(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2018 년 10 월 11 일 (11.10.2018)

WIPO | PCT

(10) 국제공개번호
WO 2018/186560 A1

(51) 국제특허분류:
A61B 8/00 (2006.01) *A61B 5/00* (2006.01)

(21) 국제출원번호: PCT/KR2017/015615

(22) 국제출원일: 2017 년 12 월 28 일 (28.12.2017)

(25) 출원언어: 한국어

(26) 공개언어: 한국어

(30) 우선권정보:
10-2017-0045525 2017 년 4 월 7 일 (07.04.2017) KR

(71) 출원인: 서강대학교산학협력단 **(SOGANG UNIVERSITY RESEARCH FOUNDATION)** [KR/KR]; 04107 서울시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교), Seoul (KR).

(72) 발명자: **장진호 (CHANG, Jin ho)**; 08018 서울시 양천구 목동동로 130, 1429동 503호 (신정동, 목동신시가지아파트14단지), Seoul (KR). **김혜민 (KIM, Hea min)**; 21325 인천시 부평구 수변로 334, 311동 2002호 (삼산동, 신성미소지움아파트), Incheon (KR).

(74) 대리인: **장완수 (JANG, Wan Soo)**; 14056 경기도 안양시 동안구 벌말로 123 평촌 스마트베이 209호, Gyeonggi-do (KR).

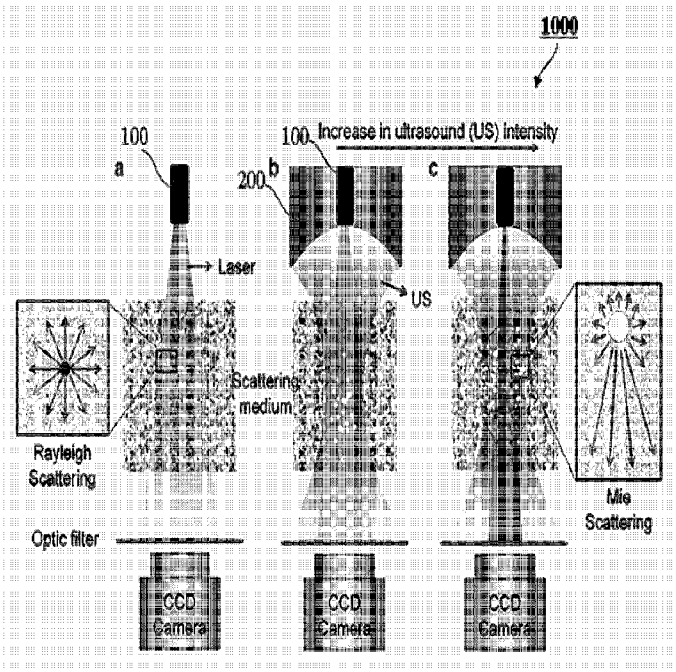
(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, 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, 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,

WO 2018/186560 A1

(54) **Title:** METHOD AND APPARATUS FOR CONTROLLING DEPTH OF PENETRATION OF LIGHT ENERGY USING ULTRASOUND ENERGY

(54) **발명의 명칭:** 초음파 에너지를 이용한 광 에너지 침투 깊이 제어 방법 및 장치



(57) **Abstract:** An apparatus for controlling a depth of penetration of light energy using ultrasound energy, according to the present invention, comprises: a light source for generating light energy; and an ultrasound (US) transducer configured to generate an air bubble using ultrasonic waves in a region in which the light energy proceeds to increase a depth by which the light energy penetrates an illuminated subject. The apparatus generates an air bubble by adjusting the intensity of ultrasound energy within a range in which the ultrasonic waves cause no damage on tissues, thereby increasing the depth of light penetration.

[다음 쪽 계속]

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))

(57) 요약서: 상술한 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 초음파 에너지를 이용한 광 에너지 침투 깊이 제어 장치는, 광 에너지를 발생시키는 광원(light source); 및 상기 광 에너지가 진행하는 영역에 초음파를 이용하여 에어 버블(air bubble)을 생성함으로써, 상기 광 에너지가 조사 대상(illuminated subject)에 침투되는 깊이가 증가되도록 구성되는 초음파 (US: Ultrasound) 트랜스듀서를 포함하고, 초음파가 조직에 전혀 손상을 주지 않는 범위 내에서 초음파 에너지의 강도를 조절함으로써 에어 버블을 생성하여, 광 침투 깊이를 증가시킬 수 있다.

명세서

발명의 명칭: 초음파 에너지를 이용한 광 에너지 침투 깊이 제어 방법 및 장치

기술분야

[1] 본 발명은 초음파 에너지를 이용한 제어 방법 및 장치에 관한 것으로, 보다 상세하게는, 초음파 에너지를 이용한 광 에너지 침투 깊이 제어 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경기술

[2] 광 영상 시스템은 대상체에 광 에너지를 조사한 후 대상체에서 반사, 흡수, 산란된 광 신호를 검출하여 높은 해상도의 대상체 내부구조 및 특성 영상화를 수행하는 장비이다. 또한 조사된 광 에너지를 흡수한 흡수체에서 발생하는 광음향 신호(photoacoustic signal)를 초음파 센서를 이용해 수신하여 특성화 영상을 형성하는데 사용하고 있으며, 광 에너지를 이용해 치료 효용성이 향상된 선택적 치료에도 사용된다. 광 에너지를 이용한 이러한 장점으로 인해 임상에서의 사용 범위가 크게 확대되고 있다.

[3] 한편, 이러한 광 에너지를 이용한 의료 영상 장치 및 의료 치료 장치에서, 광산란(optical scattering)은 광 에너지 전달 깊이를 한정 짓는 주요 요소로 광학 이미지 및 치료에서 암상 활용도를 높이는데 큰 걸림돌이 된다. 즉, 깊게-위치된 타깃 영역(deep-lying target region)으로의 광 전달은 광학 이미징(optical imaging) 및 치료에서 가장 큰 어려움이다. 이러한 어려움은 생물학적 매체(biological media)에서의 광흡수(optical absorption)보다는 산란이 우세하기 때문에, 광산란이 이동 체제(ballistic regime)와 전송 수단 자유 경로 길이(transport mean free path length)를 결정하며, 이 길이가 1-2 mm로 매우 낮기 때문이다. 이러한 어려움을 극복하기 위하여, 가이드 스타(guide star)에 기반하는 여러 광학적 포커싱 방법들이 제안되어왔다. 초음파(Ultrasound) 및 광음향(photoacoustic) 신호들이 비-광학적 접근법으로 가이드 스타를 비-침습적으로(non-invasively) 생성하는데 사용되어왔다.

[4] 하지만, 이러한 방법들은 가이드 스타의 도움을 이용하는 광 포커싱을 위한 반복적인 파면 형성(iterative wavefront shaping)과 연관되고, 이는 생체 내에서(in vivo) 실시간 동작에 대하여 부담이 된다는 문제점이 여전히 있다.

[5] 또한, 초음파 및 광음향 신호를 이용한 가이드 스타 방식의 최적 성능을 달성하기 위해서는 초음파 트랜스듀서(ultrasound transducer)가 광 전파 방향에 수직하게 배치되는 것이 바람직하다. 그러나, 이러한 구성은 내시경 광학 이미징 및 치료(endoscopic optical imaging and therapy)와 같은 임상 응용(clinical applications)의 구현 시 장애가 될 수 있다는 문제점이 있다.

[6] 한편, 초음파는 생물학적 조직들의 초점 영역 부분에 국부적인 온도에 상승을

유발할 수 있으며, 국부적인 온도가 특정 수준(즉, 60℃ 이상)에 도달하는 경우, 조직에 대한 열 손상이 초점 영역에서 발생한다; 고강도집속초음파(HIFU: 하이푸) 수술로 불리우는 비침습적 암 치료를 위하여 이러한 방법이 사용된다. 또한, 하이푸 수술에 사용되는 초음파 에너지보다 매우 낮은 에너지를 사용할 경우, 즉 생체조직에 영향을 주지 않은 수준의 초음파 에너지를 생체조직에 조사한 경우에도 초음파 집속영역에서 에어 버블이 생성되며 이때 초음파 에너지 조사를 멈추면 생성된 에어 버블이 사라지는 현상이 관측되었다.

발명의 상세한 설명

기술적 과제

[7] 본 발명은 상술한 문제점을 해결하기 위한 것으로, 본 발명의 목적은, 초음파 에너지의 강도를 조절함으로써 에어 버블을 생성하여, 광 에너지 침투 깊이 제어 장치 및 제어, 이를 통한 광 에너지를 이용한 영상 및 치료 성능 향상 방법을 제공함에 있다.

[8] 본 발명의 또 다른 목적은 초음파 에너지의 강도를 조절함으로써 에어 버블을 생성하여, 광 에너지 침투 깊이 측정/제어 시험 장치를 제공함에 있다.

[9] 본 발명의 목적들은 이상에서 언급한 목적들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 목적들은 아래의 기재로부터 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제 해결 수단

[10] 상술한 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 초음파 에너지를 이용한 광 에너지 침투 깊이 제어 장치는, 광 에너지를 발생시키는 광원(light source); 및 상기 광 에너지가 진행하는 영역에 초음파를 이용하여 에어 버블(air bubble)을 생성함으로써, 상기 광 에너지가 조사 대상(illuminated subject)에 침투되는 깊이가 증가되도록 구성되는 초음파 (US: Ultrasound) 트랜스듀서를 포함하고, 초음파가 조직에 전혀 손상을 주지 않는 범위 내에서 초음파 에너지의 강도를 조절함으로써 에어 버블의 생성 영역의 크기를 조절하여, 이 영역을 통과하는 광 에너지의 침투 깊이를 증가시킬 수 있다.

[11] 일 실시 예에서, 상기 영역에 상기 에어 버블이 없는 경우에 산란 매체(scattering medium)에 의하여 상기 광 에너지는 모든 방향으로의 레일리 산란(Rayleigh scattering)이 발생한다. 또한, 상기 영역에 상기 에어 버블이 있는 경우 상기 광 에너지가 상기 에어 버블과의 충돌에 의해 전방에 해당하는 진행방향으로 미 산란(Mie scattering)이 발생됨에 따라 상기 조사 대상에 침투되는 깊이가 증가되도록 구성될 수 있다.

[12] 일 실시 예에서, 상기 초음파 트랜스듀서는 초음파의 강도(intensity)를 증가시켜서, 에어 버블의 생성 영역의 크기를 조절하여 상기 광 에너지가 상기 조사 대상(subject)에 침투되는 깊이가 더 증가되도록 구성될 수 있다.

[13] 일 실시 예에서, 상기 초음파 트랜스듀서는 내경(inner diameter)과 외경(outer diameter)을 갖는 형태로, 홀(hole)을 구비하고, 상기 내경에 해당하는 상기 홀을

통해 상기 광원으로부터 광 에너지가 상기 조사 대상에 인가될 수 있다. 예를 들어, 상기 초음파 트랜스듀서는 상기 내경과 상기 외경을 갖는 링-형태일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[14] 일 실시 예에서, 상기 광 에너지가 상기 조사 대상(subject)에 침투되는 깊이를 측정 또는 예측하고, 상기 침투되는 깊이가 원하는 수준이 되지 않는 것으로 판단되면, 상기 초음파의 강도가 증가되도록 제어하는 제어부를 더 포함할 수 있다.

[15] 본 발명의 다른 양상에 따른, 초음파 에너지를 이용한 광 에너지 침투 깊이 제어 방법은, 광원(light source)을 이용하여 광 에너지를 발생시키는 광 에너지 발생 단계; 및 상기 광 에너지가 조사 대상(subject)에 침투되는 깊이가 증가되도록, 상기 광 에너지가 진행하는 영역에 초음파를 이용하여 에어 버블(air bubble)을 생성하는 에어 버블 생성 단계를 포함한다.

[16] 일 실시 예에서, 상기 광 에너지 발생 단계에서, 상기 영역에 상기 에어 버블이 없는 경우에 산란 매체(scattering medium)에 의하여 상기 광 에너지는 모든 방향으로의 레일리 산란(Rayleigh scattering)이 발생할 수 있다. 또한, 상기 에어 버블 생성 단계에서, 상기 영역에 상기 에어 버블이 있는 경우 상기 광 에너지가 상기 에어 버블과의 충돌에 의해 전방에 해당하는 진행방향으로 미 산란(Mie scattering)이 발생됨에 따라 상기 조사 대상에 침투되는 깊이가 증가되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[17] 일 실시 예에서, 초음파 트랜스듀서에 의한 초음파의 강도(intensity)를 증가시켜서, 상기 광 에너지가 상기 조사 대상(subject)에 침투되는 깊이가 더 증가되도록 하는 초음파 강도 증가 단계를 더 포함할 수 있다.

[18] 일 실시 예에서, 상기 에어 버블 생성 단계에서, 상기 광 에너지를 초음파 트랜스듀서의 홀(hole)을 통해 상기 광원으로부터 광 에너지가 상기 조사 대상에 인가되고, 상기 초음파 트랜스듀서는 내경(inner diameter)과 외경(outer diameter)을 갖는 형태로, 상기 내경에 해당하는 상기 홀(hole)을 구비하는 것을 특징으로 할 수 있다. 예를 들어, 상기 초음파 트랜스듀서는 상기 내경과 상기 외경을 갖는 링-형태일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[19] 일 실시 예에서, 상기 광 에너지가 상기 조사 대상(subject)에 침투되는 깊이를 측정 또는 예측하는 침투 깊이 측정/예상 단계; 및 상기 침투되는 깊이가 원하는 수준이 되지 않는 것으로 판단되면, 상기 초음파의 강도가 증가되도록 제어하는 초음파 강도 증가 단계를 더 포함할 수 있다.

[20] 본 발명의 또 다른 양상에 따른, 초음파 에너지를 이용한 광 에너지 침투 깊이 측정/제어 시험 장치는 광 에너지를 발생시키는 광원으로서 레이저를 발생시키는 레이저 소스; 상기 레이저 소스와 상기 광에너지가 조사되는 샘플에 해당하는 팬텀(phantom) 또는 닭가슴살 사이에 배치되어, 초음파를 발생시키는 초음파 (US: Ultrasound) 트랜스듀서; 및 상기 초음파 트랜스듀서를 통해 상기 초음파 트랜스듀서와 상기 샘플 사이의 영역에 에어 버블(air bubble)이

생성되도록 제어하는 초음파 제어부를 포함한다.

[21] 일 실시 예에서, 상기 샘플과 일정 거리로 이격되어 후방에 배치되어, 상기 레이저 강도(intensity)를 측정하도록 구성된 CCD 카메라; 및 상기 샘플과 상기 CCD 카메라 사이에 배치되어 특정 파장의 광을 필터링하도록 구성되는 광학 필터(optic filter)를 더 포함할 수 있다.

[22] 일 실시 예에서, 상기 팬텀은 형광 다이(fluorescent dye)가 삽입(inject)되고, 상기 형광 다이는 제1파장의 상기 레이저를 흡수(absorb)한 이후에 제2파장의 형광(fluorescence)을 방사(emit)하고, 상기 광학 필터는 상기 제2파장의 형광만을 통과시키도록 구성되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[23] 일 실시 예에서, 상기 초음파 제어부는, 정현파 전기 신호(sinusoidal electric signal)을 발생시키도록 구성되는 함수 발생기(Function Generator); 상기 초음파의 강도(intensity)를 증가시키기 위해 상기 정현파 전기 신호를 증폭시키도록 구성되는 신호 증폭기(RF Amplifier); 및 공진 주파수로 상기 트랜스듀서를 여기(excite)하기 위해 임피던스 정합을 수행하는 정합 네트워크(Matching Network)를 포함할 수 있다.

[24] 일 실시 예에서, 상기 레이저 소스는 가우시안 프로파일을 갖는 상기 제1파장의 연속 파(continuous wave) 레이저이고, 상기 레이저 소스에 연결되어 상기 레이저 소스를 턴 온 또는 턴 오프하여 상기 광 에너지를 조절하도록 구성되는 레이저 전력 모듈을 더 포함할 수 있다.

[25] 그러나 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라, 서로 다른 다양한 형태로 구성될 수 있으며, 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하고 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이다.

발명의 효과

[26] 본 발명의 실시 예들 중 적어도 하나에 따르면, 초음파가 조직에 전혀 손상을 주지 않는 범위 내에서 초음파 에너지의 강도를 조절함으로써 에어 버블을 생성하여, 광 침투 깊이를 증가시킬 수 있다는 장점이 있다.

[27] 또한, 본 발명의 실시 예들 중 적어도 하나에 따르면, 초음파 에너지의 강도를 조절함으로써 생성된 에어 버블에 의해 광 에너지가 전방으로 진행하는 성분이 증가하여, 광 침투 깊이를 증가시킬 수 있다는 장점이 있다.

도면의 간단한 설명

[28] 도 1은 본 발명과 관련하여, 초음파 에너지를 이용한 광 에너지 침투 깊이 제어 장치의 구성도를 나타낸다.

[29] 도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 일정 두께의 조직-유사 팬텀 상의 광 강도 분포의 측정 결과를 도시한다.

[30] 도 3은 본 발명의 다른 실시 예에 따른 일정 두께를 갖는 탈체 닭 가슴살(ex vivo chicken breast)상의 광 강도 분포의 관찰 결과를 도시한다.

[31] 도 4는 본 발명의 또 다른 실시 예에 따른 형광 다이에서 방사되는 형광 강도의 변화를 도시한다.

[32] 도 5는 본 발명에 따른 초음파 에너지를 이용한 광 에너지 침투 깊이 제어 방법의 흐름도를 도시한다.

[33] 도 6은 본 발명에 따른 초음파 에너지를 이용한 광 에너지 침투 깊이 측정/제어 시험 장치의 구성도를 나타낸다.

[34] <도면의 주요부분에 대한 부호의 설명>

[35] 1000: 광 에너지 침투 깊이 제어 장치

[36] 1000': 광 에너지 침투 깊이 측정/제어 시험 장치

[37] 100: 광원 100': 레이저 소스

[38] 110: 레이저 전력 모듈

[39] 200, 200': 초음파 트랜스듀서

[40] 300, 300': CCD 카메라 400, 400': 광학 필터

[41] 500: 제어부 500: 초음파 제어부

[42] 510: 함수 발생기 520: 신호 증폭기

[43] 530: 정합 네트워크

발명의 실시를 위한 형태

[44] 이하에서, 첨부된 도면을 이용하여 본 발명에 대하여 구체적으로 설명한다. 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다. 또한, 본 명세서의 설명 과정에서 이용되는 숫자(예를 들어, 제1, 제2 등)는 하나의 구성요소를 다른 구성요소와 구분하기 위한 식별기호에 불과하다.

[45] 상술한 본 발명의 특징 및 효과는 첨부된 도면과 관련한 다음의 상세한 설명을 통하여 보다 분명해 질 것이며, 그에 따라 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명의 기술적 사상을 용이하게 실시할 수 있을 것이다. 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러가지 형태를 가질 수 있는바, 특정 실시 예들을 도면에 예시하고 본문에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나 이는 본 발명을 특정한 개시형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 본 명세서에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시 예들을 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다.

[46] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세한 설명에 구체적으로 설명하고자 한다. 그러나 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

[47] 본 발명과 관련하여, 초음파 에너지를 이용한 광 에너지 침투 깊이 제어 장치 및

이를 이용한 광 에너지 침투 깊이 제어 방법에 대해서 살펴보기로 하자. 또한, 초음파 에너지를 이용한 광 에너지 침투 깊이 측정/제어 시험 장치에 대해서 살펴보기로 한다.

[48] 이와 관련하여, 광(light)은 높은 공간-분해능 이미징(high spatial-resolution imaging), 높은 대비-분해능 이미징(high contrast-resolution imaging), 높은 민감도의 분자 이미징, 및 타깃-선택적 치료법을 위한 매력적인 수단이다. 또한, 광(light)은 이온화된 방사(ionizing radiation)와 연관된 리스크를 수반하지 않는다. 임상 응용(clinical applications)에서 광을 사용하는 것의 주요 한계점은 바이오 매체에서의 높은 광 산란에 의해 유발되는 가상의 이미징(superficial imaging) 및 치료 깊이(therapeutic depth)의 한계에 있다. 본 발명에서는, 입사광과 함께 전달된 초음파가 입사 광의 경로(pathway)에 에어 버블(air bubbles)을 생성하는 경우에 입사 광의 산란 및 이로 인한 디포커싱(defocusing)이 경감될 수 있어서, 광 침투가 증가함을 보이고자 한다. 조직 손상(tissue damage)을 회피할 정도로 충분히 낮은 강도로 에어 버블이 초음파에 의해 일시적으로 만들어질 수 있고, 주로 전방 방향으로 미 산란체(Mie scattering medium)으로 동작한다. 초음파 송신을 중단(cessation)할 경우, 초음파에 의해 발생되는 에어 버블은 사라지며, 다시 원래의 광 산란 특성으로 회귀가 이루어진다. 본 발명은 현재 광학 이미징 및 치료 기법들의 한계를 극복하기 위한 새로운 루트를 개척하는 것에 해당한다.

[49] 도 1은 본 발명과 관련하여, 초음파 에너지를 이용한 광 에너지 침투 깊이 제어 장치의 구성도를 나타낸다. 한편, 도 1의 구성도에 따르면, 산란 매체(scattering media)에서 초음파-유도 에어 버블(ultrasound-induced air bubbles)에 기인하는 광 침투의 증가 원리를 알 수 있다.

[50] 본 발명에서는, 초음파 에너지를 이용해 일시적으로 유도되는 에어 버블이 광 진행 영역에 생성되도록 하면 생물학적 조직에서 광 침투를 증가시킬 수 있다는 것이 제시된다.

[51] 이와 관련하여, 도 1의 (a)는 초음파(US: Ultrasound) 트랜스듀서(transducer) 없이 광원(light source)이 산란 매체(scattering medium)에 입사되는 경우를 도시한다. 이때, 도시된 바와 같이 광(light)은 확산(spread)되고, 모든 방향들로 산란되는 레일리 산란 매체(Rayleigh scattering medium)을 통해 광이 진행함에 따라 광의 강도(intensity)는 감소된다.

[52] 한편, 도 1의 (b), (c)는 초음파(US) 트랜스듀서를 구비한 경우에 광원이 산란 매체(scattering medium)에 입사되는 경우를 도시한다. 한편, 도 1의 (c)는 도 1의 (b)에 비하여, 초음파(US)의 강도(intensity)가 증가함을 나타낸다. 도 1의 (b), (c)에 도시된 바와 같이, 초음파는 자신의 초점 영역(focal area)에 에어 버블(air bubbles)을 생성하고, 초음파 강도가 증가함에 따라 버블 개체들(bubble cloud)의 크기는 증가한다. 입사 광은 버블 개체들 내에서 미 산란(Mie scattering)을 겪게 되므로, 입사 광의 산란은 전방 방향(forward direction)에서 주로 발생하게 된다.

이러한 현상의 결과로서, 광 확산이 감소되고, 광 침투 깊이(light penetration depth)가 증가하게 된다.

[53] 다시 말하면, 도 1의 (a)는 레일리 산란 매체를 통해 진행하는 광이 모든 방향들로 산란되어서, 광이 매체를 통해 확산되고, 광 강도가 크게 감소되는 것을 초래하는 것을 보여준다. 특정 수준의 강도를 갖는 초음파가 매체 내부로 전송되는 경우에, 초점 영역 내부에서 에어 버블이 생성되고 미 산란 매체로서 동작한다. 광은 미 산란 체제에서 전방 방향으로 우세하게 산란되기 때문에, 광 에너지를 단독으로 조사하는 경우에 비하여, 버블 개체(bubble cloud)를 통한 광 전파는 덜 확산되므로 덜 디포커싱된다 (도 1의 (b)(c)). 이는 함께 전송되는 초음파의 강도가 에어 버블을 생성할 만큼 충분히 높고 세포 손상을 회피할 만큼 충분히 낮은 경우에, 광 침투 깊이가 증가됨을 의미한다.

[54] 광 침투 깊이는 광학 산란과 관련된다. 한편, 원형 입자의 반경과 광 파장의 비에 따라, 광학 산란은 레일리 산란(Rayleigh scattering) 또는 미 산란(Mie scattering)으로 일반적으로 카테고리화된다. 레일리 산란은 입자 크기가 광 파장보다 훨씬 작은 경우 모든 방향들에서 발생한다. 반면에, 입자 크기가 광 파장과 비슷하거나 또는 조금 큰 경우에 해당하는 미 산란 영역에서, 입사 광은 전방 방향으로 주로 산란된다.

[55] 따라서, 모든 다른 조건들이 동일하면, 광 침투 깊이(light penetration depth)는 레일리 산란 매체에서보다 미 산란 매체에서 더 깊다. 생물학적 조직(Biological tissues)은 두 가지 경우의 산란 체제(scattering regimes)를 동시에 갖는 것을 특징으로 하고, 레일리 산란 및 미 산란의 정도는 생체조직에 따라 다르게 나타난다; 광 파장이 800 nm보다 작은 경우에 레일리 산란은 생물학적 조직들의 광산란 계수(reduced optical scattering coefficient)를 크게 증가시킨다.

[56] 광학 산란은 또한 매체 온도에 의해 영향을 받는다. 예를 들어, 온도가 증가함에 따라, 표피(epidermis), 피하 조직(subcutaneous tissue), 및 레시틴 세포막(lecithin membrane)의 산란 계수들은 감소되는 반면에, 진피(dermis)의 경우에는 증가됨이 관찰되었다.

[57] 이상에서는 본 발명에 따른 광 침투 깊이와 관련하여 광학 산란에 영향을 미치는 요소에 대해 살펴보았다. 이하에서는, 본 발명에 따른 광 에너지 침투 깊이 제어 장치(1000)의 구성요소에 대해 상세히 살펴보고자 한다. 도 1에 도시된 바와 같이, 광 에너지 침투 깊이 제어 장치(1000)는 광원(100), 초음파 트랜스듀서(200)를 포함한다.

[58] 광원(100)은 광 에너지를 발생시키도록 구성되며, 일 예로 레이저를 발생시키도록 구성되는 레이저 발생부일 수 있다.

[59] 초음파 트랜스듀서(200)는 상기 광 에너지가 진행하는 영역에 초음파를 이용하여 에어 버블(air bubble)을 생성하도록 구성된다. 이에 따라, 초음파 트랜스듀서(200)는 상기 광 에너지가 조사 대상(illuminated subject)에 침투되는 깊이가 증가되도록 구성될 수 있다.

[60] 한편, 도시된 바와 같이, 상기 영역에 상기 에어 버블이 없는 경우에 산란 매체(scattering medium)에 의하여 상기 광 에너지는 모든 방향으로의 레일리 산란(Rayleigh scattering)이 발생하게 된다. 반면에, 상기 영역에 상기 에어 버블이 있는 경우 상기 광 에너지가 상기 에어 버블과의 충돌에 의해 전방에 해당하는 진행방향으로 미 산란(Mie scattering)이 발생된다. 이에 따라, 상기 조사 대상에 침투되는 깊이가 증가되도록 구성될 수 있다.

[61] 또한, 초음파 트랜스듀서(200)는 초음파의 강도(intensity)를 증가시켜서, 상기 광 에너지가 상기 조사 대상(subject)에 침투되는 깊이가 더 증가되도록 구성될 수 있다.

[62] 또한, 상기 초음파 트랜스듀서는 내경(inner diameter)과 외경(outer diameter)을 갖는 링-형태로, 홀(hole)을 구비하고, 상기 홀을 통해 상기 광원으로부터 광 에너지가 상기 조사 대상에 인가될 수 있다.

[63] 한편, 도시되지는 않았지만, 제어부는 광 에너지가 상기 조사 대상(subject)에 침투되는 깊이를 측정 또는 예측한다. 또한, 상기 제어부(500)는 상기 침투되는 깊이가 원하는 수준이 되지 않는 것으로 판단되면, 상기 초음파의 강도가 증가되도록 제어한다. 이때, 상기 제어부는 상기 초음파의 강도를 증가시키되, 조직 손상을 일으키지 않는 범위를 임계값으로 할 수 있다.

[64] 이러한 개념을 검증하기 위해, 광 에너지가 단독으로 조사된 경우와 광과 초음파 에너지를 동시에 조사한 경우로 나누어 일정한 두께를 갖는 조직-유사 팬텀(tissue-mimicking phantom) 상에서 조사된 광 에너지의 침투 깊이의 변화를 실험적으로 검증하였다. 이와 관련하여, 도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 일정 두께의 조직-유사 팬텀 상의 광 강도 분포의 측정 결과를 도시한다. 이때, 일정 두께 값은 8mm일 수 있으나, 이러한 값에 한정되는 것은 아니다. 먼저, 도 2의 (a)는 레이저 발광(irradiation)만이 전달되는 경우 CCD (CCD: charge-coupled device) 카메라에 의한 팬텀의 끝 부분에서 관찰되는 광 강도 분포를 도시한다. 한편, 도 2의 (b)는 수평 축(horizontal axis)에 따른 광 강도 분포 및 이에 대응하는 스무딩 스플라인 피팅 커브(smoothing spline fitting curve)를 도시한다. 또한, 도 2의 (c) 및 (d)는 레이저와 200W/cm^{-2}의 강도를 갖는 초음파가 동시에 매체에 전달되는 경우 광 강도 분포를 도시한다. 또한, 도 2의 (e) 및 (f)는 레이저와 268W/cm^{-2}의 강도를 갖는 초음파가 동시에 매체에 전달되는 경우 광 강도 분포를 도시한다. 또한, 도 2의 (g) 및 (h)는 레이저와 310W/cm^{-2}의 강도를 갖는 초음파가 동시에 매체에 전달되는 경우 광 강도 분포를 도시한다.

[65] 전술된 바와 같이, 200, 268, and 310W/cm-2의 세 개의 상이한 초음파 강도들이 사용되었다: 이들은 초음파 초점 영역의 국부적인 온도에 상승을 초래하였다 : 각각 1, 3, 및 5°C. 이러한 작은 온도 상승으로 인하여 초점 영역에서 응고(coagulation)가 생성되지는 않는다. 또한, 닭 가슴 조직의 경우에 광 진행 경로에서 조직 응고가 유도된다면 25배 이상만큼 광학 산란의 증가를 초래하기 때문에 광 침투 깊이는 상당히 감소된다.

[66] 가우시안 빔 프로파일과 4 mm의 반폭 너비 (FWHM: full-width at half-maximum)를 갖는 레이저가 매체 내부로 전달된 경우 레이저가 상당히 산란되었고, 팬텀 내부로 진행한 이후에 디포커싱 되었다 (도 2의 (a)); 광 강도는 수평 축을 따라 강하게 변동됨을 알 수 있고, 초기 빔 프로파일은 사라진다 (도 2의 (b)).

[67] 평균 정규화 강도의 FWHM는 0.626으로 측정되었다. 반면에, 레이저와 동시에 초음파가 전송된 경우 산란 및 디포커싱의 효과는 경감되었다 (도 2(c) 에서 (h)).

[68] 이러한 향상의 정도는 초음파 강도에 달려있다. 초음파 강도가 증가됨에 따라 광 강도의 변동들이 더 약해지고 광 강도 분포가 가우시안 형태에 근접하게 된다. 초음파 강도가 200, 268, 및 310W/cm-2로 증가함에 따라, 14.6, 19.0, 및 25.2%의 광 에너지 크기 향상률을 보이며, 이는 평균 정규화 강도가 각각 0.718, 0.745, 및 0.784로 증가되었음을 의미한다. 또한, 310W cm-2의 경우에 광 강도 분포는 가우시안 형태를 나타내고, 이 경우의 FWHM는 4.88 mm로 측정되었다. 초음파 강도가 증가함에 따라 광 강도가 증가하는 이유는 입사 초음파에 의해 유도되는 에어 버블의 검사를 통해 명확해질 수 있다; 초음파 강도가 증가함에 따라 전송된 초음파의 초점 영역 주변에서 생성되는 버블 개체가 성장됨이 관측되었다. 이러한 버블 개체의 성장은 수평 방향을 따라 깊이 방향을 따라 훨씬 더 큼을 알 수 있다. 이러한 결과는 초음파 강도가 증가하는 경우 깊이에 따라 미 산란 영역이 증가됨을 의미하므로, 입사 레이저 빔의 디포커싱이 더 작게 발생한다.

[69] 한편, 도 3은 본 발명의 다른 실시 예에 따른 일정 두께를 갖는 생체 밖 닭 가슴살(ex vivo chicken breast)상의 광 강도 분포의 관찰 결과를 도시한다. 이때, 일정 두께는 7mm일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 도 3의 (a)는 레이저 발광만 전달된 경우 CCD 카메라에 의해 닭 가슴살의 끝 부분에서 관찰되는 광 강도 분포이다. 한편, 도 3의 (b)는 레이저와 310W/cm^{-2}의 강도를 갖는 초음파가 매체에 모두 전달된 경우를 도시한다. 또한, 도 3의 (c)는 각각의 초음파 강도에서의 평균 광 강도와 레이저만 전송된 경우에 측정되는 강도에 비해 강도 증가의 비율을 도시한다.

[70] 한편, 도 3은 본 발명의 다른 실시 예에 따른 일정 두께를 갖는 탈체 닭 가슴살(ex vivo chicken breast)상의 광 강도 분포의 관찰 결과를 도시한다. 이때, 일정 두께는 7mm일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다. 도 3의 (a)는 레이저 발광만 전달된 경우 CCD 카메라에 의해 닭 가슴살의 끝 부분에서 관찰되는 광 강도 분포이다. 한편, 도 3의 (b)는 레이저와 310W/cm^{-2}의 강도를 갖는 초음파가 매체에 모두 전달된 경우를 도시한다. 또한, 도 3의 (c)는 각각의 초음파 강도에서의 평균 광 강도가 레이저만 전송된 경우에 측정되는 강도 대비 증가되는 비율을 도시한다.

[71] 한편, 두께 7mm의 탈체 닭 가슴살(ex vivo chicken breast)에서 동일한 현상이 관찰되었다. 한편, 도 3의 (c)를 참조하면, 레이저만 전달되는 경우에 평균 정규화

강도는 0.56이었고, 함께 전송되는 초음파의 강도가 각각 200, 268, 및 310 W/cm^{-2}로 증가한 경우에 평균 정규화 강도는 13.2, 19.5, 및 23.7%로 증가하였다. 또한, 광 강도 분포의 검사를 통해 초음파 강도가 증가함에 따라, 디포커싱된 양이 감소함을 알 수 있고, 이는 팬텀 실험의 결과 등과 부합된다. 닭 가슴살과 같은, 단백질로 주로 구성된 조직에 있어서 광 산란은 매체의 온도가 증가함에 따라 증가하기 때문에, 이러한 결과들은 입사 초음파에 기인하는 국부 온도 상승이 광 산란을 감소시키는 역할을 수행하지 않거나 또는 이러한 역할을 덜 수행한다는 것을 또한 의미한다.

[72] 한편, 도 4는 본 발명의 또 다른 실시 예에 따른 형광 다이에서 방사되는 형광 강도의 변화를 도시한다. 도 4에 따르면, 레이저와 310 W/cm^{-2}의 강도를 갖는 초음파가 7mm의 두께에서 형광 다이를 포함하는 닭 가슴살 내부로 함께 전달되는 경우에, 입사 레이저와 형광 다이 사이에 상호작용에 응답하는 형광 방사가 증가됨을 알 수 있다.

[73] 도 4에 도시된 바와 같이, 7mm의 깊이로 탈체 닭 가슴살 내부로 주입된 형광 다이(fluorescent dye)에서 방사된 형광이 검출되는 경우, 이와 같이 초음파와 광을 함께 전송하는 이점은 더 분명해질 것이다. 입사 레이저에 의하여 전적으로 유도되는 형광 방사는 0.71의 피크 정규화 강도를 나타내고, 반면에 이러한 값은 310 W/cm-2의 강도를 갖는 초음파가 함께 전달되는 경우에 증가된다; 시간 슬롯 1 및 2에서 증가율은 21.1%였다. 초음파 전송의 중단시에, 이러한 형광 강도는 0.72로 회복되었고, 이는 초기 값과 유사하였다 (도 4의 시간 슬롯 3 참조).

[74] 초음파와 레이저가 다시 전달되는 경우, 형광 강도는 초기 값에서 시간 슬롯 4 및 5에서 각각 (24% 및 20% 증가에 해당하는) 0.88 및 0.85로 증가하였다; 이러한 값들은 시간 슬롯 1 및 2에 대한 값들과 유사하다. 이러한 결과는 전송된 초음파가 조직 손상 또는 조직 특성의 영구적인 변화 없이 레이저 경로상에 있는 조직의 광 산란 특성을 일시적으로 미 산란으로 변경시킴을 의미한다. 그렇지 않으면, 광 강도의 경감(regression) 및 재-강화(re-augmentation)가 초음파에 의해 제어될 수 없다.

[75] 이상에서는 초음파 에너지를 이용한 광 에너지 침투 깊이 제어 장치에 대하여 살펴보았다. 다음에서는, 초음파 에너지를 이용한 광 에너지 침투 깊이 제어 방법에 대하여 살펴보고자 한다. 이와 관련하여, 도 5는 본 발명에 따른 초음파 에너지를 이용한 광 에너지 침투 깊이 제어 방법의 흐름도를 도시한다. 한편, 전술된 광 에너지 침투 깊이 제어 장치에 관한 내용이 광 에너지 침투 깊이 제어 방법에도 활용될 수 있음은 물론이다.

[76] 도 5에 도시된 바와 같이, 광 에너지 침투 깊이 제어 방법은 광 에너지 발생 단계(S510), 에어 버블 생성 단계(S520), 침투 깊이 측정/예상 단계(S530) 및 초음파 강도 증가 단계(S540)를 더 포함한다. 한편, 전술된 단계들은 나열된 순서에 한정되는 것이 아니라, 응용에 따라 자유롭게 변형하여 실시하는 것이 가능하다. 예를 들어, 광 에너지 발생 단계(S510)와 에어 버블 생성 단계(S520)는

동시에 수행되거나 또는 에어 버블을 생성한 이후에 광 에너지를 발생시키는 것도 가능하다.

[77] 광 에너지 발생 단계(S510)는, 광원(light source)을 이용하여 광 에너지를 발생시킨다. 한편, 에어 버블 생성 단계(S520)는 상기 광 에너지가 조사 대상(subject)에 침투되는 깊이가 증가되도록, 상기 광 에너지가 진행하는 영역에 초음파를 이용하여 에어 버블(air bubble)을 생성한다.

[78] 이때, 광 에너지 발생 단계(S510)에서, 상기 영역에 상기 에어 버블이 없는 경우에 산란 매체(scattering medium)에 의하여 상기 광 에너지는 모든 방향으로의 레일리 산란(Rayleigh scattering)이 발생한다, 반면에, 에어 버블 생성 단계(S520)에서, 상기 영역에 상기 에어 버블이 있는 경우 상기 광 에너지가 상기 에어 버블과의 충돌에 의해 전방에 해당하는 진행방향으로 미 산란(Mie scattering)이 발생됨에 따라 상기 조사 대상에 침투되는 깊이가 증가한다. 또한, 에어 버블 생성 단계(S520)에서, 상기 광 에너지를 초음파 트랜스듀서의 홀(hole)을 통해 상기 광원으로부터 광 에너지가 상기 조사 대상에 인가된다. 이때, 상기 초음파 트랜스듀서는 내경(inner diameter)과 외경(outer diameter)을 갖는 형태로, 상기 내경에 해당하는 상기 홀(hole)을 구비하는 것을 특징으로 할 수 있다. 예를 들어, 상기 초음파 트랜스듀서는 상기 내경과 상기 외경을 갖는 링-형태일 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.

[79] 한편, 침투 깊이 측정/예상 단계(S530)는 상기 광 에너지가 상기 조사 대상(subject)에 침투되는 깊이를 측정 또는 예측한다. 이때, 상기 침투되는 깊이가 원하는 수준이 되지 않는 것으로 판단되면, 상기 초음파의 강도가 증가되도록 제어하는 초음파 강도 증가 단계(S540)를 수행할 수 있다. 이때, 초음파 강도를 증가시키는 것은 조직 손상을 일으키지 않는 범위에서 수행될 수 있다.

[80] 한편, 침투 깊이 측정/예상 단계(S530)를 수행하지 않고, 바로 초음파 강도 증가 단계(S540)를 수행하는 것도 가능하다. 이때, 초음파 강도 증가 단계(S540)는 초음파 트랜스듀서에 의한 초음파의 강도(intensity)를 증가시켜서, 상기 광 에너지가 상기 조사 대상(subject)에 침투되는 깊이가 더 증가되도록 한다.

[81] 한편, 상기 침투되는 깊이가 원하는 수준이 되는 것으로 판단되면, 저 수준 침투 깊이 조정 여부 판단 단계(S550)를 수행할 수 있다. 즉, 저 수준 침투 깊이 (low level penetration depth) 조정 여부 판단 단계(S550)에서, 상기 침투되는 깊이를 더 낮은 위치로 조정할 필요가 있는 경우, 초음파 강도를 감소시키면서 초음파 검사를 수행할 수 있다. 이때, 감소하는 초음파 강도는 증가시킨 초음파 강도에 대응하여 단계별로 감소하는 초음파 강도 값일 수 있다. 또는, 감소하는 초음파 강도는 조정될 필요가 있는 더 낮은 위치에 대응하는 감소된 초음파 강도 값 또는 상기 감소된 초음파 강도 값에서 일정 마진을 고려한 값일 수 있다.

[82] 반면에, 저 수준 침투 깊이 조정 여부 판단 단계(S550)에서, 상기 침투되는 깊이를 더 낮은 위치로 조정할 필요가 없다면, 이전에 결정된 초음파 강도로

초음파 송신을 수행할 수 있다. 여기서, 이전에 결정된 초음파 강도는 가장 최근에 초음파 강도 증가 단계(S540)에서 결정된 초음파 강도일 수 있다.

[83] 이상에서는, 초음파 에너지를 이용한 광 에너지 침투 깊이 제어 장치와 제어 방법에 대해 살펴보았다. 다음으로, 초음파 에너지를 이용한 광 에너지 침투 깊이 측정/제어 시험 장치에 대해 살펴보기로 한다. 한편, 초음파 에너지를 이용한 광 에너지 침투 깊이 제어 장치와 제어 방법에 관한 내용은 광 에너지 침투 깊이 측정/제어 시험 장치와 결합되어 활용될 수 있음은 물론이다.

[84] 이와 관련하여, 도 6은 본 발명에 따른 초음파 에너지를 이용한 광 에너지 침투 깊이 측정/제어 시험 장치의 구성도를 나타낸다. 도 6에 도시된 바와 같이, 침투 깊이 측정/제어 시험 장치(1000')는 레이저 소스(100'), 초음파 트랜스듀서(200'), CCD 카메라(300'), 광학 필터(optic filter, 400') 및 초음파 제어부(500')를 포함한다.

[85] 레이저 소스(100')는 광 에너지를 발생시키는 광원으로서 레이저를 발생시킨다. 초음파 트랜스듀서(200')는 상기 레이저 소스(100')와 상기 광에너지가 조사되는 샘플에 해당하는 팬텀(phantom) 또는 닭 가슴살 사이에 배치되어, 초음파를 발생시킨다. 한편, 상기 레이저 소스(100')는 가우시안 프로파일을 갖는 상기 제1파장의 연속 파(continuous wave) 레이저일 수 있다. 한편, 상기 CW 레이저에 한정되는 것이 아니라, 펄스 형태의 펄스 파(PW: Pulse Wave)일 수 있다. 또한, 레이저 소스(100')는 상기 레이저 소스에 연결(100')되어 상기 레이저 소스를 턴 온 또는 턴 오프하여 상기 광 에너지를 조절하도록 구성되는 레이저 전력 모듈(110)을 더 포함할 수 있다.

[86] CCD 카메라(300')는 상기 샘플과 일정 거리로 이격되어 후방에 배치되며, 상기 초음파의 강도(intensity)를 측정하도록 구성된다. 광학 필터(400')는 상기 샘플과 상기 CCD 카메라(300') 사이에 배치되어 특정 파장의 광을 필터링하도록 구성된다.

[87] 초음파 제어부(500')는 상기 초음파 트랜스듀서(200')를 통해 상기 초음파 트랜스듀서(200')와 상기 샘플 사이의 영역에 에어 버블(air bubble)이 생성되도록 제어한다.

[88] 한편, 침투 깊이 측정/제어 시험 장치(1000')에서 팬텀에 형광 다이가 삽입되는 경우에는 다음과 같은 동작이 수행될 수 있다. 즉, 상기 팬텀에는 형광 다이(fluorescent dye)가 삽입(inject)되고, 상기 형광 다이는 제1파장의 상기 레이저를 흡수(absorb)한 이후에 제2파장의 형광(fluorescence)을 방사(emit)한다. 이때, 상기 광학 필터(400')는 상기 제2파장의 형광만을 통과시키도록 구성되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[89] 또한, 상기 초음파 제어부(500')는 함수 발생기(Function Generator, 510), 신호 증폭기(RF Amplifier, 520) 및 정합 네트워크(Matching Network, 530)를 포함할 수 있다. 함수 발생기(510)는 정현파 전기 신호(sinusoidal electric signal)을 발생시키도록 구성된다. 신호 증폭기(520)는 상기 초음파의 강도(intensity)를

증가시키기 위해 상기 정현파 전기 신호를 증폭시키도록 구성된다. 또한, 정합 네트워크(530)는 상기 트랜스듀서(200')를 효과적으로 진동시키기 위해 임피던스 정합을 수행한다.

[90] 이상에서 살펴본 바와 같이, 광 이미징 및 치료의 분야에 있어, 초음파-보조 광 침투 증가는 유용하다. 이론적으로, 초음파 초점 영역의 위치 및 크기에 대한 제한은 없다. 그러므로, 전술된 내용은 광에너지 치료(photodynamic therapy)를 위한 넓은 균일 빔 및 광학 이미징에 대하여 바람직한 타이트하게 포커싱된 광학 빔(tightly focused light beam)과 함께 사용될 수 있다.

[91] 깊게-배치된 타깃에 대하여, 광학 경로를 따라 에어 버블을 생성하기 위해 특히 긴 초점 깊이로 설계된 초음파 트랜스듀서가 사용될 수 있다. 또한, 초음파가 관심 영역 내에 버블 개체를 만들어낼 수 있다면, 초음파 및 광의 입사각들의 임의의 구성들이 가능하고, 이는 실시간 내시경 응용에 대하여 특히 유용하다.

[92] 본 발명의 실시 예들 중 적어도 하나에 따르면, 초음파가 조직에 전혀 손상을 주지 않는 범위 내에서 초음파 에너지의 강도를 조절함으로써 에어 버블을 생성하여, 광 침투 깊이를 증가시킬 수 있다는 장점이 있다.

[93] 또한, 본 발명의 실시 예들 중 적어도 하나에 따르면, 초음파 에너지의 강도를 조절함으로써 생성된 에어 버블에 의해 광 에너지가 전방으로 진행하는 성분이 증가하여, 광 침투 깊이를 증가시킬 수 있다는 장점이 있다.

[94] 한편, 본 발명에 따른 초음파 에너지 유도 광 영상 및 치료 장치 및 상기 초음파 에너지 유도 광 영상 및 치료 장치의 제어 방법에서 소프트웨어적인 구현에 의하면, 본 명세서에서 설명되는 절차 및 기능 뿐만 아니라 각각의 구성 요소들은 별도의 소프트웨어 모듈로도 구현될 수 있다. 상기 소프트웨어 모듈들 각각은 본 명세서에서 설명되는 하나 이상의 기능 및 작동을 수행할 수 있다. 적절한 프로그램 언어로 쓰여진 소프트웨어 어플리케이션으로 소프트웨어 코드가 구현될 수 있다. 상기 소프트웨어 코드는 메모리에 저장되고, 제어부(controller) 또는 프로세서(processor)에 의해 실행될 수 있다.

[95]

청구범위

[청구항 1] 초음파 에너지를 이용한 광 에너지 침투 깊이 제어 장치에 있어서,
광 에너지를 발생시키는 광원(light source); 및
상기 광 에너지가 진행하는 영역에 초음파를 이용하여 에어 버블(air bubble)을 생성함으로써, 상기 광 에너지가 조사 대상(illuminated subject)에 침투되는 깊이가 증가되도록 구성되는 초음파 (US: Ultrasound) 트랜스듀서를 포함하는, 초음파 에너지를 이용한 광 에너지 침투 깊이 제어 장치.

[청구항 2] 제1항에 있어서,
상기 영역에 상기 에어 버블이 없는 경우에 산란 매체(scattering medium)에 의하여 상기 광 에너지는 모든 방향으로의 레일리 산란(Rayleigh scattering)이 발생하고,
상기 영역에 상기 에어 버블이 있는 경우 상기 광 에너지가 상기 에어 버블과의 충돌에 의해 전방에 해당하는 진행방향으로 미 산란(Mie scattering)이 발생됨에 따라 상기 조사 대상에 침투되는 깊이가 증가되도록 구성되는, 초음파 에너지를 이용한 광 에너지 침투 깊이 제어 장치.

[청구항 3] 제1항에 있어서,
상기 초음파 트랜스듀서는 초음파의 강도(intensity)를 증가시켜서, 상기 에어 버블의 생성 영역의 크기를 조절하여 상기 광 에너지가 상기 조사 대상(subject)에 침투되는 깊이가 더 증가되도록 구성되는, 초음파 에너지를 이용한 광 에너지 침투 깊이 제어 장치.

[청구항 4] 제1항에 있어서,
상기 초음파 트랜스듀서는 내경(inner diameter)과 외경(outer diameter)을 갖는 형태로, 상기 내경에 해당하는 홀(hole)을 구비하고, 상기 홀을 통해 상기 광원으로부터 광 에너지가 상기 조사 대상에 인가되는, 초음파 에너지를 이용한 광 에너지 침투 깊이 제어 장치.

[청구항 5] 제3항에 있어서,
상기 광 에너지가 상기 조사 대상(subject)에 침투되는 깊이를 측정 또는 예측하고, 상기 침투되는 깊이가 원하는 수준이 되지 않는 것으로 판단되면, 상기 초음파의 강도가 증가되도록 제어하는 제어부를 더 포함하는, 초음파 에너지를 이용한 광 에너지 침투 깊이 제어 장치.

[청구항 6] 초음파 에너지를 이용한 광 에너지 침투 깊이 제어 방법에 있어서,
광원(light source)을 이용하여 광 에너지를 발생시키는 광 에너지 발생 단계; 및
상기 광 에너지가 조사 대상(subject)에 침투되는 깊이가 증가되도록, 상기 광 에너지가 진행하는 영역에 초음파를 이용하여 에어 버블(air bubble)을

생성하는 에어 버블 생성 단계를 포함하는, 초음파 에너지를 이용한 광 에너지 침투 깊이 제어 방법.

[청구항 7] 제6항에 있어서,
상기 광 에너지 발생 단계에서,
상기 영역에 상기 에어 버블이 없는 경우에 산란 매체(scattering medium)에 의하여 상기 광 에너지는 모든 방향으로의 레일리 산란(Rayleigh scattering)이 발생하고,
상기 에어 버블 생성 단계에서,
상기 영역에 상기 에어 버블이 있는 경우 상기 광 에너지가 상기 에어 버블과의 충돌에 의해 전방에 해당하는 진행방향으로 미 산란(Mie scattering)이 발생됨에 따라 상기 조사 대상에 침투되는 깊이가 증가되는 것을 특징으로 하는, 초음파 에너지를 이용한 광 에너지 침투 깊이 제어 방법.

[청구항 8] 제6항에 있어서,
초음파 트랜스듀서에 의한 초음파의 강도(intensity)를 증가시켜서, 상기 에어 버블의 생성 영역의 크기를 조절하여 상기 광 에너지가 상기 조사 대상(subject)에 침투되는 깊이가 더 증가되도록 하는 초음파 강도 증가 단계를 더 포함하는, 초음파 에너지를 이용한 광 에너지 침투 깊이 제어 장치.

[청구항 9] 제6항에 있어서,
상기 에어 버블 생성 단계에서,
상기 광 에너지를 초음파 트랜스듀서의 홀(hole)을 통해 상기 광원으로부터 광 에너지가 상기 조사 대상에 인가되고,
상기 초음파 트랜스듀서는 내경(inner diameter)과 외경(outer diameter)을 갖는 형태로, 상기 내경에 해당하는 상기 홀(hole)을 구비하는 것을 특징으로 하는, 초음파 에너지를 이용한 광 에너지 침투 깊이 제어 방법.

[청구항 10] 제8항에 있어서,
상기 광 에너지가 상기 조사 대상(subject)에 침투되는 깊이를 측정 또는 예측하는 침투 깊이 측정/예상 단계; 및
상기 침투되는 깊이가 원하는 수준이 되지 않는 것으로 판단되면, 상기 초음파의 강도가 증가되도록 제어하는 초음파 강도 증가 단계를 더 포함하는, 초음파 에너지를 이용한 광 에너지 침투 깊이 제어 방법.

[청구항 11] 초음파 에너지를 이용한 광 에너지 침투 깊이 측정/제어 시험 장치에 있어서,
광 에너지를 발생시키는 광원으로서 레이저를 발생시키는 레이저 소스;
상기 레이저 소스와 상기 광에너지가 조사되는 샘플 사이에 배치되어, 초음파를 발생시키는 초음파 (US: Ultrasound) 트랜스듀서; 및
상기 초음파 트랜스듀서를 통해 상기 초음파 트랜스듀서와 상기 샘플

사이의 영역에 에어 버블(air bubble)이 생성되도록 제어하는 초음파 제어부를 포함하는, 초음파 에너지를 이용한 광 에너지 침투 깊이 측정/제어 시험 장치.

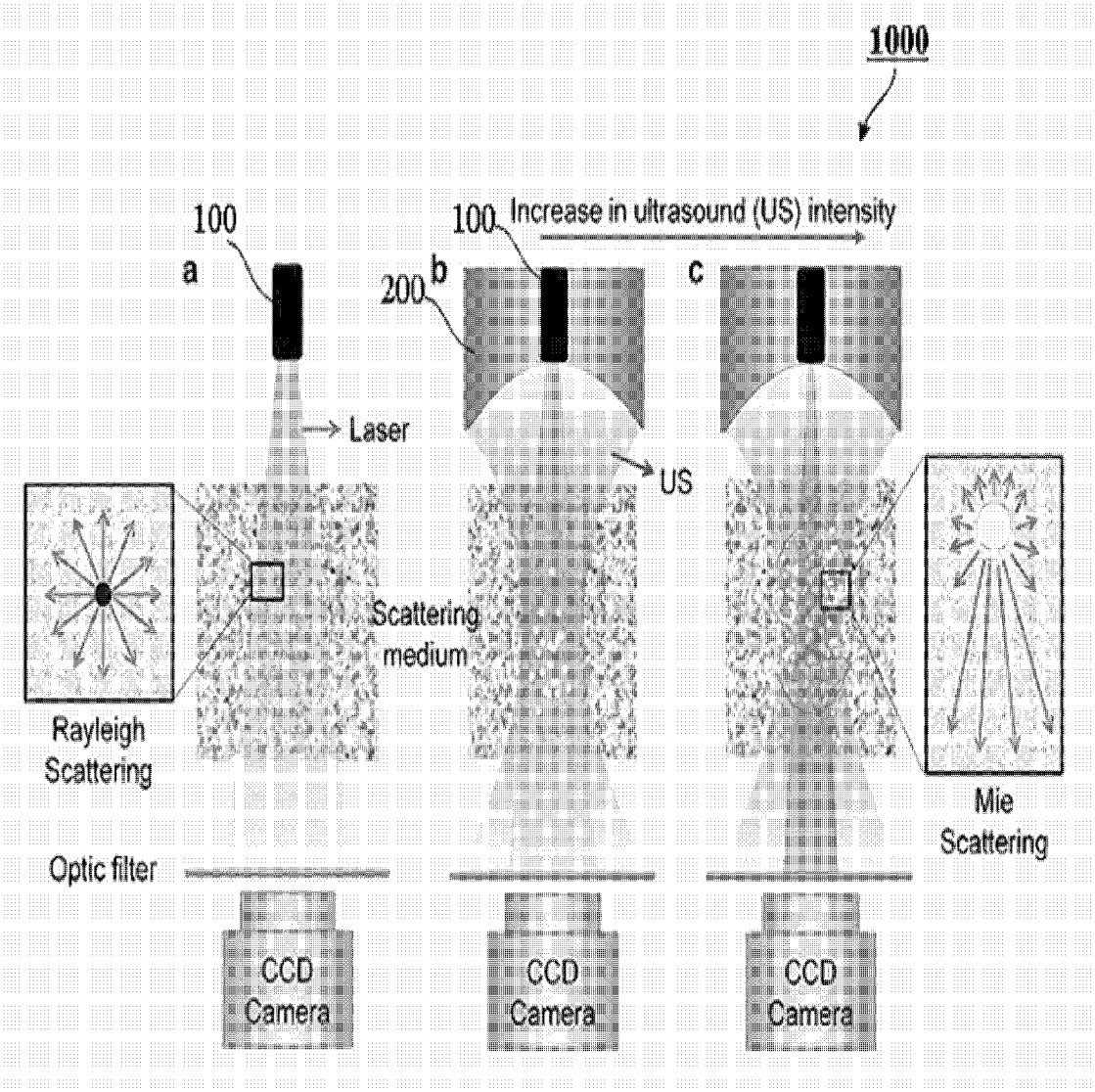
[청구항 12] 제11항에 있어서,
상기 샘플과 일정 거리로 이격되어 후방에 배치되어, 상기 광 에너지 강도(intensity)를 측정하도록 구성된 CCD 카메라; 및
상기 샘플과 상기 CCD 카메라 사이에 배치되어 특정 파장의 광을 필터링하도록 구성되는 광학 필터(optic filter)를 더 포함하는, 초음파 에너지를 이용한 광 에너지 침투 깊이 측정/제어 시험 장치.

[청구항 13] 제12항에 있어서,
상기 샘플은 형광 다이(fluorescent dye)가 삽입(inject)되고,
상기 형광 다이는 제1파장의 상기 레이저를 흡수(absorb)한 이후에 제2파장의 형광(fluorescence)을 방사(emit)하고,
상기 광학 필터는 상기 제2파장의 형광만을 통과시키도록 구성되는 것을 특징으로 하는, 초음파 에너지를 이용한 광 에너지 침투 깊이 측정/제어 시험 장치.

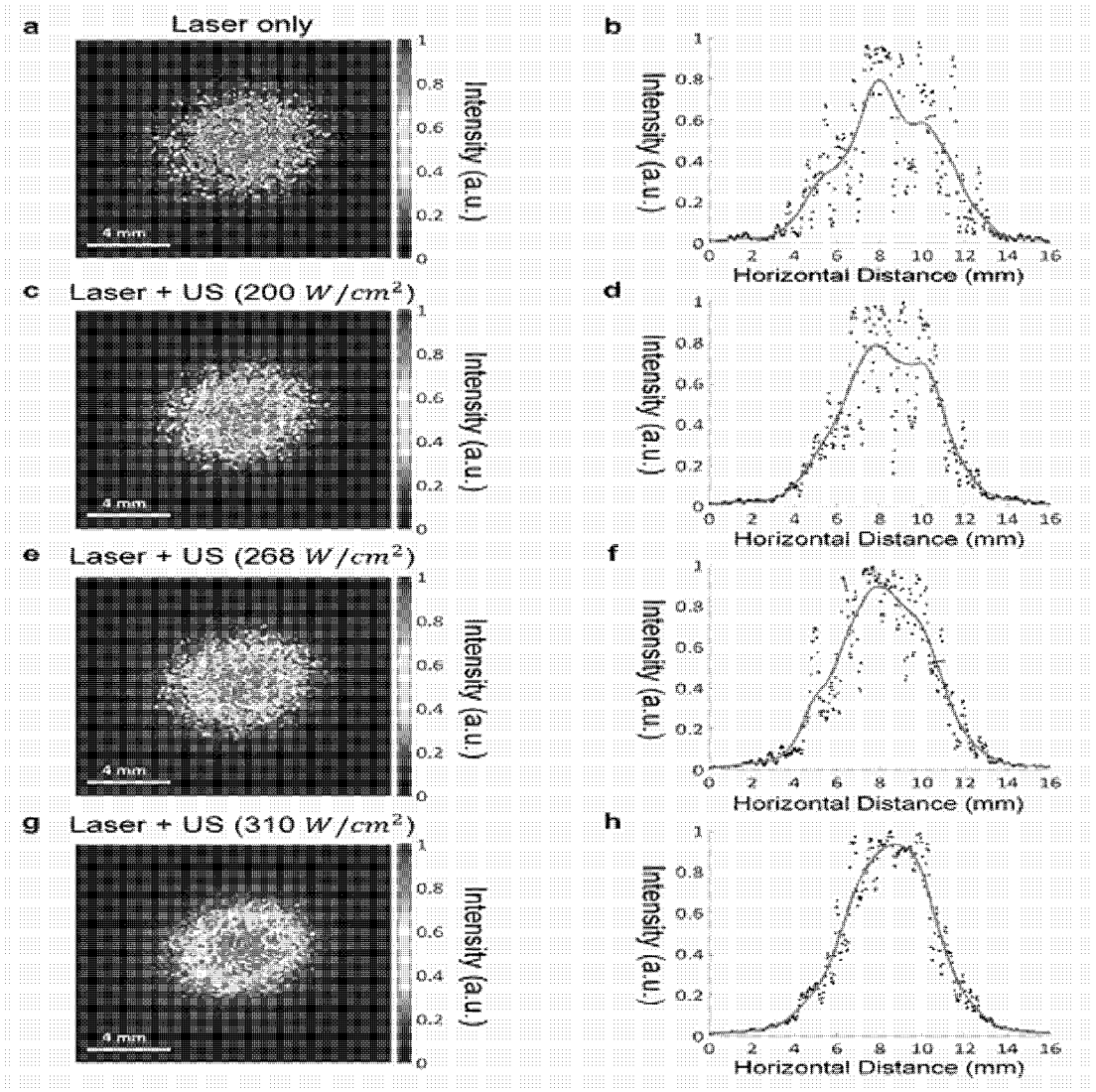
[청구항 14] 제11항에 있어서,
상기 초음파 제어부는,
정현파 전기 신호(sinusoidal electric signal)을 발생시키도록 구성되는 함수 발생기(Function Generator);
상기 초음파의 강도(intensity)를 증가시키기 위해 상기 정현파 전기 신호를 증폭시키도록 구성되는 신호 증폭기(RF Amplifier); 및
공진 주파수로 상기 트랜스듀서를 여기(excite)하기 위해 임피던스 정합을 수행하는 정합 네트워크(Matching Network)를 포함하는, 초음파 에너지를 이용한 광 에너지 침투 깊이 측정/제어 시험 장치.

[청구항 15] 제13항에 있어서,
상기 레이저 소스는 가우시안 프로파일을 갖는 상기 제1파장의 연속파(continuous wave) 레이저이고,
상기 레이저 소스에 연결되어 상기 레이저 소스를 턴 온 또는 턴 오프하여 상기 광 에너지를 조절하도록 구성되는 레이저 전력 모듈을 더 포함하는, 초음파 에너지를 이용한 광 에너지 침투 깊이 측정/제어 시험 장치.

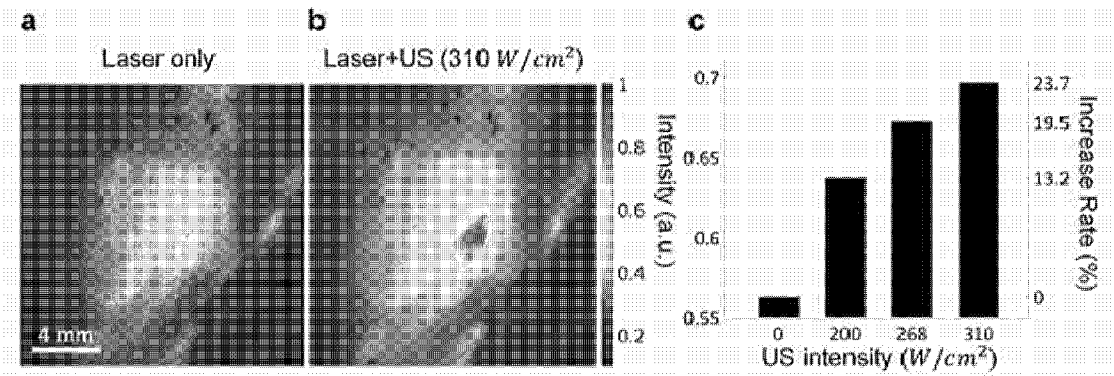
[도1]


1000
100
a
100
200
b
Increase in ultrasound (US) intensity
c
Laser
US
Scattering medium
Rayleigh Scattering
Mie Scattering
Optic filter
CCD Camera
CCD Camera
CCD Camera

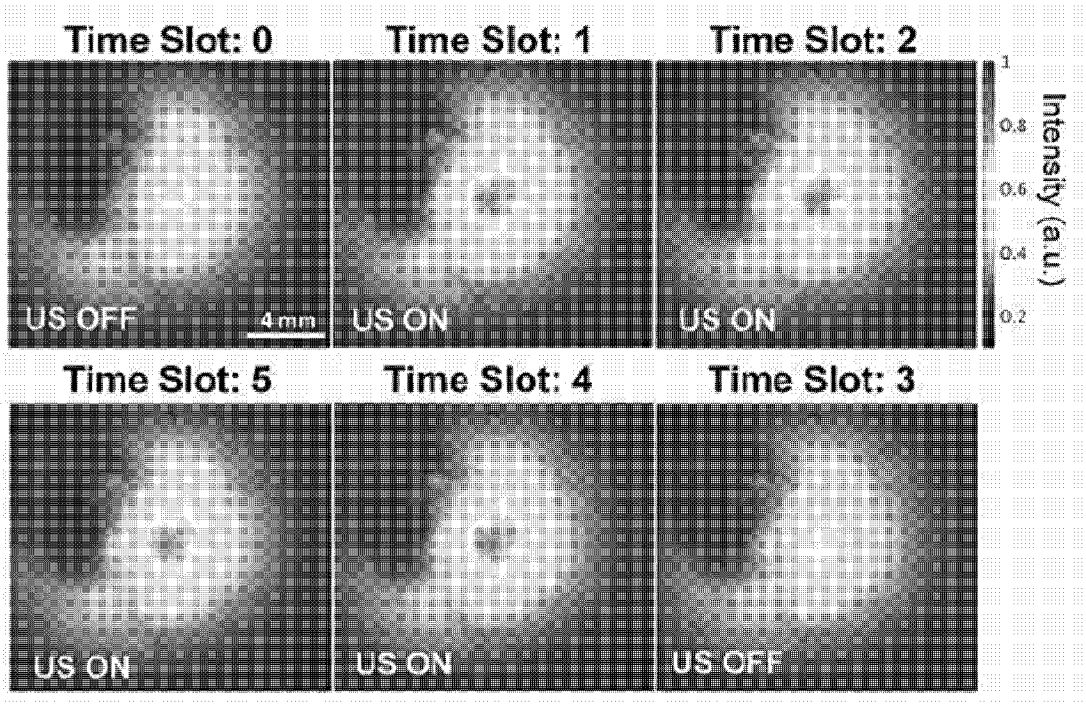
[도2]


a
Laser only
4 mm
Intensity (a.u.)
b
Intensity (a.u.)
Horizontal Distance (mm)
c
Laser + US (200 W/cm^2)
d
e
Laser + US (268 W/cm^2)
f
g
Laser + US (310 W/cm^2)
h

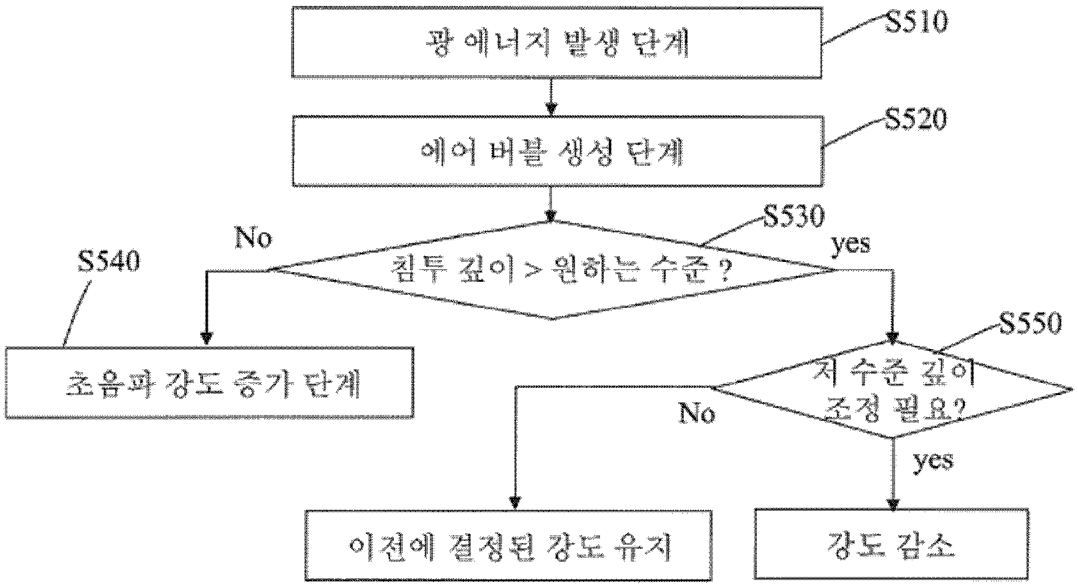
[도3]


a
Laser only
b
Laser+US (310 W/cm^2)
4 mm
Intensity (a.u.)
c
Increase Rate (%)
US intensity (W/cm^2)

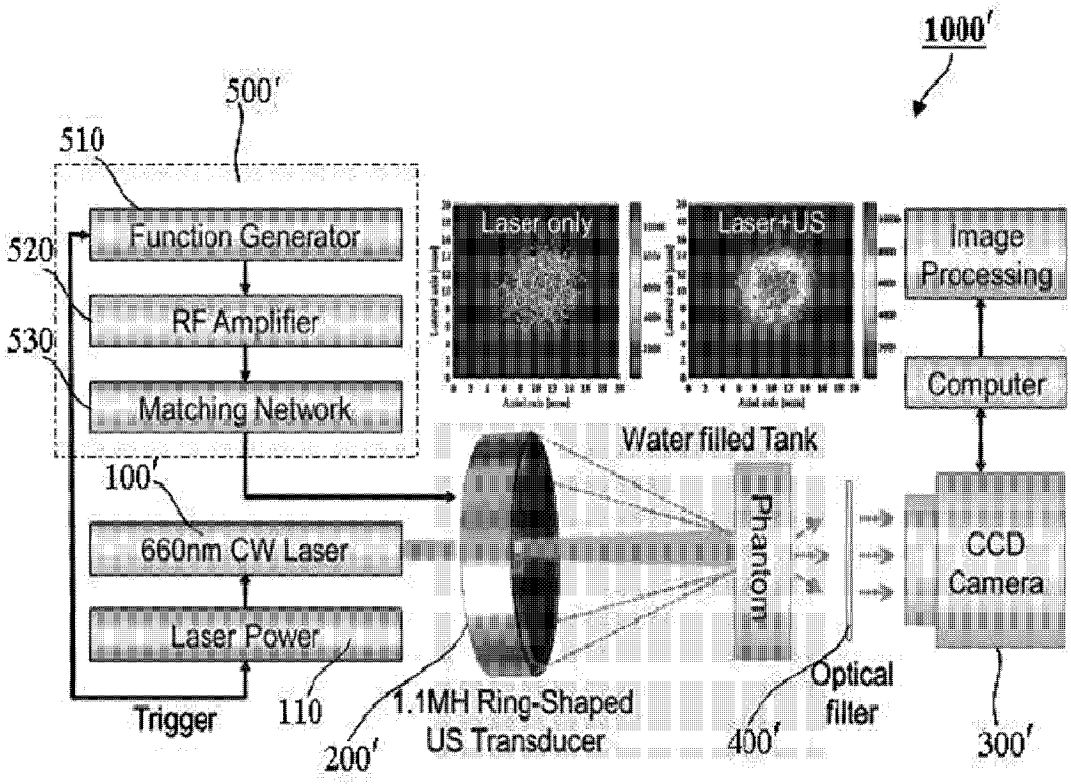
[도4]


Time Slot: 0
Time Slot: 1
Time Slot: 2
US OFF
4 mm
US ON
US ON
Intensity (a.u.)
1
0.8
0.6
0.4
0.2
Time Slot: 5
Time Slot: 4
Time Slot: 3
US ON
US ON
US OFF

[도5]


광 에너지 발생 단계
S510
에어 버블 생성 단계
S520
S530
침투 깊이 > 원하는 수준 ?
No
yes
S540
초음파 강도 증가 단계
S550
지 수준 깊이
조정 필요?
No
yes
이전에 결정된 강도 유지
강도 감소

[도6]


1000′
500′
510
Function Generator
520
RF Amplifier
530
Matching Network
100′
660nm CW Laser
Laser Power
Trigger
110
200′
1.1MH Ring-Shaped
US Transducer
Laser only
Laser+US
Water filled Tank
Phantom
400′
Optical
filter
Image
Processing
Computer
CCD
Camera
300′

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/KR2017/015615

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

A61B 8/00(2006.01)i, A61B 5/00(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 8/00; A61B 1/00; A61B 8/13; A61M 11/00; A61M 35/00; A61N 7/02; A61N 5/067; G01N 29/24; A61B 5/00

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: ultrasonic wave, light, energy, infiltration, depth, air, bubble, scattering

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KIM, Haemin et al., "Thermal Therapeutic Method for Selective Treatment of Deep-lying Tissue by Combining Laser and High-intensity Focused Ultrasound Energy", OPTICS LETTERS, 2014, vol. 39, no. 9, pages 2806-2809 See the entire document.	1-15
A	KR 10-1480337 B1 (SOGANG UNIVERSITY RESEARCH FOUNDATION) 08 January 2015 See the entire document.	1-15
A	JP 2007-521053 A (ADVANCED MEDICAL APPLICATIONS, INC.) 02 August 2007 See the entire document.	1-15
A	JP 6023788 B2 (ST. JUDE MEDICAL, INC.) 09 November 2016 See the entire document.	1-15
A	JP 2016-508395 A (SENO MEDICAL INSTRUMENTS, INC.) 22 March 2016 See the entire document.	1-15

☐ 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

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
26 APRIL 2018 (26.04.2018)	**26 APRIL 2018 (26.04.2018)**

Name and mailing address of the ISA/KR	Authorized officer
Korean Intellectual Property Office Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701, Republic of Korea Facsimile No. +82-42-481-8578	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/KR2017/015615

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
KR 10-1480337 B1	08/01/2015	NONE	
JP 2007-521053 A	02/08/2007	AU 2001-93112 A1	02/04/2002
		CA 2421798 A1	28/03/2002
		CA 2521117 A1	28/10/2004
		CA 2521117 C	12/06/2012
		CN 100586497 C	03/02/2010
		CN 1466445 A	07/01/2004
		EP 1322275 A2	02/07/2003
		EP 1322275 B1	09/01/2013
		EP 1617910 A1	25/01/2006
		JP 2005-520574 A	14/07/2005
		US 2003-0236560 A1	25/12/2003
		US 2004-0186384 A1	23/09/2004
		US 2011-0230795 A1	22/09/2011
		US 6569099 B1	27/05/2003
		US 7914470 B2	29/03/2011
		US 8235919 B2	07/08/2012
		WO 02-024150 A3	16/01/2003
		WO 02-24150 A2	28/03/2002
		WO 2004-091722 A1	28/10/2004
JP 6023788 B2	09/11/2016	EP 2696747 A1	19/02/2014
		EP 2696747 B1	11/01/2017
		JP 2014-514092 A	19/06/2014
		US 2012-0265061 A1	18/10/2012
		US 2012-0265062 A1	18/10/2012
		US 2015-0351642 A1	10/12/2015
		US 9138148 B2	22/09/2015
		WO 2012-142373 A1	18/10/2012
JP 2016-508395 A	22/03/2016	AU 2012-322020 A1	18/04/2013
		AU 2012-322020 A2	05/06/2014
		AU 2012-332233 A1	10/05/2013
		AU 2012-332233 B2	31/08/2017
		AU 2012-332304 A1	22/05/2014
		AU 2012-332304 B2	03/08/2017
		AU 2013-229748 A1	12/09/2013
		AU 2013-229748 B2	02/11/2017
		AU 2013-274136 A1	19/12/2013
		AU 2013-274136 B2	14/12/2017
		AU 2013-274138 A1	04/12/2014
		AU 2013-274138 B2	07/12/2017
		AU 2014-209521 A1	06/08/2015
		AU 2014-227640 A1	24/09/2015
		AU 2014-227666 A1	24/09/2015
		AU 2014-227689 A1	24/09/2015
		AU 2014-227709 A1	24/09/2015
		AU 2015-252818 A1	05/11/2015

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/KR2017/015615

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
		CA 2851624 A1	18/04/2013
		CA 2854332 A1	10/05/2013
		CA 2861089 A1	10/05/2013
		CA 2866840 A1	12/09/2013
		CA 2874874 A1	19/12/2013
		CA 2874878 A1	19/12/2013
		CA 2899007 A1	31/07/2014
		CA 2902056 A1	18/09/2014
		CA 2902222 A1	18/09/2014
		CA 2902224 A1	18/09/2014
		CA 2902228 A1	18/09/2014
		CA 2947734 A1	05/11/2015
		EP 2766851 A2	20/08/2014
		EP 2773267 A1	10/09/2014
		EP 2773268 A1	10/09/2014
		EP 2822471 A2	14/01/2015
		EP 2861151 A1	22/04/2015
		EP 2861152 A1	22/04/2015
		EP 2948064 A1	02/12/2015
		EP 2967485 A1	20/01/2016
		EP 2967486 A1	20/01/2016
		EP 2967495 A1	20/01/2016
		EP 3136952 A1	08/03/2017
		HK 1200561 A1	07/08/2015
		HK 1200682 A1	14/08/2015
		HK 1200683 A1	14/08/2015
		IL 232014 A	28/05/2014
		IL 232395 D0	30/06/2014
		IL 234457 A	30/10/2014
		IL 235405 A	31/12/2014
		IL 235406 A	31/12/2014
		IL 240086 A	24/09/2015
		IL 240529 A	29/10/2015
		IL 240654 A	29/10/2015
		IL 240658 A	29/10/2015
		IL 240659 A	29/10/2015
		IN 2685KON2014 A	08/05/2015
		IN 3866CHN2014 A	16/10/2015
		JP 2014-532520 A	08/12/2014
		JP 2015-501175 A	15/01/2015
		JP 2015-501194 A	15/01/2015
		JP 2015-509443 A	30/03/2015
		JP 2015-519183 A	09/07/2015
		JP 2015-523137 A	13/08/2015
		JP 2016-515889 A	02/06/2016
		JP 2017-080445 A	18/05/2017
		JP 2017-518847 A	13/07/2017
		JP 6172719 B2	02/08/2017
		JP 6239604 B2	29/11/2017
		KR 10-2014-0084065 A	04/07/2014

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/KR2017/015615

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
		KR 10-2014-0103932 A	27/08/2014
		KR 10-2014-0107223 A	04/09/2014
		KR 10-2014-0140028 A	08/12/2014
		KR 10-2015-0023241 A	05/03/2015
		KR 10-2015-0023242 A	05/03/2015
		KR 10-2015-0110560 A	02/10/2015
		KR 10-2015-0132113 A	25/11/2015
		KR 10-2016-0149269 A	27/12/2016
		MX 2014004484 A	09/04/2015
		MX 2014005408 A	12/02/2015
		MX 2014005409 A	12/02/2015
		MX 2014010832 A	05/08/2015
		MX 2014015273 A	20/02/2015
		MX 2014015274 A	20/02/2015
		MX 2015009475 A	31/05/2016
		MX 2015012087 A	18/11/2015
		SG 11201401451 A	29/05/2014
		SG 11201401982 A	30/07/2014
		SG 11201401986 A	28/08/2014
		SG 11201405548 A	30/10/2014
		SG 11201407746 A	29/01/2015
		SG 11201407748 A	29/01/2015
		SG 11201505691 A	28/08/2015
		SG 11201506825 A	29/09/2015
		SG 11201506827 A	29/09/2015
		SG 11201506831 A	29/09/2015
		SG 11201506834 A	29/09/2015
		US 2013-0109950 A1	02/05/2013
		US 2013-0116538 A1	09/05/2013
		US 2013-0168532 A1	04/07/2013
		US 2013-0276542 A1	24/10/2013
		US 2013-0279920 A1	24/10/2013
		US 2013-0281819 A1	24/10/2013
		US 2013-0289381 A1	31/10/2013
		US 2013-0296683 A1	07/11/2013
		US 2013-0296684 A1	07/11/2013
		US 2013-0296701 A1	07/11/2013
		US 2013-0301380 A1	14/11/2013
		US 2013-0303875 A1	14/11/2013
		US 2013-0304405 A1	14/11/2013
		US 2013-0335441 A1	19/12/2013
		US 2013-0336551 A1	19/12/2013
		US 2013-0338475 A1	19/12/2013
		US 2013-0338501 A1	19/12/2013
		US 2014-0005544 A1	02/01/2014
		US 2014-0012124 A1	09/01/2014
		US 2014-0036053 A1	06/02/2014
		US 2014-0036091 A1	06/02/2014
		US 2014-0039293 A1	06/02/2014
		US 2014-0093150 A1	03/04/2014

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/KR2017/015615

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
		US 2014-0185899 A1	03/07/2014
		US 2014-0194723 A1	10/07/2014
		US 2014-0206978 A1	24/07/2014
		US 2014-0208856 A1	31/07/2014
		US 2014-0219530 A1	07/08/2014
		US 2014-0249414 A1	04/09/2014
		US 2015-0018662 A1	15/01/2015
		US 2015-0075287 A1	19/03/2015
		US 2015-0297090 A1	22/10/2015
		US 2016-0199037 A1	14/07/2016
		US 2016-0296121 A1	13/10/2016
		US 2016-0317034 A1	03/11/2016
		US 2016-0317038 A1	03/11/2016
		US 2017-0000354 A1	05/01/2017
		US 2017-0014101 A1	19/01/2017
		US 2017-0035388 A1	09/02/2017
		US 2017-0069089 A1	09/03/2017
		US 2017-0100040 A1	13/04/2017
		US 2017-0108429 A1	20/04/2017
		US 2017-0150890 A1	01/06/2017
		US 2017-0156602 A1	08/06/2017
		US 2017-0181731 A9	29/06/2017
		US 8686335 B2	01/04/2014
		US 8823928 B2	02/09/2014
		US 9163980 B2	20/10/2015
		US 9282899 B2	15/03/2016
		US 9289191 B2	22/03/2016
		US 9330452 B2	03/05/2016
		US 9445785 B2	20/09/2016
		US 9445786 B2	20/09/2016
		US 9456805 B2	04/10/2016
		US 9517055 B2	13/12/2016
		US 9528936 B2	27/12/2016
		US 9610043 B2	04/04/2017
		US 9724072 B2	08/08/2017
		US 9730587 B2	15/08/2017
		US 9733119 B2	15/08/2017
		US 9743839 B2	29/08/2017
		US 9757092 B2	12/09/2017
		US 9814394 B2	14/11/2017
		US 9836838 B2	05/12/2017
		WO 2013-056089 A2	18/04/2013
		WO 2013-056089 A3	25/09/2014
		WO 2013-067304 A1	10/05/2013
		WO 2013-067374 A1	10/05/2013
		WO 2013-067383 A1	10/05/2013
		WO 2013-067419 A1	10/05/2013
		WO 2013-134772 A2	12/09/2013
		WO 2013-134772 A3	07/11/2013
		WO 2013-158154 A1	24/10/2013

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/KR2017/015615

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
		WO 2013-188707 A1	19/12/2013
		WO 2013-188708 A1	19/12/2013
		WO 2013-188709 A1	19/12/2013
		WO 2013-188710 A1	19/12/2013
		WO 2013-188711 A1	19/12/2013
		WO 2013-188713 A1	19/12/2013
		WO 2013-188714 A1	19/12/2013
		WO 2014-116705 A1	31/07/2014
		WO 2014-144141 A1	18/09/2014
		WO 2014-144257 A1	18/09/2014
		WO 2014-144278 A1	18/09/2014
		WO 2014-144301 A1	18/09/2014
		WO 2014-144324 A1	18/09/2014
		WO 2014-144343 A1	18/09/2014
		WO 2014-144359 A1	18/09/2014
		WO 2015-168687 A1	05/11/2015

국 제 조 사 보 고 서

국제출원번호
PCT/KR2017/015615

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

A61B 8/00(2006.01)i, A61B 5/00(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

A61B 8/00; A61B 1/00; A61B 8/13; A61M 11/00; A61M 35/00; A61N 7/02; A61N 5/067; G01N 29/24; A61B 5/00

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:초음파, 광, 에너지, 침투, 깊이, 에어, 버블, 산란

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	HAEMIN KIM 등 `Thermal therapeutic method for selective treatment of deep-lying tissue by combining laser and high-intensity focused ultrasound energy`, OPTICS LETTERS, 2014, 39권, 9호, 페이지 2806-2809 전체 문헌 참조.	1-15
A	KR 10-1480337 B1 (서강대학교산학협력단) 2015.01.08 전체 문헌 참조.	1-15
A	JP 2007-521053 A (ADVANCED MEDICAL APPLICATIONS, INC.) 2007.08.02 전체 문헌 참조.	1-15
A	JP 6023788 B2 (ST. JUDE MEDICAL, INC.) 2016.11.09 전체 문헌 참조.	1-15
A	JP 2016-508395 A (SENO MEDICAL INSTRUMENTS, INC.) 2016.03.22 전체 문헌 참조.	1-15

☐ 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	국제조사보고서 발송일
2018년 04월 26일 (26.04.2018)	2018년 04월 26일 (26.04.2018)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소
대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189, 4동 (둔산동, 정부대전청사)
팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관
감유림
전화번호 +82-42-481-3516

국제조사보고서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호
PCT/KR2017/015615

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
KR 10-1480337 B1	2015/01/08	없음	
JP 2007-521053 A	2007/08/02	AU 2001-93112 A1	2002/04/02
		CA 2421798 A1	2002/03/28
		CA 2521117 A1	2004/10/28
		CA 2521117 C	2012/06/12
		CN 100586497 C	2010/02/03
		CN 1466445 A	2004/01/07
		EP 1322275 A2	2003/07/02
		EP 1322275 B1	2013/01/09
		EP 1617910 A1	2006/01/25
		JP 2005-520574 A	2005/07/14
		US 2003-0236560 A1	2003/12/25
		US 2004-0186384 A1	2004/09/23
		US 2011-0230795 A1	2011/09/22
		US 6569099 B1	2003/05/27
		US 7914470 B2	2011/03/29
		US 8235919 B2	2012/08/07
		WO 02-024150 A3	2003/01/16
		WO 02-24150 A2	2002/03/28
		WO 2004-091722 A1	2004/10/28
JP 6023788 B2	2016/11/09	EP 2696747 A1	2014/02/19
		EP 2696747 B1	2017/01/11
		JP 2014-514092 A	2014/06/19
		US 2012-0265061 A1	2012/10/18
		US 2012-0265062 A1	2012/10/18
		US 2015-0351642 A1	2015/12/10
		US 9138148 B2	2015/09/22
		WO 2012-142373 A1	2012/10/18
JP 2016-508395 A	2016/03/22	AU 2012-322020 A1	2013/04/18
		AU 2012-322020 A2	2014/06/05
		AU 2012-332233 A1	2013/05/10
		AU 2012-332233 B2	2017/08/31
		AU 2012-332304 A1	2014/05/22
		AU 2012-332304 B2	2017/08/03
		AU 2013-229748 A1	2013/09/12
		AU 2013-229748 B2	2017/11/02
		AU 2013-274136 A1	2013/12/19
		AU 2013-274136 B2	2017/12/14
		AU 2013-274138 A1	2014/12/04
		AU 2013-274138 B2	2017/12/07
		AU 2014-209521 A1	2015/08/06
		AU 2014-227640 A1	2015/09/24
		AU 2014-227666 A1	2015/09/24
		AU 2014-227689 A1	2015/09/24
		AU 2014-227709 A1	2015/09/24
		AU 2015-252818 A1	2015/11/05

국제조사보고서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호
PCT/KR2017/015615

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
		CA 2851624 A1	2013/04/18
		CA 2854332 A1	2013/05/10
		CA 2861089 A1	2013/05/10
		CA 2866840 A1	2013/09/12
		CA 2874874 A1	2013/12/19
		CA 2874878 A1	2013/12/19
		CA 2899007 A1	2014/07/31
		CA 2902056 A1	2014/09/18
		CA 2902222 A1	2014/09/18
		CA 2902224 A1	2014/09/18
		CA 2902228 A1	2014/09/18
		CA 2947734 A1	2015/11/05
		EP 2766851 A2	2014/08/20
		EP 2773267 A1	2014/09/10
		EP 2773268 A1	2014/09/10
		EP 2822471 A2	2015/01/14
		EP 2861151 A1	2015/04/22
		EP 2861152 A1	2015/04/22
		EP 2948064 A1	2015/12/02
		EP 2967485 A1	2016/01/20
		EP 2967486 A1	2016/01/20
		EP 2967495 A1	2016/01/20
		EP 3136952 A1	2017/03/08
		HK 1200561 A1	2015/08/07
		HK 1200682 A1	2015/08/14
		HK 1200683 A1	2015/08/14
		IL 232014 A	2014/05/28
		IL 232395 D0	2014/06/30
		IL 234457 A	2014/10/30
		IL 235405 A	2014/12/31
		IL 235406 A	2014/12/31
		IL 240086 A	2015/09/24
		IL 240529 A	2015/10/29
		IL 240654 A	2015/10/29
		IL 240658 A	2015/10/29
		IL 240659 A	2015/10/29
		IN 2685KON2014 A	2015/05/08
		IN 3866CHN2014 A	2015/10/16
		JP 2014-532520 A	2014/12/08
		JP 2015-501175 A	2015/01/15
		JP 2015-501194 A	2015/01/15
		JP 2015-509443 A	2015/03/30
		JP 2015-519183 A	2015/07/09
		JP 2015-523137 A	2015/08/13
		JP 2016-515889 A	2016/06/02
		JP 2017-080445 A	2017/05/18
		JP 2017-518847 A	2017/07/13
		JP 6172719 B2	2017/08/02
		JP 6239604 B2	2017/11/29
		KR 10-2014-0084065 A	2014/07/04

국제조사보고서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호
PCT/KR2017/015615

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
		KR 10-2014-0103932 A	2014/08/27
		KR 10-2014-0107223 A	2014/09/04
		KR 10-2014-0140028 A	2014/12/08
		KR 10-2015-0023241 A	2015/03/05
		KR 10-2015-0023242 A	2015/03/05
		KR 10-2015-0110560 A	2015/10/02
		KR 10-2015-0132113 A	2015/11/25
		KR 10-2016-0149269 A	2016/12/27
		MX 2014004484 A	2015/04/09
		MX 2014005408 A	2015/02/12
		MX 2014005409 A	2015/02/12
		MX 2014010832 A	2015/08/05
		MX 2014015273 A	2015/02/20
		MX 2014015274 A	2015/02/20
		MX 2015009475 A	2016/05/31
		MX 2015012087 A	2015/11/18
		SG 11201401451 A	2014/05/29
		SG 11201401982 A	2014/07/30
		SG 11201401986 A	2014/08/28
		SG 11201405548 A	2014/10/30
		SG 11201407746 A	2015/01/29
		SG 11201407748 A	2015/01/29
		SG 11201505691 A	2015/08/28
		SG 11201506825 A	2015/09/29
		SG 11201506827 A	2015/09/29
		SG 11201506831 A	2015/09/29
		SG 11201506834 A	2015/09/29
		US 2013-0109950 A1	2013/05/02
		US 2013-0116538 A1	2013/05/09
		US 2013-0168532 A1	2013/07/04
		US 2013-0276542 A1	2013/10/24
		US 2013-0279920 A1	2013/10/24
		US 2013-0281819 A1	2013/10/24
		US 2013-0289381 A1	2013/10/31
		US 2013-0296683 A1	2013/11/07
		US 2013-0296684 A1	2013/11/07
		US 2013-0296701 A1	2013/11/07
		US 2013-0301380 A1	2013/11/14
		US 2013-0303875 A1	2013/11/14
		US 2013-0304405 A1	2013/11/14
		US 2013-0335441 A1	2013/12/19
		US 2013-0336551 A1	2013/12/19
		US 2013-0338475 A1	2013/12/19
		US 2013-0338501 A1	2013/12/19
		US 2014-0005544 A1	2014/01/02
		US 2014-0012124 A1	2014/01/09
		US 2014-0036053 A1	2014/02/06
		US 2014-0036091 A1	2014/02/06
		US 2014-0039293 A1	2014/02/06
		US 2014-0093150 A1	2014/04/03

국제조사보고서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호
PCT/KR2017/015615

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
		US 2014-0185899 A1	2014/07/03
		US 2014-0194723 A1	2014/07/10
		US 2014-0206978 A1	2014/07/24
		US 2014-0208856 A1	2014/07/31
		US 2014-0219530 A1	2014/08/07
		US 2014-0249414 A1	2014/09/04
		US 2015-0018662 A1	2015/01/15
		US 2015-0075287 A1	2015/03/19
		US 2015-0297090 A1	2015/10/22
		US 2016-0199037 A1	2016/07/14
		US 2016-0296121 A1	2016/10/13
		US 2016-0317034 A1	2016/11/03
		US 2016-0317038 A1	2016/11/03
		US 2017-0000354 A1	2017/01/05
		US 2017-0014101 A1	2017/01/19
		US 2017-0035388 A1	2017/02/09
		US 2017-0069089 A1	2017/03/09
		US 2017-0100040 A1	2017/04/13
		US 2017-0108429 A1	2017/04/20
		US 2017-0150890 A1	2017/06/01
		US 2017-0156602 A1	2017/06/08
		US 2017-0181731 A9	2017/06/29
		US 8686335 B2	2014/04/01
		US 8823928 B2	2014/09/02
		US 9163980 B2	2015/10/20
		US 9282899 B2	2016/03/15
		US 9289191 B2	2016/03/22
		US 9330452 B2	2016/05/03
		US 9445785 B2	2016/09/20
		US 9445786 B2	2016/09/20
		US 9456805 B2	2016/10/04
		US 9517055 B2	2016/12/13
		US 9528936 B2	2016/12/27
		US 9610043 B2	2017/04/04
		US 9724072 B2	2017/08/08
		US 9730587 B2	2017/08/15
		US 9733119 B2	2017/08/15
		US 9743839 B2	2017/08/29
		US 9757092 B2	2017/09/12
		US 9814394 B2	2017/11/14
		US 9836838 B2	2017/12/05
		WO 2013-056089 A2	2013/04/18
		WO 2013-056089 A3	2014/09/25
		WO 2013-067304 A1	2013/05/10
		WO 2013-067374 A1	2013/05/10
		WO 2013-067383 A1	2013/05/10
		WO 2013-067419 A1	2013/05/10
		WO 2013-134772 A2	2013/09/12
		WO 2013-134772 A3	2013/11/07
		WO 2013-158154 A1	2013/10/24

국제조사보고서
대응특허에 관한 정보

국제출원번호
PCT/KR2017/015615

국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
		WO 2013-188707 A1	2013/12/19
		WO 2013-188708 A1	2013/12/19
		WO 2013-188709 A1	2013/12/19
		WO 2013-188710 A1	2013/12/19
		WO 2013-188711 A1	2013/12/19
		WO 2013-188713 A1	2013/12/19
		WO 2013-188714 A1	2013/12/19
		WO 2014-116705 A1	2014/07/31
		WO 2014-144141 A1	2014/09/18
		WO 2014-144257 A1	2014/09/18
		WO 2014-144278 A1	2014/09/18
		WO 2014-144301 A1	2014/09/18
		WO 2014-144324 A1	2014/09/18
		WO 2014-144343 A1	2014/09/18
		WO 2014-144359 A1	2014/09/18
		WO 2015-168687 A1	2015/11/05