



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0114012
(43) 공개일자 2016년10월04일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 8/12 (2006.01) *A61B 1/00* (2006.01)
A61B 1/05 (2006.01) *A61B 1/07* (2006.01)
A61B 8/00 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
A61B 8/12 (2013.01)
A61B 1/00096 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2016-0119459(분할)
 (22) 출원일자 2016년09월19일
 심사청구일자 2016년09월19일
 (62) 원출원 특허 10-2014-0144082
 원출원일자 2014년10월23일
 심사청구일자 2014년10월23일

- (71) 출원인
 포항공과대학교 산학협력단
 경상북도 포항시 남구 청암로 77 (지곡동)
- (72) 발명자
 김철홍
 경상북도 포항시 남구 지곡로 155 7동 202호 (지곡동, 교수아파트)
- 박성조
 대구광역시 북구 대현로19길 60 502호 (대현동)
- 최창훈
 경기도 용인시 수지구 신봉1로 110, 507-1503 (신봉동, 신봉마을엘지빌리지5차아파트)
- (74) 대리인
 이지연

전체 청구항 수 : 총 14 항

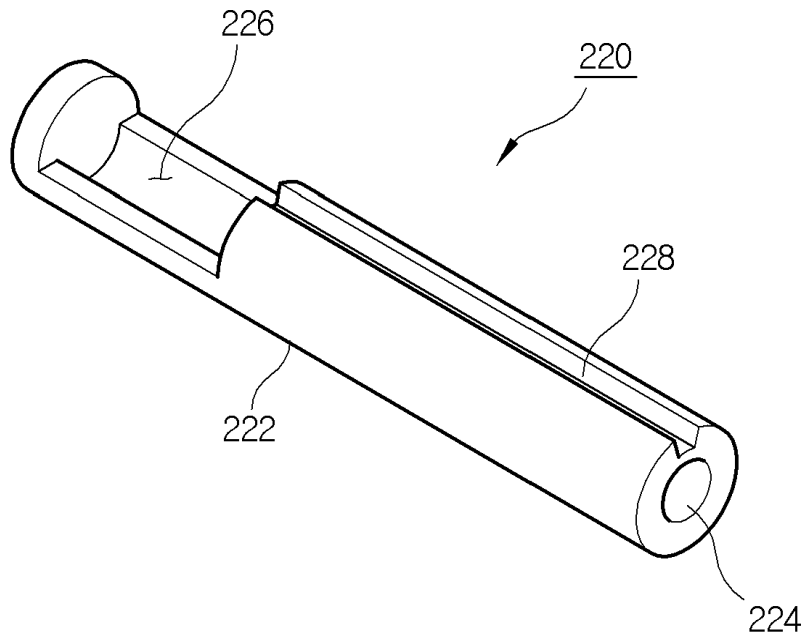
(54) 발명의 명칭 초음파와 광음향 신호 검출용 카테터 및 이를 이용한 초음파 영상과 광음향 영상 획득 시스템

(57) 요약

본 발명은 초음파/광음향 신호 검출용 카테터 및 이를 이용한 영상 획득 시스템에 관한 것이다. 상기 카테터는, 렌즈 광섬유; 초음파 신호를 송수신하는 초음파 트랜스듀서; 상기 초음파 트랜스듀서에 연결되어 신호를 송수신하는 전선; 내부에 상기 렌즈 광섬유 및 전선이 관통되도록 배치된 카테터 본체; 상기 카테터 본체의 끝단에 연

(뒷면에 계속)

대표도 - 도2



결된 카테터 헤드; 및 상기 카테터 헤드의 표면을 감싸는 멤브레인;를 구비하고, 상기 렌즈 광섬유의 렌즈가 장착된 단부와 초음파 트랜스듀서는 카테터 헤드에 고정 장착되고, 초음파 트랜스듀서가 초음파 신호 및 광음향 신호를 수신하여 제공한다.

본 발명에 따른 카테터는 렌즈 광섬유를 이용하여 집중된 빛을 제공하고 이를 이용하여 광음향 신호를 획득하거나 초음파 신호를 송수신할 수 있도록 구성되어, 초음파 영상 및 고해상도의 광음향 영상을 동시에 획득할 수 있게 된다.

(52) CPC특허분류

A61B 1/05 (2013.01)

A61B 1/07 (2013.01)

A61B 8/4483 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 HI15C-1817-010015

부처명 보건복지부

연구관리전문기관 한국보건산업진흥원

연구사업명 미래보건기술개발사업 (의료기기기술개발)

연구과제명 심혈관 질환 진단을 위한 기능성 초음파/광파 융합 카테터 개발

기 여 율 1/1

주관기관 포항공과대학교 산학협력단

연구기간 2015.11.01 ~ 2016.10.31

명세서

청구범위

청구항 1

광섬유의 일단에 렌즈가 장착되어 구성되며, 광음향 신호 측정을 위하여 필요한 빛을 광원으로부터 제공받아 상기 광섬유를 통해 전송시키고 렌즈에 의해 포커싱시켜 출력시키는 렌즈 광섬유;

초음파 신호를 송수신하고, 상기 렌즈 광섬유로부터 출력된 빛에 의해 생성된 광음향 신호를 수신하는 초음파 트랜스듀서;

상기 초음파 트랜스듀서에 연결되어 신호를 송수신하는 전선;

내부에 상기 렌즈 광섬유 및 전선이 관통되도록 배치된 카테터 본체;

상기 카테터 본체의 끝단에 연결된 카테터 헤드; 및

상기 카테터 헤드의 표면을 감싸는 멤브레인;

를 구비하고,

상기 렌즈 광섬유의 렌즈가 장착된 단부와 초음파 트랜스듀서는 카테터 헤드에 고정 장착되고, 초음파 트랜스듀서가 초음파 신호 및 광음향 신호를 수신하는 것을 특징으로 하는 초음파와 광음향 신호 검출용 카테터.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 카테터 헤드는,

일정 길이를 갖는 헤드 본체;

헤드 본체의 길이 방향을 따라 내부에 형성된 중공부;

상기 중공부의 일단에 연결되어 형성된 개구부;

헤드 본체의 길이 방향을 따라 표면에 형성된 홈;을 구비하고,

상기 초음파 트랜스듀서는 상기 중공부에 장착되고, 상기 렌즈 광섬유는 상기 홈에 장착되며, 상기 초음파 트랜스듀서 및 렌즈 광섬유의 렌즈는 그 전면이 상기 카테터 헤드의 개구부를 향하도록 장착된 것을 특징으로 하는 초음파와 광음향 신호 검출용 카테터.

청구항 3

제1항에 있어서, 상기 멤브레인과 카테터 헤드의 사이에는 탈염수(deionized water)로 채워지고,

상기 멤브레인은 화학적 물질의 박막으로 구성되며, 상기 박막은 초음파 신호의 전송을 가능하고 투명한 특성을 갖는 물질과 두께로 구성된 것을 특징으로 하는 초음파와 광음향 신호 검출용 카테터.

청구항 4

제1항에 있어서, 상기 렌즈 광섬유의 렌즈는 상기 렌즈 광섬유를 통해 전달된 빛이 초음파 트랜스듀서가 바라보는 방향으로 방출되도록 카테터 헤드에 장착되며,

상기 렌즈의 초점 거리 및 방출 각도는 측정하고자 하는 목표물과의 이격 거리에 따라 조절되는 것을 특징으로 하는 초음파와 광음향 신호 검출용 카테터.

청구항 5

제1항에 있어서, 상기 초음파와 광음향 신호 검출용 카테터는 렌즈 광섬유에 가변 파장 펄스 레이저가 연결시켜, 광음향 신호 측정을 위해 렌즈 광섬유를 통해 제공되는 빛의 파장을 제어할 수 있도록 구성한 것을 특징으로 하며,

상기 가변 파장 펄스 레이저는 측정하고자 하는 세포조직 및 병변에 대한 광 흡수도가 가장 우수한 파장의 레이저 광을 출력하는 것을 특징으로 하는 초음파와 광음향 신호 검출용 카테터.

청구항 6

광음향 신호를 측정하기 위하여 필요한 광을 제공하는 광원;
 상기 광원으로부터 출력된 광을 제1 광 및 제2 광으로 분리하여 제공하는 빔 스플리터;
 상기 제1 광을 전송하는 광 섬유;
 상기 제2광을 검출하여 전기적 신호로 변환하여 기준 신호로 제공하는 광 검출기;
 카테터 헤드에 렌즈 광섬유 및 초음파 트랜스듀서가 장착되어, 초음파 신호를 송신하고 초음파 신호 및 광음향 신호를 수신하는 카테터;
 상기 카테터 및 광 검출기와 연결되어, 상기 광 검출기로부터 기준 신호를 수신하고, 상기 카테터의 초음파 트랜스듀서로부터 초음파 신호 및 광음향 신호를 수신하고, 수신된 신호들을 이용하여 초음파 영상 및 광음향 영상을 생성하여 제공하는 신호 출력부;
 를 구비하여, 상기 광 섬유는 상기 카테터의 렌즈 광섬유와 연결되어 제1 광을 상기 카테터의 렌즈 광섬유로 제공하는 것을 특징으로 하는 초음파/광음향 영상 획득 시스템.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 광원은 가변 파장 펄스 레이저로 구성되고,
 상기 가변 파장 펄스 레이저는 측정하고자 하는 세포조직 및 병변에 대한 광 흡수도가 가장 우수한 파장의 레이저 광을 출력하도록 구성된 것을 특징으로 하는 초음파/광음향 영상 획득 시스템.

청구항 8

제6항에 있어서, 상기 초음파/광음향 영상 획득 시스템은 일측에 로터리 조인트가 연결된 회전 스테이지를 더 구비하고,
 로터리 조인트의 입력단에는 상기 광 섬유 및 상기 신호 출력부에 연결된 전선이 연결되고,
 상기 회전 스테이지는 지그를 통해 카테터의 일단이 연결된 것을 특징으로 하는 초음파/광음향 영상 획득 시스템.

청구항 9

제6항에 있어서, 상기 카테터는,
 광섬유의 일단에 렌즈가 장착된 렌즈 광섬유;
 초음파 신호를 송신하고 초음파 신호 및 광음향 신호를 수신하는 초음파 트랜스듀서;
 상기 초음파 트랜스듀서에 연결되어 신호를 송수신하는 전선;
 내부에 상기 렌즈 광섬유 및 전선이 관통되도록 배치된 카테터 본체;
 상기 카테터 본체의 끝단에 연결된 카테터 헤드; 및
 상기 카테터 헤드의 표면을 감싸는 멤브레인;를 구비하고,
 상기 렌즈 광섬유의 렌즈가 장착된 단부와 초음파 트랜스듀서는 카테터 헤드에 고정 장착되고, 초음파 트랜스듀서가 초음파 신호 및 광음향 신호를 수신하는 것을 특징으로 하는 초음파/광음향 영상 획득 시스템.

청구항 10

제9항에 있어서, 상기 카테터 헤드는,
 상기 카테터 헤드는,

일정 길이를 갖는 헤드 본체;

헤드 본체의 길이 방향을 따라 내부에 형성된 중공부;

상기 중공부의 일단에 연결되어 형성된 개구부;

헤드 본체의 길이 방향을 따라 표면에 형성된 홈;을 구비하고,

상기 초음파 트랜스듀서는 상기 중공부에 장착되고, 상기 렌즈 광섬유는 상기 홈에 장착되며, 상기 초음파 트랜스듀서 및 렌즈 광섬유의 렌즈는 그 전면이 상기 카테터 헤드의 개구부를 향하도록 장착된 것을 특징으로 하는 초음파/광음향 영상 획득 시스템.

청구항 11

제10항에 있어서, 상기 멤브레인과 카테터 헤드의 사이에는 탈염수(deionized water)로 채워진 것을 특징으로 하는 초음파/광음향 영상 획득 시스템.

청구항 12

제9항에 있어서, 상기 신호 출력부는

상기 카테터로부터 광음향 신호 및 초음파 신호를 수신하는 펄서 리시버;

상기 펄서 리시버로부터 광음향 신호 및 초음파 신호를 수신하고, 상기 광 검출기로부터 기준 신호를 수신하고, 수신된 신호들을 이용하여 광음향 영상 및 초음파 영상을 생성하여 출력하는 오실로스코프;

를 구비하는 것을 특징으로 하는 초음파/광음향 영상 획득 시스템.

청구항 13

제6항에 있어서, 상기 신호 출력부는 광음향 영상과 초음파 영상을 각각 출력하거나, 광음향 영상과 초음파 영상을 중첩시켜 단일의 영상으로 출력하는 것을 특징으로 하는 초음파/광음향 영상 획득 시스템.

청구항 14

제6항에 있어서, 상기 초음파/광음향 영상 획득 시스템은 혈관 내부 진단용 시스템이며, 상기 초음파 영상은 혈관의 형태에 대한 영상을 제공하고 상기 광음향 영상은 혈관의 특정 위치에 대한 단면에 대한 영상을 제공하는 것을 특징으로 하는 초음파/광음향 영상 획득 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 초음파 신호와 광음향 신호 검출용 카테터에 관한 것으로서, 더욱 구체적으로는, 초음파 신호와 광음향 신호 검출이 가능한 내시경 타입의 카테터 및 이를 이용한 초음파와 광음향 융합 영상을 획득할 수 있는 영상 획득 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 종래의 혈관 내 초음파를 이용한 혈관 질환 진단 장치는 초음파를 이용하여 실시간으로 현재 위치와 혈관 내벽의 단면에 대한 초음파 영상을 보여주게 된다. 이러한 혈관 내벽의 단면에 대한 초음파 영상을 이용하여 3차원으로 혈관 내 협착 정도와 병변의 종류, 길이, 상태를 양적 및 질적으로 구별해 낼 수 있다. 그러나, 종래의 이러한 방식은 초음파 영상을 통해 단순히 혈관 내벽의 구조와 플라크(plaque)를 보여주는 방식으로서, 혈관 내 조직에 대한 생리학적 정보를 알 수 없기 때문에, 병변의 생리학적 구성 요소를 정확하게 판단하기 어려운 문제점이 있다. 특히, 초음파 영상만으로는 급성심근경색의 요인이 되는 불안정 플라크(vulnerable plaque)를 제대로 구별해내지 못하는 문제점이 있다.

[0003] 한편, 광음향 효과는 세포 조직이 빛에너지를 흡수하게 하고, 세포조직이 빛 에너지를 열에너지로 변환시키게 되며, 세포조직은 변환된 열에너지로 인한 열팽창에 의한 광음향 신호를 방출하게 되고, 그 신호를 검출하여 세

포 조직에 대한 3차원 영상을 만들어 내는 것이다. 이러한 광음향 효과로 얻을 수 있는 정보는 지질, 멜라닌, 헤모글로빈 산소 포화도, 총 혈색소 농도 등 세포 조직의 여러 생리학적 정보를 포함한다.

[0004] 하지만, 종래의 광음향 영상을 획득하는 장치는 미러, 렌즈, 광원 등의 광학 부품들의 구조가 복잡하고 전체 크기가 커서, 내시경 타입의 카테터로 제작하기가 용이하지 않는 문제점이 있다. 또한, 종래의 광음향 영상을 획득하는 장치를 이용하는 경우, 높은 해상도의 영상을 얻기 위하여 주변 기기가 복잡해져 소형으로 제작하기가 쉽지 않다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0005] (특허문헌 0001) 한국공개특허공보 제 10-2009-0115727호
- (특허문헌 0002) 한국등록특허공보 제 10-1356621호
- (특허문헌 0003) 미국공개특허공보 US 2011/0098572 A1
- (특허문헌 0004) 미국공개특허공보 US 2011/0275890 A1
- (특허문헌 0005) PCT 국제공개공보 WO 2008/086613 A1

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 전술한 문제점을 해결하기 위한 본 발명은 초음파 신호 및 광음향 신호를 동시에 검출할 수 있는 내시경 타입의 카테터를 제공하는 것을 목적으로 한다.

[0007] 또한, 본 발명의 다른 목적은 전술한 내시경 타입의 카테터를 이용하여 초음파 영상 및 광음향 영상을 동시에 제공할 수 있는 초음파 영상 및 광음향 영상 획득 시스템을 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0008] 전술한 기술적 과제를 달성하기 위한 본 발명의 제1 특징에 따른 초음파와 광음향 신호 검출용 카테터는, 광섬유의 일단에 렌즈가 장착된 렌즈 광섬유; 초음파 신호를 송수신하는 초음파 트랜스듀서; 상기 초음파 트랜스듀서에 연결되어 신호를 송수신하는 전선; 내부에 상기 렌즈 광섬유 및 전선이 관통되도록 배치된 카테터 본체; 상기 카테터 본체의 끝단에 연결된 카테터 헤드; 및 상기 카테터 헤드의 표면을 감싸는 멤브레인;를 구비하고, 상기 렌즈 광섬유의 렌즈가 장착된 단부와 초음파 트랜스듀서는 카테터 헤드에 고정 장착되고, 초음파 트랜스듀서가 초음파 신호 및 광음향 신호를 수신한다.

[0009] 전술한 제1 특징에 따른 카테터에 있어서, 상기 카테터 헤드는, 일정 길이를 갖는 헤드 본체; 헤드 본체의 길이 방향을 따라 내부에 형성된 중공부; 상기 중공부의 일단에 연결되어 형성된 개구부; 헤드 본체의 길이 방향을 따라 표면에 형성된 홈;을 구비하고, 상기 초음파 트랜스듀서는 상기 중공부에 장착되고, 상기 렌즈 광섬유는 상기 홈에 장착되며, 상기 초음파 트랜스듀서 및 렌즈 광섬유의 렌즈는 그 전면이 상기 카테터 헤드의 개구부를 향하도록 장착된 것이 바람직하다.

[0010] 전술한 제1 특징에 따른 카테터에 있어서, 상기 멤브레인과 카테터 헤드의 사이에는 탈염수(deionized water)로 채워진 것이 바람직하다.

[0011] 전술한 제1 특징에 따른 카테터에 있어서, 상기 렌즈 광섬유의 렌즈는 상기 렌즈 광섬유를 통해 전달된 빛이 초음파 트랜스듀서가 바라보는 방향으로 방출되도록 카테터 헤드에 장착된 것이 바람직하다.

[0012] 본 발명의 제2 특징에 따른 초음파 신호와 광음향 영상 획득 시스템은, 광원; 상기 광원으로부터 출력된 광을 제1 광 및 제2 광으로 분리하여 제공하는 빔 스플리터; 상기 제1 광을 전송하는 광 섬유; 상기 제2광을 검출하여 전기적 신호로 변환하여 기준 신호로 제공하는 광 검출기; 카테터 헤드에 렌즈 광섬유 및 초음파 트랜스듀서가 장착되어, 초음파 신호를 송수신하거나 광음향 신호를 수신할 수 있는 카테터; 상기 카테터 및 광 검출기와 연결되어, 상기 광 검출기로부터 기준 신호를 수신하고, 상기 카테터의 초음파 트랜스듀서로부터 초음파 신호

또는 광음향 신호를 수신하고, 수신된 신호들을 이용하여 초음파 영상 및 광음향 영상을 생성하여 제공하는 신호 출력부;를 구비하여, 상기 광 섬유는 상기 카테터의 렌즈 광섬유와 연결되어 제1 광을 렌즈 광섬유로 제공한다.

- [0013] 전술한 제2 특징에 따른 영상 획득 시스템에 있어서, 상기 광원은 가변 파장 펄스 레이저인 것이 바람직하다.
- [0014] 전술한 제2 특징에 따른 영상 획득 시스템에 있어서, 일측에 로터리 조인트가 연결된 회전 스테이지를 더 구비하고, 로터리 조인트의 입력단에는 상기 광 섬유 및 상기 신호 출력부에 연결된 전선이 연결되고, 상기 회전 스테이지는 지그를 통해 카테터의 일단이 연결된 것이 바람직하다.
- [0015] 전술한 제2 특징에 따른 영상 획득 시스템에 있어서, 상기 카테터는, 광섬유의 일단에 렌즈가 장착된 렌즈 광섬유; 초음파 신호를 송수신하는 초음파 트랜스듀서; 상기 초음파 트랜스듀서에 연결되어 신호를 송수신하는 전선; 내부에 상기 렌즈 광섬유 및 전선이 관통되도록 배치된 카테터 본체; 상기 카테터 본체의 끝단에 연결된 카테터 헤드; 및 상기 카테터 헤드의 표면을 감싸는 멤브레인;를 구비하고,
- [0016] 상기 렌즈 광섬유의 렌즈가 장착된 단부와 초음파 트랜스듀서는 카테터 헤드에 고정 장착되고, 초음파 트랜스듀서가 초음파 신호 및 광음향 신호를 수신하는 것이 바람직하다.
- [0017] 전술한 제2 특징에 따른 영상 획득 시스템에 있어서, 상기 신호 출력부는, 상기 카테터로부터 광음향 신호 및 초음파 신호를 수신하는 펄서 리시버; 상기 펄서 리시버로부터 광음향 신호 및 초음파 신호를 수신하고, 상기 광 검출기로부터 기준 신호를 수신하고, 수신된 신호들을 이용하여 광음향 영상 및 초음파 영상을 생성하여 출력하는 오실로스코프; 를 구비하는 것이 바람직하다.

발명의 효과

- [0018] 본 발명에 따른 영상 획득 시스템은 초음파 진단과 광음향 효과를 융합함으로써, 기존의 혈관 내 초음파 진단 방법이 갖는 다양한 장점과 기능성 효과를 얻는 동시에 광음향 효과로 인한 생리학적 정보 획득, 우수한 명암 대조비 및 공간 분해능 등 다양한 장점을 얻을 수 있다. 그 결과, 종래의 방법이나 장치들에 비하여, 초음파 영상과 광음향 영상을 통해, 혈관 내 질환을 더욱 정확하게 진단할 수 있게 된다.
- [0019] 또한, 본 발명에 따른 초음파/광음향 영상 획득 시스템은 복잡한 주변 기기의 추가없이, 가변 파장 펄스 레이저와 렌즈 광섬유, 초소형 초음파 트랜스듀서, 내시경용 카테터를 이용함으로써, 제작이 용이하고, 렌즈와 일체화된 렌즈 광섬유를 이용함으로써 기존 내시경의 내부 광학 부품으로 인한 구조의 복잡성과 크기의 한계를 극복하고 카테터의 크기를 상당히 감소시키는 동시에 높은 해상도의 영상을 얻을 수 있게 된다.
- [0020] 또한, 본 발명에 따른 내시경 타입의 카테터는 종래의 카테터들과의 구조적 차이로 인하여 기기 크기가 월등히 감소하게 된다. 특히, 본 발명에 따른 카테터는 레이저의 전달을 위하여 렌즈 광섬유를 사용하게 되는데, 렌즈 광섬유는 빛을 방출할 때 렌즈에 의해 일정 방향의 초점에 집중하게 된다. 이와 같이, 렌즈 광섬유를 이용하면 광섬유 끝단의 렌즈가 빛의 방향 조절 및 초점 조절을 해 주기 때문에, 별도의 미러(mirror)가 필요없으며, 빛을 집중시키기 위한 별도의 렌즈없이도 높은 해상도의 광음향 영상을 얻는 것이 가능해진다.
- [0021] 이러한 렌즈 광섬유의 특징으로 인하여, 광학 부품 때문에 카테터의 크기가 커질수 밖에 없었던 종래의 문제점을 해결하게 될 뿐만 아니라, 높은 해상도의 영상을 얻을 수 있게 된다.
- [0022] 본 발명에 따른 카테터는 직경의 크기를 1mm 이하로 줄이는 것이 가능하며, 사용 목적 및 방법에 따라 맞춤형 초소형 초음파 트랜스듀서 및 렌즈 광섬유를 이용하여 다양한 어플리케이션이 가능해진다.

도면의 간단한 설명

- [0023] 도 1은 본 발명에 따른 초음파 신호와 광음향 신호 검출용 카테터를 이용한 초음파/광음향 영상 획득 시스템을 전체적으로 도시한 구성도이다.
- 도 2는 본 발명에 따른 초음파 신호 및 광음향 신호 검출용 카테터에 있어서, 카테터 헤드를 도시한 사시도이다.
- 도 3의 (a),(b) 및 (c)는 본 발명에 따른 초음파 신호 및 광음향 신호 검출용 카테터에 대한 사시도 및 수직 및 수평 방향에 대한 단면도들을 각각 도시한 것이다.
- 도 4는 본 발명에 따른 카테터에 있어서, 렌즈 광섬유를 도시한 단면도이다.

도 5는 본 발명에 따른 카테터에 있어서, 광음향 신호를 수신하는 것을 설명하기 위하여 도시한 것이다.

도 6은 본 발명에 따른 초음파/광음향 영상 획득 시스템에 있어서, 수신한 초음파 신호와 광음향 신호를 시간-전압 관계로 나타낸 그래프이다.

도 7은 본 발명에 따른 초음파/광음향 영상 획득 시스템을 이용하여, 초음파 영상 및 광음향 영상을 얻기 위하여 구성된 실험 상태를 도시한 단면도로서, 카테터 헤드부가 실험 모형인 팬텀내에 삽입된 상태의 단면도이다.

도 8은 도 7의 상태에서 카테터 헤드부를 360도 회전시켜 획득한 광음향 영상(PA Image) 및 초음파 영상(US Image)이며, 도 9는 도 8의 광음향 영상과 초음파 영상들을 중첩(Overlap)시킨 영상이다.

도 10은 본 발명에 따른 초음파/광음향 영상 획득 시스템을 이용하여, 초음파 영상 및 광음향 영상을 얻기 위하여 구성된 실험 상태를 도시한 단면도로서, 카테터 헤드부가 실험 모형인 팬텀내에 삽입된 상태의 단면도이다.

도 11은 도 10의 상태에서 카테터 헤드부를 360도 회전시켜 획득한 광음향 영상(PA Image) 및 초음파 영상(US Image)이며, 도 12은 도 11의 광음향 영상과 초음파 영상들을 중첩(Overlap)시킨 영상이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0024] 본 발명에 따른 카테터 및 이를 이용한 초음파/광음향 영상 획득 시스템은 렌즈 광섬유를 이용함으로써 구조를 간단하게 구성하고 크기를 최소화시키고 해상도를 향상시킬 수 있게 되며, 초음파 영상 및 광음향 영상을 동시에 획득하여 혈관 내 질환 등을 보다 정확하게 진단해 낼 수 있게 된다.
- [0025] 이하, 본 발명에 따른 초음파/광음향 신호 검출용 카테터 및 이를 이용한 초음파/광음향 영상 획득 시스템의 구성 및 동작에 대하여 구체적으로 설명한다.
- [0026] 도 1은 본 발명에 따른 초음파 신호와 광음향 신호 검출용 카테터를 이용한 초음파/광음향 영상 획득 시스템을 전체적으로 도시한 구성도이다. 도 1을 참조하면, 본 발명에 따른 초음파/광음향 영상 획득 시스템(1)은, 광원(100), 빔 스플리터(110), 렌즈(120), 빔 시준기(130), 광섬유(132), 회전 스테이지(140), 카테터(150), 광 검출기(160), 신호 출력부(170)를 구비한다.
- [0027] 상기 광원(100)은 광음향 신호를 획득하기 위한 빛을 제공하는 것으로서, 가변 파장 펄스 레이저(Tunable pulse LASER)를 사용할 수 있다. 본 발명에 따른 시스템은, 물질마다 광흡수도가 다르다는 점을 이용하여 진단하고자 하는 세포 조직 및 병변의 파장별 광 흡수도를 비교하여 적절한 레이저 파장을 선택하여 원하는 목표에 대한 광음향 영상을 얻을 수 있도록 하는 것이 바람직하다.
- [0028] 빔 스플리터(110)는 상기 광원으로부터 출력된 광을 제1 광 및 제2 광으로 분리한다. 상기 제1 광은 빔폭 유지를 위한 렌즈(120) 및 시준을 위한 빔 시준기(collimator; 130)를 통과시킨 후 광섬유(132)로 제공된다. 상기 제2광은 광 검출기(160)에 의해 검출되어 전기적 신호로 변환된 후, 신호 출력부(170)로 제공되어, 광음향 신호를 분석하기 위한 기준 신호로 사용된다.
- [0029] 상기 카테터(150)는 초음파 신호를 송수신하거나 광음향 신호를 수신하여 신호 출력부로 제공한다. 상기 카테터(150)는 카테터 헤드에 렌즈 광섬유의 일단과 초음파 트랜스듀서를 고정 장착시키고, 렌즈 광섬유를 통해 빛을 제공하고 초음파 트랜스듀서를 통해 초음파 신호 또는 광음향 신호를 수신하며, 수신된 신호들을 신호 출력부로 전송한다. 상기 카테터의 구조에 대하여는 후술한다.
- [0030] 광원으로부터의 빛은 상기 광섬유(132)를 통해 카테터의 렌즈 광섬유로 전송되며, 렌즈 광섬유의 렌즈를 통해 초음파 트랜스듀서가 향하는 방향으로 방출하게 된다.
- [0031] 상기 광 검출기(Photo-detector; 160)는 빔 스플리터로부터 제공된 제2광을 검출한 후 전기적 신호로 변환하여 신호 출력부로 제공한다.
- [0032] 상기 신호 출력부(170)는 상기 카테터 및 광 검출기와 연결되어, 상기 광 검출기로부터 기준 신호를 수신하고, 상기 카테터의 초음파 트랜스듀서로부터 초음파 신호 및/또는 광음향 신호를 수신하여 전압으로 변환하여 출력하게 된다.
- [0033] 상기 신호 출력부(170)는 펄서-리시버(pulser-receiver; 172) 및 오실로스코프(174)로 구성되며, 상기 펄서-리시버는 광음향 신호(PA Signal) 및 초음파 신호(US Signal)를 수신하고, 광음향 신호 및 초음파 신호를 증폭시켜 오실로스코프로 제공하며, 상기 오실로스코프는 수신된 광음향 신호 및 초음파 신호를 전압값으로 변화시켜

고, 이들을 영상 처리하여 초음파 영상 및 광음향 영상을 생성하여 화면 등으로 출력한다.

- [0034] 한편, 양측에 로터리 조인트(rotary joint; 142)와 360도 회전 가능한 지그(jig; 144)가 각각 장착된 회전 스테이지(rotary stage; 140)를 구비하고, 상기 카테터 본체의 일단을 상기 지그에 연결하고, 광섬유 및 신호 출력부의 전선을 상기 로터리 조인트에 연결함으로써, 카테터가 360도로 회전하더라도 회전시 걸리는 회전력에 의해 렌즈 광섬유와 초음파 트랜스듀서에 연결된 전선이 손상되는 것을 방지하는 것이 바람직하다.
- [0036] 이하, 도 2 내지 도 3을 참조하여 본 발명에 따른 초음파 신호 및 광음향 신호 검출용 카테터(150)의 구조 및 동작에 대하여 보다 구체적으로 설명한다.
- [0037] 도 2는 본 발명에 따른 초음파 신호 및 광음향 신호 검출용 카테터의 카테터 헤드를 도시한 사시도이며, 도 3은 본 발명에 따른 초음파 신호 및 광음향 신호 검출용 카테터에 대한 사시도 및 수직 방향과 수평 방향에 대한 단면도들을 각각 도시한 것이다.
- [0038] 도 2 내지 도 3을 참조하면, 본 발명에 따른 초음파 신호 및 광음향 신호 검출용 카테터(150)는 렌즈 광섬유(200), 초음파 트랜스듀서(210), 카테터 헤드(220), 멤브레인(230), 초음파 트랜스듀서에 연결된 전선(240) 및 카테터 본체(250)을 구비한다.
- [0039] 상기 렌즈 광섬유(200)는 광섬유(202)의 일단에 렌즈(204)가 장착되어 구성된 것을 특징으로 한다.
- [0040] 상기 초음파 트랜스듀서(210)는 초음파 신호를 송수신하거나 광음향 신호를 수신하며, 상기 연결된 전선(240)을 통해 신호 출력부로 상기 수신된 초음파 신호 및 광음향 신호를 전송한다.
- [0041] 상기 카테터 본체(250)는 내부가 중공관으로 형성되며, 초음파 트랜스듀서에 연결된 전선 및 렌즈 광섬유가 내부에 배치된다.
- [0042] 상기 카테터 헤드(220)는 카테터 본체의 끝단에 연결되며, 상기 렌즈 광섬유의 일단과 초음파 트랜스듀서가 고정 장착된다. 상기 카테터 헤드는 정밀 가공이 가능한 단단한 금속으로 이루어지며, 그 예로서 황동, 스테인리스 강 또는 특수 알루미늄 등이 사용될 수 있다.
- [0043] 상기 멤브레인(230)은 상기 카테터 헤드의 표면을 감싸도록 구성되며, 카테터 헤드 내부에서 초음파 전달 중 일어나는 감쇠를 최소화시키기 위하여 헤드와 멤브레인의 사이에는 탈염수(deionized water)로 채워진 것이 바람직하다. 상기 멤브레인은 카테터 헤드의 렌즈 광섬유와 초음파 트랜스듀서를 보호하기 위하여 카테터 헤드를 감싸는 화학적 초박막으로 구성되며, 이는 동시에 인체 내부에서 혈관벽이 손상되는 것을 방지하도록 구성된 것이 바람직하다.
- [0044] 전술한 멤브레인을 구성하는 화학적 초박막은 매우 얇은 박막의 화학적 물질로서, 일 예로서 상온에서 고체인 LDPE(low-density polyethylene)가 사용될 수 있다. 멤브레인은 두께가 10 ~ 20 마이크로미터 정도로 매우 얇은 초박막으로서 낮은 밀도를 가지고 있어 매우 유연하도록 구성되는 것이 바람직하다. 또한, 상기 멤브레인은 초음파 감쇄 정도가 낮아 초음파 신호의 전송이 가능하며, 투명성이 우수하고 빛을 통과시킬 수 있는 것이 바람직하다. 멤브레인을 구성하는 화학적 초박막은 카테터를 감싸 외부 충동에 의한 카테터 손상을 방지하는 동시에 인체 내부 혈관벽이 손상되는 것을 방지하는 것이 바람직하다. 또한, 카테터 헤드와 멤브레인의 사이에 채워지는 탈염수는 멤브레인을 구성하는 화학적 초박막에 의해 감싸져서 외부로 새어나오지 않게 된다.
- [0045] 도 2를 참조하면, 상기 카테터 헤드(220)는 일정 길이를 갖는 헤드 본체(222), 헤드 본체의 길이 방향을 따라 내부에 형성된 중공부(224), 상기 중공부의 일단에 연결되어 형성된 개구부(226), 헤드 본체의 길이 방향을 따라 표면에 형성된 홈(228)을 구비한다.
- [0046] 상기 초음파 트랜스듀서는 상기 중공부(224)의 끝에 장착되고 초음파 신호의 획득에 방해가 되지 않도록 개구부(226)를 향하여 장착되는 것이 바람직하다. 초음파 트랜스듀서와 연결된 전선은 중공부를 관통하여 배치되는 것이 바람직하다.
- [0047] 상기 렌즈 광섬유(200)는 상기 홈에 장착되며, 상기 초음파 트랜스듀서 및 렌즈 광섬유의 렌즈는 그 전면이 상기 카테터 헤드의 개구부(226)를 향하도록 장착된 것이 바람직하다. 특히 상기 렌즈 광섬유의 렌즈는 초음파 트랜스듀서가 향하는 방향으로 광이 조사되도록 배치되는 것이 바람직하다. 상기 카테터 헤드의 홈은 렌즈 광섬유가 고정될 수 있도록 V-그루브의 형태로 형성된 것이 바람직하다.

- [0048] 도 4는 본 발명에 따른 카테터에 있어서, 렌즈 광섬유를 도시한 단면도이다. 도 4를 참조하면, 렌즈 광섬유는 광섬유의 끝단에 렌즈가 장착된 것으로서, 상기 렌즈는 제작시 원하는 조건에 따라 초점 거리 및 방출 각도를 조절할 수 있다. 따라서, 상기 렌즈는 진단하거나 측정하고자 하는 목표물과의 이격 거리에 따라 초점 거리 및 방출 각도를 조절하는 것이 바람직하다.
- [0049] 도 5는 본 발명에 따른 카테터에 있어서, 광음향 신호를 수신하는 것을 설명하기 위하여 도시한 것이다. 도 5를 참조하면, 렌즈 광섬유를 통해 가변 파장 펄스 레이저를 수중에 있는 팬텀(Phantom)으로 쏘아 빛 에너지를 팬텀에 제공하고, 초음파 트랜스듀서를 이용하여 팬텀으로부터 방출되는 광음향 신호를 수신하게 된다. 도 5에 있어서, 팬텀과 초음파 트랜스듀서의 이격 거리는 3mm이다.
- [0050] 이하, 전술한 구성을 갖는 본 발명에 따른 초음파/광음향 영상 획득 시스템의 동작을 개략적으로 설명한다.
- [0051] 먼저, 광원인 가변 파장 펄스 레이저는 특정 파장의 광을 제공하며, 이러한 광은 빔 스플리터에 의해 분배되어, 일부는 신호의 트리거를 받기 위해 사용되는 광 검출기로 제공되며 일부는 렌즈 및 광 시준기를 통해 광섬유로 들어간다. 레이저는 광섬유 및 렌즈 광섬유를 통해 카테터 헤드의 끝단에서 방출된다. 목표물이 빛을 흡수해 생성된 광음향 신호는 카테터 헤드의 초음파 트랜스듀서를 통해 획득되고, 전선을 통해 펄스 리시버에 전달 및 증폭되어, 오실로스코프에서 전압값으로 나타나며, 이는 영상처리되어 광음향 영상으로 표시된다. 이 때, 카테터는 회전 스테이지에 연결된 지그(jig)에 의해 필요에 따라 360도로 회전할 수 있으며, 이 때 걸리는 회전력에 의해 렌즈 광섬유와 전선이 손상되는 것을 로타리 조인트를 이용하게 방지하게 된다.
- [0052] 한편, 본 발명에 따른 영상 획득 시스템을 이용하여 혈관 내부를 진단하고자 하는 경우, 렌즈 광섬유가 레이저를 전달하여 끝 부분에서 빛이 방출되어 혈관 내부의 원하는 지점에 초점을 맞추어 집중적으로 비추게 된다. 방출된 빛은 혈관 벽에서 흡수되어 열에너지로 변환되고, 이로 인하여 발생하는 열팽창에 의해 광음향 신호를 발생시킨다. 발생된 광음향 신호는 초음파 트랜스듀서에 의해 얻어져 전압값으로 나타나며, 데이터 처리 시스템으로 전달되어 광음향 영상을 얻을 수 있게 된다. 또한, 초음파 영상은 광음향 영상과 함께 동시에 얻는 것이 가능하며, 이를 통해 단순히 혈관 내 초음파로 얻기 어려운 혈관 내 조직의 생리학적 정보를 얻을 수 있게 된다. 카테터의 외부는 얇은 특수 재질의 화학 섬유로 감싸이도록 구성하여, 카테터를 보호하는 동시에 인체 혈관 내부도 보호되도록 하는 것이 바람직하다.
- [0053] 본 발명에 의하여, 종래의 초음파 진단이 갖는 다양한 장점과 기능성 효과를 얻는 동시에, 광음향 효과로 인한 생리학적 정보 획득, 우수한 명암 대대비 및 공간 분해능 등 다양한 기능과 장점을 결합시켜 혈관 질환을 더욱 정확하게 진단할 수 있게 된다. 또한, 본 발명에 의하여, 다른 복잡한 주변 기기의 추가사항없이, 가변 파장 펄스 레이저와 렌즈 광섬유, 초소형 초음파 트랜스듀서 및 내시경용 카테터를 이용하므로 제작이 용이하며, 렌즈 광섬유를 이용하여 기존 내시경의 내부 광학 부품으로 인한 구조의 복잡성과 크기 한계를 극복하고 카테터 크기를 상당히 감소시키는 동시에 높은 해상도의 영상을 얻을 수 있게 된다.
- [0055] 도 6은 본 발명에 따른 초음파/광음향 영상 획득 시스템에 있어서, 수신한 초음파 신호와 광음향 신호를 시간-전압 관계로 나타낸 그래프이다. 도 6을 참조하면, 본 발명에 따른 영상 획득 시스템에 있어서, 도 5와 같이 렌즈 광섬유를 통해 팬텀으로 빛을 제공하고 이에 따른 광음향 신호(PA Signal)를 초음파 트랜스듀서를 통해 수신하며, 초음파 트랜스듀서를 통해 팬텀으로 초음파 신호를 송신하고 이에 따른 초음파 신호(US Signal)를 수신한 것이다. 양 실험은 모두 수중에서 이루어졌으며, 이론적으로 초음파의 속도는 물속에서 1500m/sec 이다. 초음파는 3 mm를 주파하는데 약 2 μ s의 시간이 소요되며, 이 실험의 경우 왕복거리 총 6mm이므로 약 4 μ s의 시간이 소요되며 이는 검은색 초음파 그래프에서 확인할 수 있다. 광음향 신호를 얻는 실험의 경우, 이론적으로 레이저의 전달 속도는 빛의 속도인 3 $\times 10^8$ m/sec 이므로, 초음파의 속도에 비해 매우 크다. 결과적으로 레이저가 팬텀에 도달하는 시간은 초음파인 광음향 신호가 초음파 트랜스듀서에 도달하는 시간에 비해 무시할 수 있을 만큼 작다. 레이저 펄스 발생 후 신호가 얻어지는 시간은 오직 광음향 신호가 초음파 트랜스듀서에 도달하는 시간인 2 μ s의 시간만 소요된다. 이는 붉은 색 광음향 신호 그래프에서 확인할 수 있다.
- [0056] 한편, 도 7 내지 도 13을 참조하여, 본 발명에 따른 초음파/광음향 영상 획득 시스템을 이용하여 획득된 영상들로부터 혈관내의 생리학적 정보와 혈관의 형태를 모두 파악함으로써 병변의 종류를 확인할 수 있음을 설명한다.
- [0057] 도 7은 본 발명에 따른 초음파/광음향 영상 획득 시스템을 이용하여, 초음파 영상 및 광음향 영상을 얻기 위하여 구성한 실험 상태를 도시한 단면도로서, 카테터 헤드부가 실험 모형인 팬텀내에 삽입된 상태의 단면도이다. 도 7에 도시된 단면도에 따른 실험 구성은, 수조(water tank)에 인간의 세포를 최대한 분해된 팬텀(Phanto

m)을 배치하고, 팬텀 내에 직경 5mm의 관 형태로 뚫린 구멍에 카테터 헤드부(Catheter head)를 위치시켜 영상을 측정하는 것이다. 특히, 상기 팬텀의 내부에 박막 형태의 검은 테이프(Thin black tape)를 고정시켜 놓았다.

[0058] 도 8은 도 7의 상태에서 카테터 헤드부를 360도 회전시켜 획득한 광음향 영상(PA Image) 및 초음파 영상(US Image)이며, 도 9는 도 8의 광음향 영상과 초음파 영상들을 중첩(Overlap)시킨 영상이다. 도 8의 광음향 영상은 팬텀에는 반응하지 않았으며 팬텀 내부의 검은 테이프에서는 레이저를 받아 광음향 신호가 추출되어 테이프를 확인할 수 있다. 한편, 도 8의 초음파 영상은 팬텀내의 구멍의 형태는 검출되나, 검은 테이프가 검출되지 않음을 알 수 있다. 도 8의 광음향 영상과 초음파 영상을 중첩시킨 도 9의 영상을 통해, 팬텀의 구멍의 형태와 검은 테이프가 모두 검출됨을 확인할 수 있다.

[0059] 또한, 도 10은 본 발명에 따른 초음파/광음향 영상 획득 시스템을 이용하여, 초음파 영상 및 광음향 영상을 얻기 위하여 구성된 실험 상태를 도시한 단면도로서, 카테터 헤드부가 실험 모형인 팬텀내에 삽입된 상태의 단면도이다. 도 10에 따른 실험 상태에서는 팬텀 내부에 검은 테이프가 길게 위치함을 알 수 있다.

[0060] 도 11은 도 10의 상태에서 카테터 헤드부를 360도 회전시켜 획득한 광음향 영상(PA Image) 및 초음파 영상(US Image)이며, 도 12은 도 11의 광음향 영상과 초음파 영상들을 중첩(Overlap)시킨 영상이다. 도 11 내지 도 12에서도, 광음향 영상과 초음파 영상을 중첩시킨 영상에서 팬텀의 구멍의 형태와 검은 테이프를 모두 확인할 수 있게 된다.

[0061] 따라서, 본 발명에 따른 시스템을 혈관에 적용하여 초음파/광음향 영상을 얻는 경우, vulnerable plaque라 불리는 lipid가 가득한 위험한 병변을 구별해 낼 수 있게 된다. 특히, lipid에 대한 PA 신호 생성이 강한 파장대의 LASER를 사용함으로써, lipid가 가득한 병변을 정확하게 확인해 낼 수 있게 되는 것이다. 또한, 초음파 영상과 광음향 영상을 중첩(overlap)시켜 단일의 영상으로 출력하는 경우, 초음파 영상을 통해 전체의 형태를 파악할 수 있게 되고, 광음향 영상을 통해 전체 중 특정 위치의 단면을 동시에 파악할 수 있게 된다. 따라서, 본 발명에 따른 시스템을 혈관에 적용하는 경우, 혈관의 형태를 명확하게 파악함과 동시에 병변의 종류도 판단할 수 있게 된다.

[0062] 또한, 본 발명에 따른 시스템에 있어서, 카테터 헤드부를 360도 회전시킴으로써, 인체 내부의 전방향의 영상을 획득할 수 있게 된다.

[0063] 이상에서 본 발명에 대하여 그 바람직한 실시예를 중심으로 설명하였으나, 이는 단지 예시일 뿐 본 발명을 한정하는 것이 아니며, 본 발명이 속하는 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성을 벗어나지 않는 범위에서 이상에 예시되지 않은 여러 가지의 변형과 응용이 가능함을 알 수 있을 것이다. 그리고, 이러한 변형과 응용에 관계된 차이점들은 첨부된 청구 범위에서 규정하는 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

산업상 이용가능성

[0064] 본 발명에 따른 내시경 타입의 초음파/광음향 신호 검출용 카테터 및 이를 이용한 초음파/광음향 영상 획득 시스템은 내시경을 이용한 의료 영상 진단 분야에 널리 사용될 수 있을 뿐만 아니라, 고해상도의 초음파 및 광음향 영상을 얻을 수 있기 때문에 사용 목적 및 방법에 따라 산업 분야별로 다양한 어플리케이션이 가능하다.

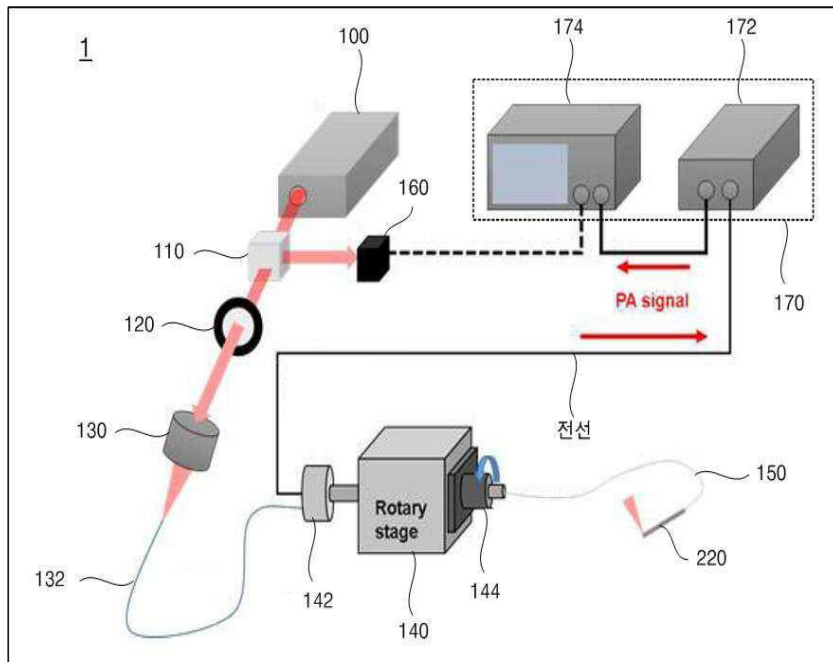
부호의 설명

- [0065] 1 : 초음파/광음향 영상 획득 시스템
- 100 : 광원
- 110 : 빔 스플리터
- 120 : 렌즈
- 130 : 빔 시준기
- 132 : 광섬유
- 140 : 회전 스테이지
- 150 : 초음파/광음향 신호 검출용 카테터

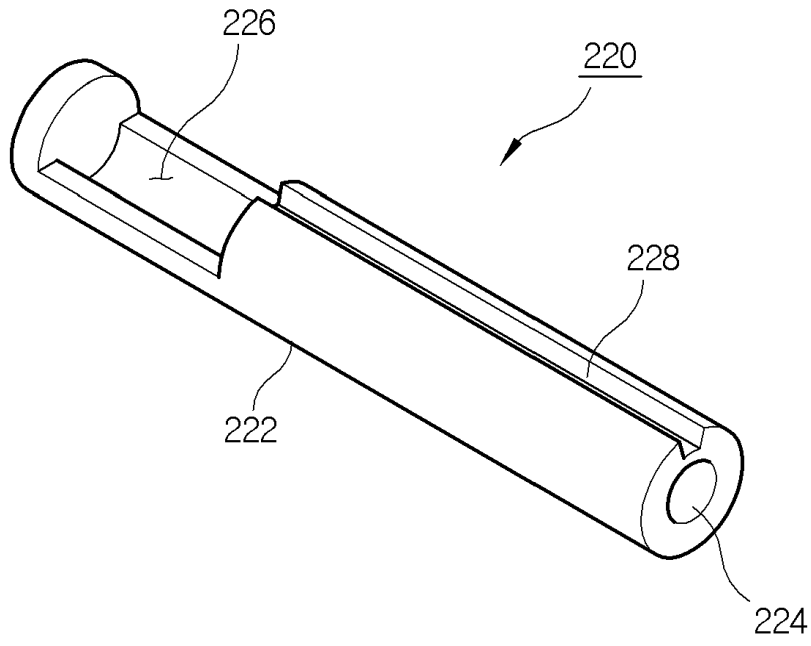
- 160 : 광 검출기
- 170 : 신호 출력부
- 200 : 렌즈 광섬유
- 210 : 초음파 트랜스듀서
- 220 : 카테터 헤드
- 230 : 멤브레인
- 240 : 전선
- 250 : 카테터 본체

도면

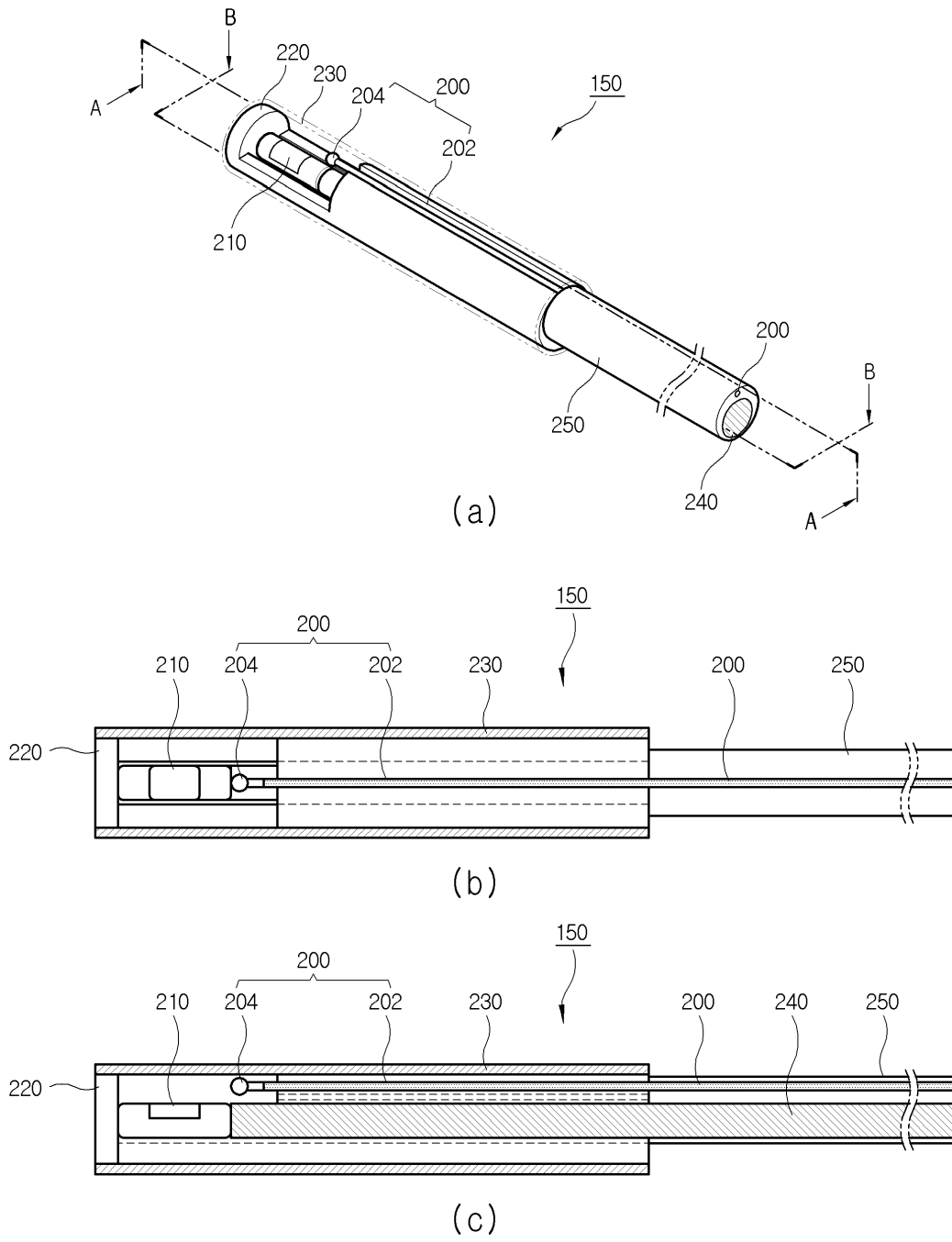
도면1



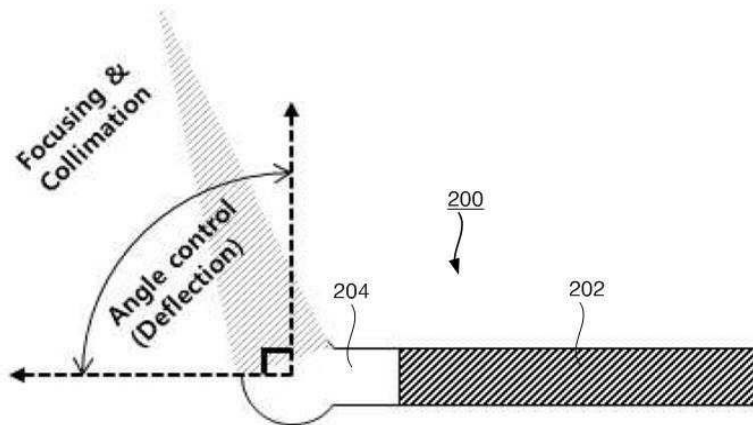
도면2



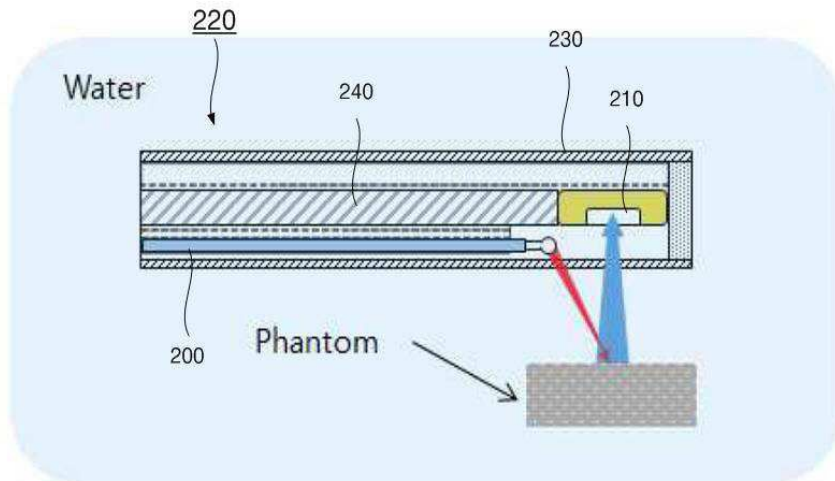
도면3



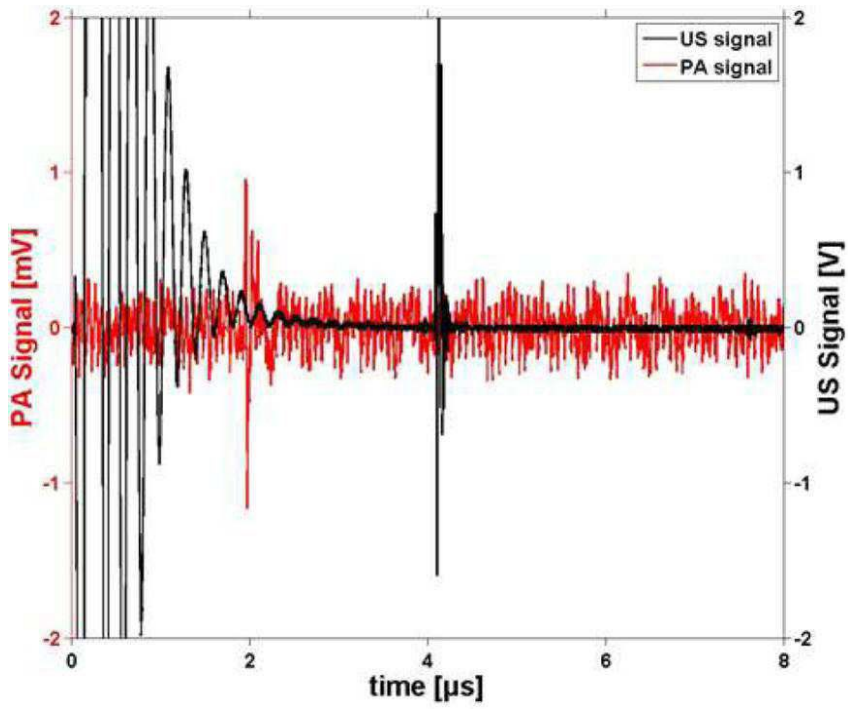
도면4



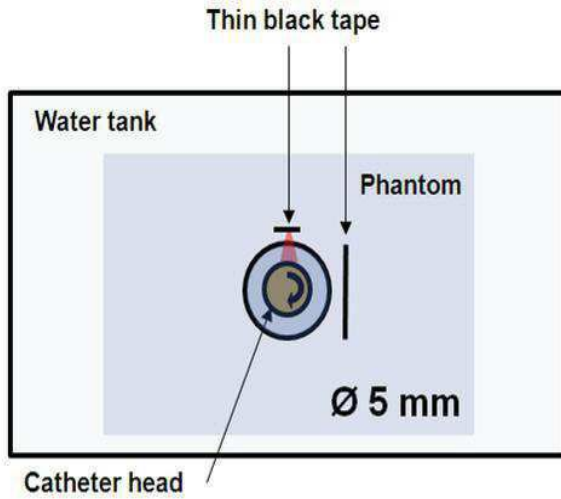
도면5



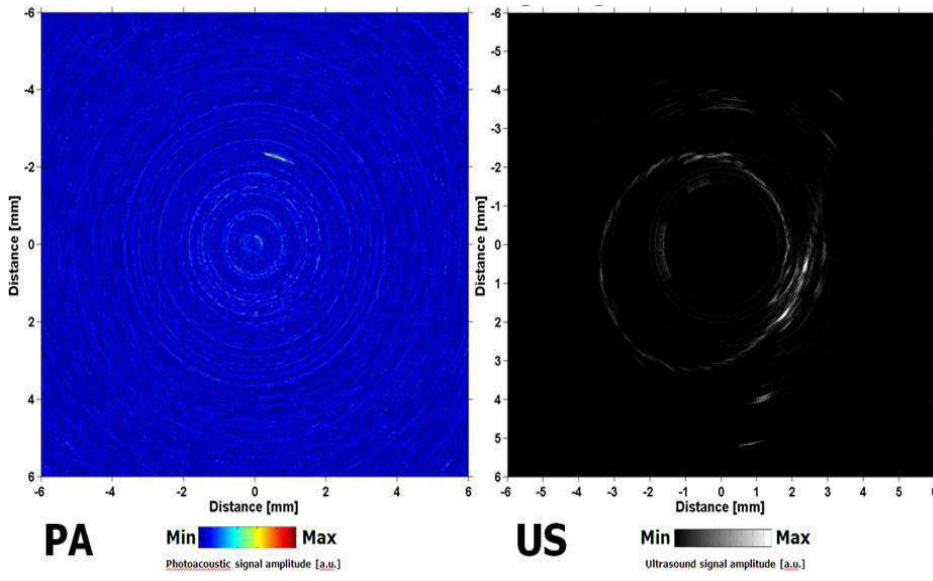
도면6



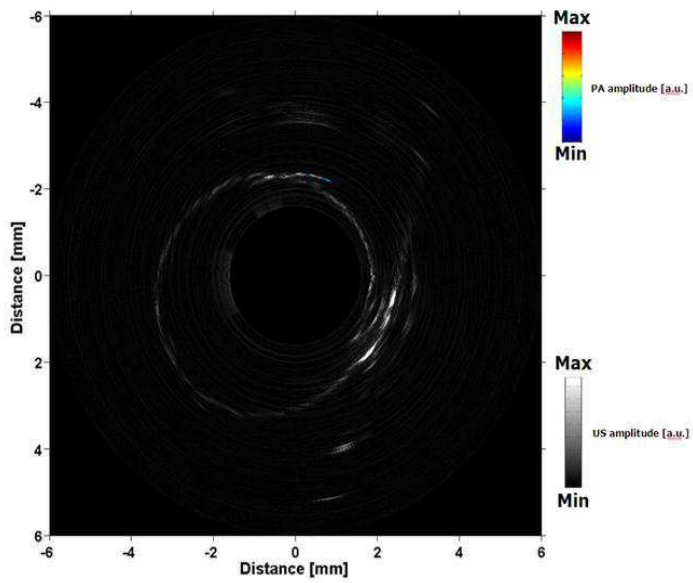
도면7



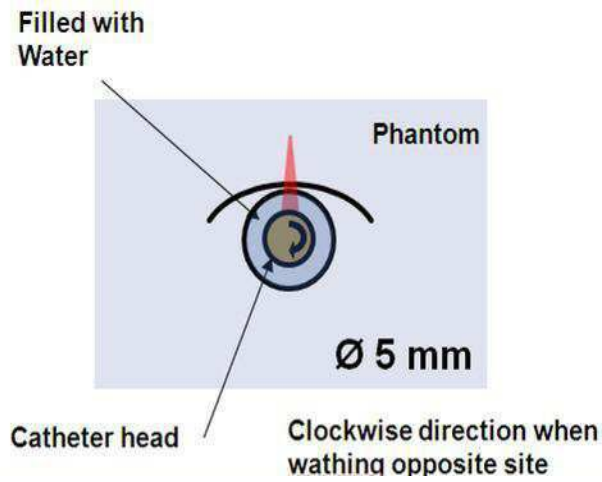
도면8



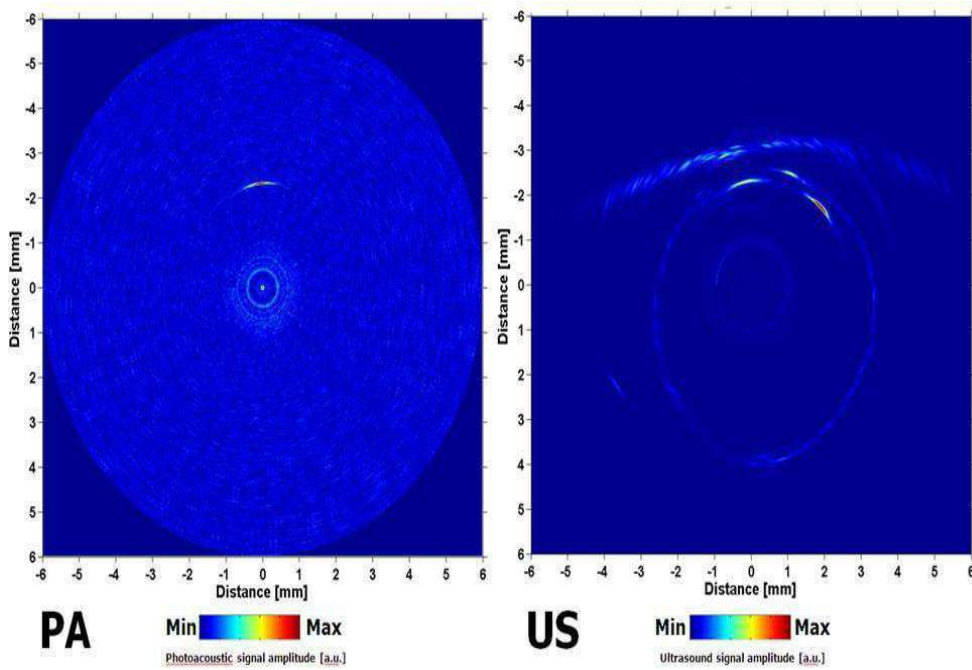
도면9



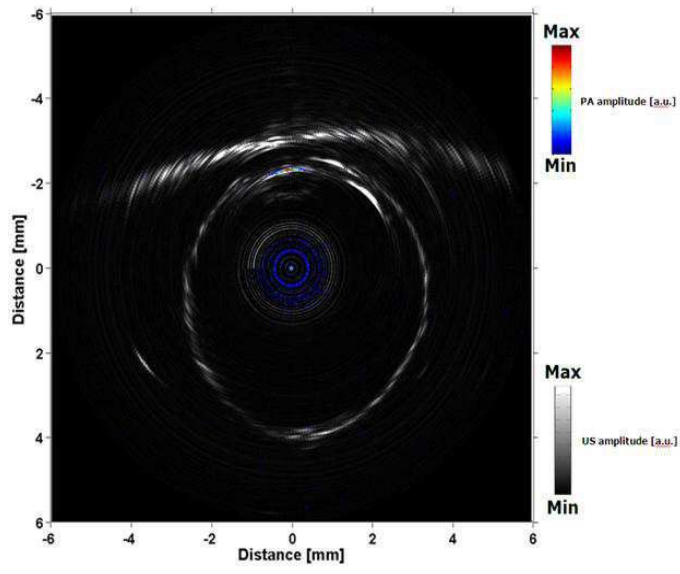
도면10



도면11



도면12



专利名称(译)	用于超声和光声信号检测的导管以及使用该导管的超声和光声成像系统		
公开(公告)号	KR1020160114012A	公开(公告)日	2016-10-04
申请号	KR1020160119459	申请日	2016-09-19
[标]申请(专利权)人(译)	浦项工科大学校产学协力团		
申请(专利权)人(译)	科学浦项科技大学的学术合作		
当前申请(专利权)人(译)	科学浦项科技大学的学术合作		
[标]发明人	KIM CHUL HONG 김철홍 PARK SUNG JO 박성조 CHOI CHANG HOON 최창훈		
发明人	김철홍 박성조 최창훈		
IPC分类号	A61B8/12 A61B1/00 A61B1/05 A61B1/07 A61B8/00		
CPC分类号	A61B8/12 A61B1/05 A61B1/07 A61B8/4483 A61B1/00096		
代理人(译)	Yijiyeon		
其他公开文献	KR101952921B1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明涉及用于超声/光声信号检测的导管和使用该导管的图像采集系统。该导管包括：透镜光纤；一种用于发送和接收超声信号的超声换能器；连接到超声换能器的导线，用于发送和接收信号；导管体设置成使得透镜光纤和电线穿透内部；导管头连接到导管主体的一端；和围绕所述导管头部的膜的表面上；配有和的透镜光学透镜的固定安装到导管头的超声换能器端，所述超声换能器被设置成接收超声信号和光声信号。根据本发明的导管是能够通过使用透镜光纤以提供光的浓度，并且被配置为发送和接收超声波信号得到的光声信号或使用它们来获得超声图像的光声图像，并在同一时间所述高分辨率。