 스캔 광음향 영상 입력장치.
- [청구항 14] 제1항에 있어서,
상기 광음향 프로브의 운동 정보는 상기 구동 모터의 회전 운동을 검출하는 로터리 엔코더의 회전 운동 정보와 상기 광음향 프로브의 직선 운동을 검출하는 리니어 엔코더의 직선 운동 정보를 포함하고,
상기 로터리 엔코더는 A상 신호, B상 신호, Z상 신호를 각각 펄스 형태로 출력하는 증분형 로터리 엔코더(incremental rotary encoder)이고,
상기 리니어 엔코더는 상기 프로브의 직선 운동 궤적 상의 위치에 따라 펄스 형태의 일정한 간격으로 리니어 펄스 신호를 출력하는 고속 스캔

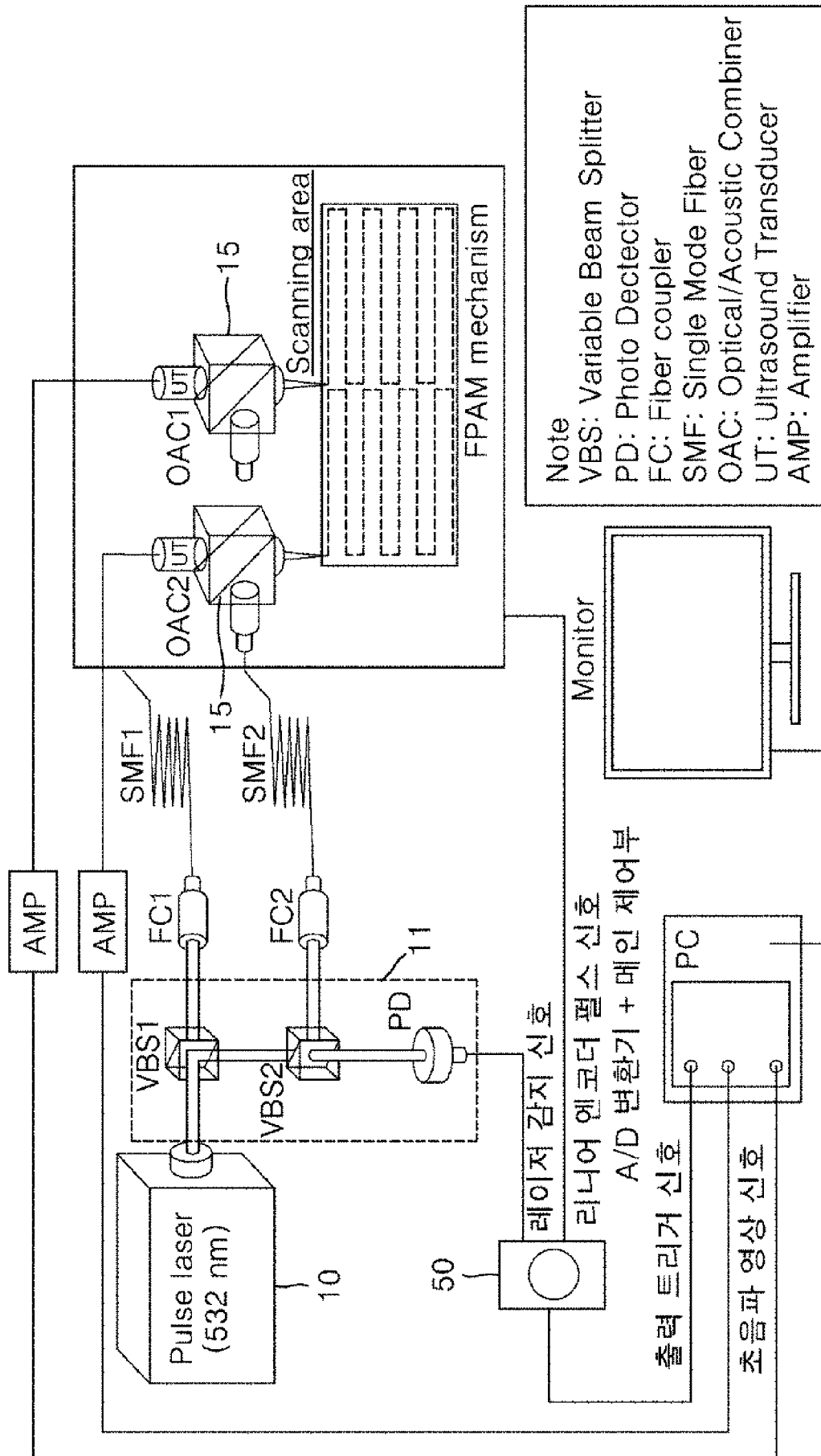
광음향 영상 입력장치.

- [청구항 15] 제14항에 있어서,
상기 구동 모터의 일방향 회전 운동이 개시되고, 상기 트리거 제어부는
상기 로터리 엔코더의 Z상 신호의 발생 이후에 미리 설정된 펄스 수(Z1)의
A상 신호가 입력된 이후에 제1 트리거 이벤트 신호를 생성하고, 상기
스캐닝 트리거 신호는 상기 제1 트리거 이벤트 신호가 생성되면 상기
리니어 엔코더의 펄스 신호를 동기 신호로 하여 미리 설정된 상기 광음향
프로브의 위치까지 펄스 형태로 생성되는 고속 스캔 광음향 영상
입력장치.
- [청구항 16] 제1항에 있어서,
상기 스캐닝 트리거 신호는 리니어 엔코더의 펄스 신호 간격의 정수배
간격으로 생성되는 고속 스캔 광음향 영상 입력장치.
- [청구항 17] 제16항에 있어서,
상기 트리거 제어부는 상기 스캐닝 트리거 신호의 생성이 중지된 후 미리
설정된 상기 광음향 프로브의 위치에 대응되어 제2 트리거 이벤트 신호를
생성하고,
상기 스캐닝 트리거 신호는 상기 제2 트리거 이벤트 신호가 생성되면
상기 리니어 엔코더의 펄스 신호를 동기 신호로 하여 미리 설정된 상기
광음향 프로브의 위치까지 펄스 형태로 생성되는 고속 스캔 광음향 영상
입력장치.
- [청구항 18] 제1항에 있어서,
상기 검사 대상체를 포함하는 대상 영역의 영상의 입력을 수행하는
대상영역 입력부; 및
상기 대상 영역의 영상으로부터 상기 검사 대상체에 대한 광음향 영상을
획득하는 영역의 시점과 종점에 해당하는 위치값으로 결정되는 스캔
영역을 추출하는 스캔 영역 추출부를 더 구비하는 고속 스캔 광음향 영상
입력장치.
- [청구항 19] 제1항 내지 제18항 중 어느 하나의 항의 고속 스캔 광음향 영상
입력장치에 의하여 광음향 영상을 획득하는 고속 스캔 광음향 영상
입력장치의 제어방법.

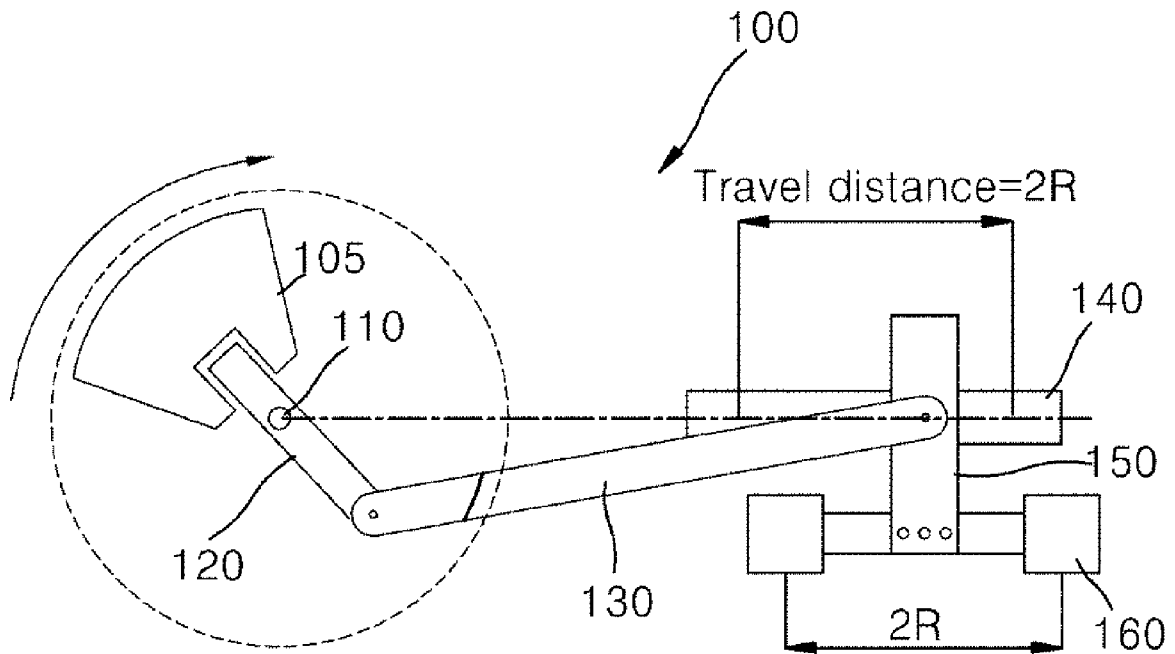
[도1]



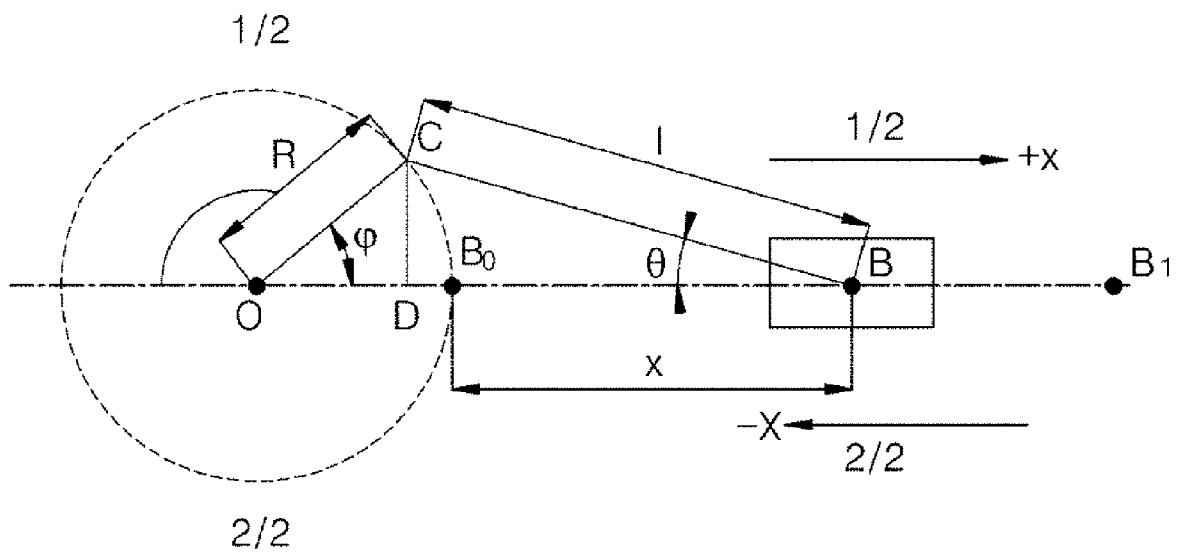
[도2]



[도3]



[도4]



[도5]

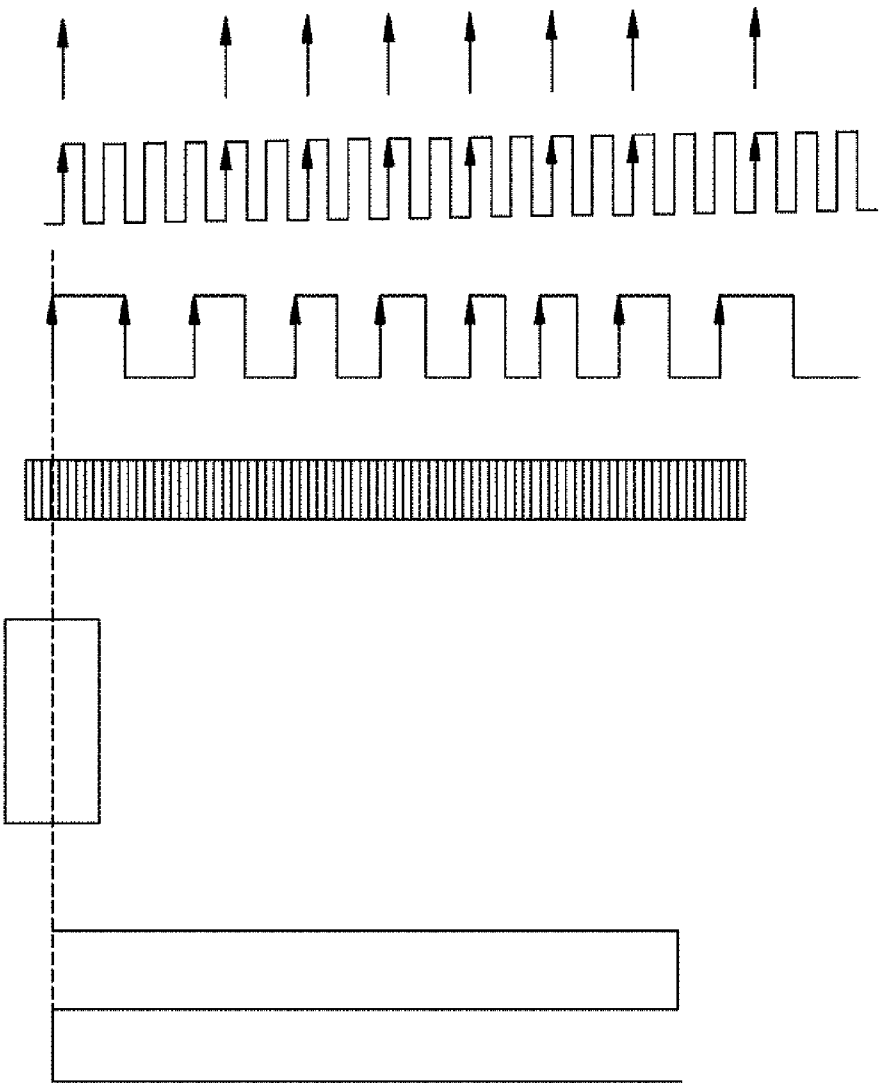
Output trigger
to digitizer

Laser trigger

Scanning
trigger

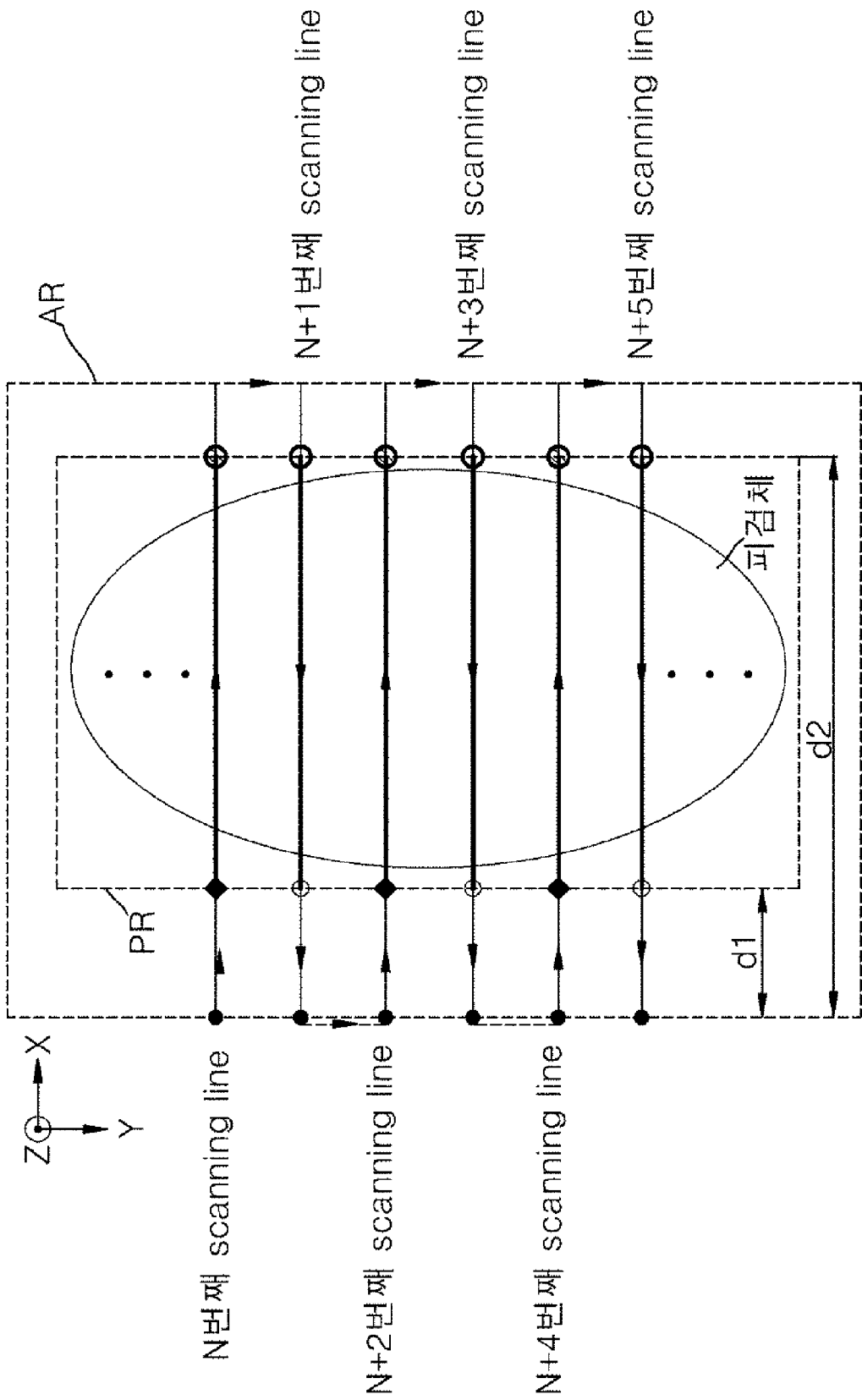
Linear
encoder

PA probe



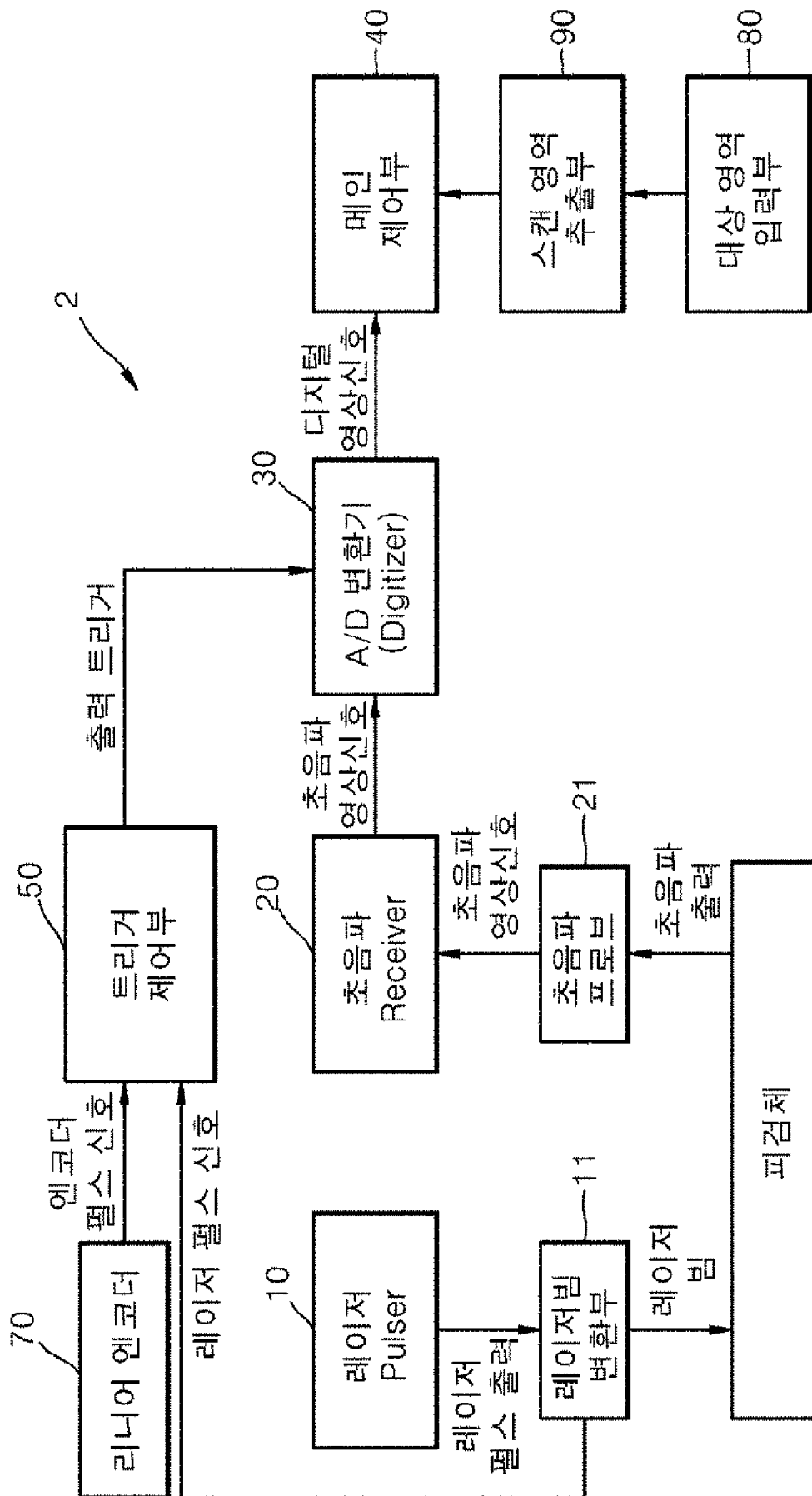
Fast PAM

[도6]

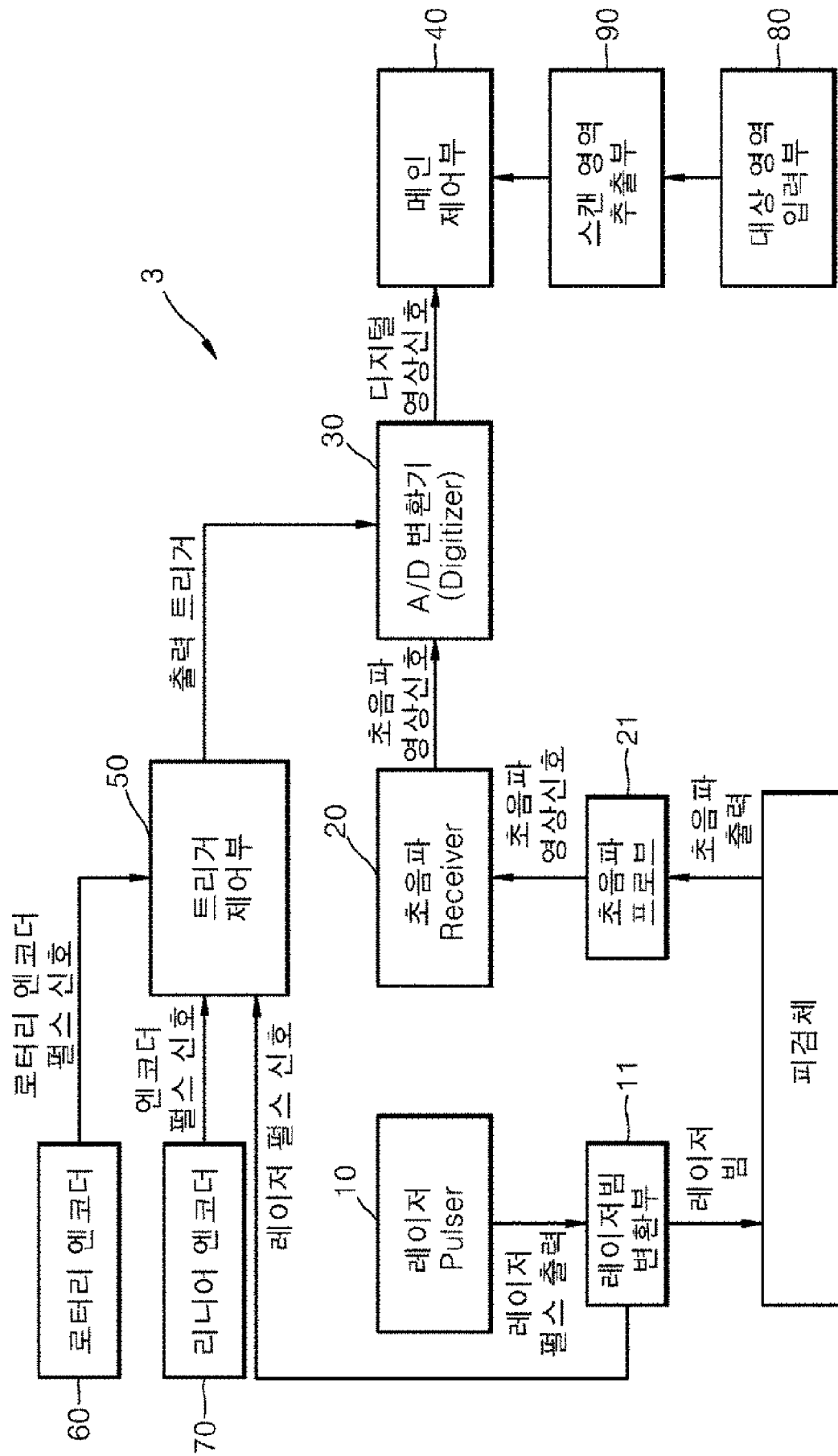


- Physical Z(실제의 Z) 시작점 ◆ 제1 virtual Z 시작점 ⊙ 제2 virtual Z 시작점
- 제1 virtual Z 종료점 ○ 제2 virtual Z 종료점

[도7]



[도8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/IB2022/050199

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER A61B 5/00(2006.01)i; G01N 21/17(2006.01)i; G01N 29/24(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 5/00(2006.01); A61B 19/00(2006.01); A61B 8/00(2006.01); A61B 8/12(2006.01); G01B 17/00(2006.01); G01B 9/02(2006.01); G01N 29/24(2006.01) 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: 광음향 (photoacoustic), 3차원 (three dimension), 트리거 (trigger), 엔코더 (encoder), 스캔 (scan)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5078145 A (FURUHATA) 07 January 1992 (1992-01-07) See column 4, line 49-column 6, line 40; and figures 1(a)-6.	1-19
A	JP 2002-078710 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO., LTD.) 19 March 2002 (2002-03-19) See paragraphs [0018]-[0023]; claims 1 and 2; and figures 1-5.	1-19
A	WO 2004-082482 A1 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD. et al.) 30 September 2004 (2004-09-30) See entire document.	1-19
A	KR 10-2015-0031874 A (KYUNGPOOK NATIONAL UNIVERSITY INDUSTRY-ACADEMIC COOPERATION FOUNDATION et al.) 25 March 2015 (2015-03-25) See entire document.	1-19
A	KR 10-1852560 B1 (POSTECH RESEARCH AND BUSINESS DEVELOPMENT FOUNDATION) 26 April 2018 (2018-04-26) See entire document.	1-19
☒ 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 "D" document cited by the applicant in the international application "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 "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 13 June 2022		Date of mailing of the international search report 13 June 2022
Name and mailing address of the ISA/KR Korean Intellectual Property Office Government Complex-Daejeon Building 4, 189 Cheongsaro, Seo-gu, Daejeon 35208 Facsimile No. +82-42-481-8578		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/IB2022/050199

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	KR 10-2301418 B1 (PUKYONG NATIONAL UNIVERSITY INDUSTRY-UNIVERSITY COOPERATION FOUNDATION) 10 September 2021 (2021-09-10) See claims 1-19. ** Published patent of a priority application of the present international application.	1-19

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/IB2022/050199

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	5078145	A	07 January 1992	AT	124615	T	15 July 1995
				DE	69020723	T2	18 January 1996
				EP	0452532	A1	23 October 1991
				EP	0452532	B1	05 July 1995
JP	2002-078710	A	19 March 2002	JP	3616746	B2	02 February 2005
WO	2004-082482	A1	30 September 2004	CN	1761428	A	19 April 2006
				EP	1621134	A1	01 February 2006
				US	2006-0241424	A1	26 October 2006
KR	10-2015-0031874	A	25 March 2015	KR	10-1513032	B1	17 April 2015
				WO	2015-041446	A1	26 March 2015
KR	10-1852560	B1	26 April 2018	WO	2018-101569	A1	07 June 2018
KR	10-2301418	B1	10 September 2021	None			

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC)) A61B 5/00(2006.01)i; G01N 21/17(2006.01)i; G01N 29/24(2006.01)i		
B. 조사된 분야 조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재) A61B 5/00(2006.01); A61B 19/00(2006.01); A61B 8/00(2006.01); A61B 8/12(2006.01); G01B 17/00(2006.01); G01B 9/02(2006.01); G01N 29/24(2006.01) 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: 광음향 (photoacoustic), 3차원 (three dimension), 트리거 (trigger), 엔코더 (encoder), 스캔 (scan)		
C. 관련 문헌		
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	US 5078145 A (FURUHATA) 1992.01.07 컬럼 4, 라인 49-컬럼 6, 라인 40; 도면 1(a)-6	1-19
A	JP 2002-078710 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO., LTD.) 2002.03.19 단락 [18]-[23]; 청구항 1, 2; 도면 1-5	1-19
A	WO 2004-082482 A1 (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD. 등) 2004.09.30 전체 문헌	1-19
A	KR 10-2015-0031874 A (경북대학교 산학협력단 등) 2015.03.25 전체 문헌	1-19
A	KR 10-1852560 B1 (포항공과대학교 산학협력단) 2018.04.26 전체 문헌	1-19
☒ 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 “D” 본 국제출원에서 출원인이 인용한 문헌 “E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허문헌 “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 2022년06월13일(13.06.2022)		국제조사보고서 발송일 2022년06월13일(13.06.2022)
ISA/KR의 명칭 및 우편주소 대한민국 특허청 (35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사) 팩스 번호 +82-42-481-8578		심사관 박혜련 전화번호 +82--

C. 관련 문헌		
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
PX	KR 10-2301418 B1 (부경대학교 산학협력단) 2021.09.10 청구항 1-19 ** 본 국제출원의 우선권 출원의 등록공보임.	1-19

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
US 5078145 A	1992/01/07	AT 124615 T	1995/07/15
		DE 69020723 T2	1996/01/18
		EP 0452532 A1	1991/10/23
		EP 0452532 B1	1995/07/05
JP 2002-078710 A	2002/03/19	JP 3616746 B2	2005/02/02
WO 2004-082482 A1	2004/09/30	CN 1761428 A	2006/04/19
		EP 1621134 A1	2006/02/01
		US 2006-0241424 A1	2006/10/26
KR 10-2015-0031874 A	2015/03/25	KR 10-1513032 B1	2015/04/17
		WO 2015-041446 A1	2015/03/26
KR 10-1852560 B1	2018/04/26	WO 2018-101569 A1	2018/06/07
KR 10-2301418 B1	2021/09/10	없음	