



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2020년06월16일
(11) 등록번호 10-2123072
(24) 등록일자 2020년06월09일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 8/08 (2006.01) G01H 17/00 (2006.01)
G06T 3/40 (2006.01) G06T 7/90 (2017.01)
(52) CPC특허분류
A61B 8/5207 (2013.01)
G01H 17/00 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0011463
(22) 출원일자 2019년01월29일
심사청구일자 2019년01월29일
(56) 선행기술조사문헌
US20120130288 A1
(뒷면에 계속)

(73) 특허권자
제주대학교 산학협력단
제주특별자치도 제주시 제주대학로 102 (아라일동, 제주대학교)
대진대학교 산학협력단
경기 포천시 선단동 산 11-1
(72) 발명자
최민주
제주특별자치도 제주시 첨단남길 32-1(월평동)
정목근
서울특별시 노원구 한글비석로 480, 203동 907호 (상계동, 보람아파트2단지)
권성재
서울특별시 강남구 언주로 117, 9동 612호(도곡동, 우성4차아파트)
(74) 대리인
특허법인명인

전체 청구항 수 : 총 14 항

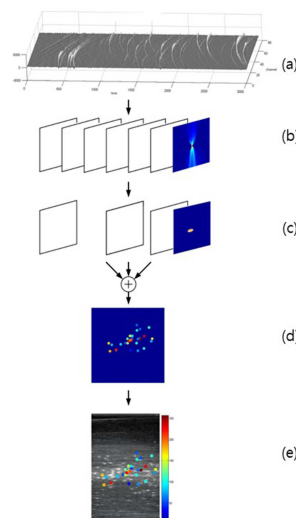
심사관 : 광중환

(54) 발명의 명칭 수동 공동 영상을 표시하는 방법 및 장치

(57) 요약

수동 공동 현상의 특성 정보를 보여주는 영상인 수동 공동 영상을 표시하는 방법은, 상기 수동 공동 현상에 의해 야기되는 초음파 신호를 수신하는 단계, 상기 수신된 초음파 신호를 이용하여 DAS 빔포밍 방법에 의해 미리 정해진 각 시간 프레임에서 상기 수동 공동 현상에 대한 복수의 제1 수동 공동 영상을 생성하는 단계, 상기 제1 수동 공동 영상 각각에서 미리 정해진 크기 이상의 크기 값을 가지는 주엽 영역을 선정하고 나머지 부엽 영역의 신호를 삭제하여 최대 크기 신호 영역이 표시된 복수의 제2 수동 공동 영상을 생성하는 단계, 상기 각 시간 프레임에 대해 얻어진 상기 복수의 제2 수동 공동 영상을 겹쳐서 상기 각 시간 프레임에서의 주엽 영역이 표시된 주엽 수동 공동 영상을 생성하는 단계, 그리고 상기 주엽 수동 공동 영상을 배경 영상 위에 표시하여 수동 공동 영상을 생성하는 단계를 포함한다.

대표도 - 도9



(52) CPC특허분류

G06T 3/40 (2013.01)

G06T 7/90 (2017.01)

G06T 2207/10132 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

US20190009108 A1

KR101643304 B1

KR101552427 B1

KR1020070019070 A

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2017R1A2B3007907

부처명 과학기술정보통신부

연구관리전문기관 한국연구재단

연구사업명 이공분야기초연구사업/ 중견연구자지원사업

연구과제명 초강력 ESWL 충격파에 의한 캐비테이션 및 음파발광의 특성 평가

기 여 율 1/2

주관기관 제주대학교

연구기간 2017.03.01 ~ 2022.02.28

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 10079270

부처명 (연구지원기관: 산업통상자원부)

연구관리전문기관 한국산업기술평가관리원

연구사업명 산업핵심기술개발사업

연구과제명 의료기기 중국수출을 위한 중국 맞춤형 인허가 플랫폼 개발 및 융복합 체외충격파치료기

개발 적용

기 여 율 1/2

주관기관 한국화학융합시험연구원

연구기간 2017.05.01 ~ 2019.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

수동 공동 현상의 특성 정보를 보여주는 영상인 수동 공동 영상을 표시하는 방법으로서,
 상기 수동 공동 현상에 의해 야기되는 초음파 신호를 수신하는 단계,
 상기 수신된 초음파 신호를 이용하여 DAS(Delay And Sum) 빔포밍 방법에 의해 미리 정해진 각 시간 프레임에서
 상기 수동 공동 현상에 대한 복수의 제1 수동 공동 영상을 생성하는 단계,
 상기 제1 수동 공동 영상 각각에서 미리 정해진 크기 이상의 크기 값을 가지는 주엽 영역을 선정하고 나머지 부
 엽 영역의 신호를 삭제하여 최대 크기 신호 영역이 표시된 복수의 제2 수동 공동 영상을 생성하는 단계,
 상기 각 시간 프레임에 대해 얻어진 상기 복수의 제2 수동 공동 영상을 겹쳐서 상기 각 시간 프레임에서의 주엽
 영역이 표시된 주엽 수동 공동 영상을 생성하는 단계, 그리고
 상기 주엽 수동 공동 영상을 배경 영상 위에 표시하여 수동 공동 영상을 생성하는 단계
 를 포함하는 수동 공동 영상을 표시하는 방법.

청구항 2

제1항에서,
 상기 제2 수동 공동 영상은 상기 최대 크기 신호 영역의 신호 크기에 대한 정보를 포함하는 수동 공동 영상을
 표시하는 방법.

청구항 3

제2항에서,
 상기 최대 크기 신호 영역의 신호 크기에 대한 정보는 칼라 또는 그레이 스케일 이미지로 표현되는 수동 공동
 영상을 표시하는 방법.

청구항 4

제1항에서,
 상기 제2 수동 공동 영상은 상기 최대 크기 신호 영역의 신호 발생 시간에 대한 정보를 포함하는 수동 공동 영
 상을 표시하는 방법.

청구항 5

제4항에서,
 상기 최대 크기 신호 영역의 신호 발생 시간에 대한 정보는 칼라 또는 그레이 스케일 이미지로 표현되는 수동
 공동 영상을 표시하는 방법.

청구항 6

제1항에서,
 상기 제2 수동 공동 영상은 상기 최대 크기 신호 영역의 신호 크기에 대한 영상 정보를 상기 최대 크기 신호 영
 역의 신호 발생 시간 정보로 시간 축에서 도시하는 3차원 영상인 수동 공동 영상을 표시하는 방법.

청구항 7

제6항에서,

상기 최대 크기 신호 영역의 신호 크기에 대한 정보는 칼라 또는 그레이 스케일 이미지로 표현되는 수동 공동 영상을 표시하는 방법.

청구항 8

수동 공동 현상의 특성 정보를 보여주는 영상인 수동 공동 영상을 표시하는 장치로서,

초음파 전달 매질에 초음파를 생성할 수 있도록 구성되는 초음파 트랜스듀서,

상기 초음파 트랜스듀서에 인가되는 펄스 전원을 생성하는 펄스 파워 씨플라이,

상기 초음파 전달 매질에 생성된 초음파에 의해 생성되는 수동 공동 현상에 의해 야기되는 초음파 신호를 수신하는 이미징 프로브, 그리고

상기 이미징 프로브에 초음파 신호를 이용하여 상기 수동 공동 영상을 표시하도록 작용하는 이미징 시스템을 포함하고,

상기 이미징 시스템은

상기 수동 공동 현상에 의해 야기되는 초음파 신호를 수신하는 단계,

상기 수신된 초음파 신호를 이용하여 DAS(Delay And Sum) 빔포밍 방법에 의해 미리 정해진 각 시간 프레임에서 상기 수동 공동 현상에 대한 복수의 제1 수동 공동 영상을 생성하는 단계,

상기 제1 수동 공동 영상 각각에서 미리 정해진 크기 이상의 크기 값을 가지는 주엽 영역을 선정하고 나머지 부엽 영역의 신호를 삭제하여 최대 크기 신호 영역이 표시된 복수의 제2 수동 공동 영상을 생성하는 단계,

상기 각 시간 프레임에 대해 얻어진 상기 복수의 제2 수동 공동 영상을 겹쳐서 상기 각 시간 프레임에서의 주엽 영역이 표시된 주엽 수동 공동 영상을 생성하는 단계, 그리고

상기 주엽 수동 공동 영상을 배경 영상 위에 표시하여 수동 공동 영상을 생성하는 단계

를 포함하는 방법을 수행하도록 구성되는

수동 공동 영상을 표시하는 장치.

청구항 9

제8항에서,

상기 제2 수동 공동 영상은 상기 최대 크기 신호 영역의 신호 크기에 대한 정보를 포함하는 수동 공동 영상을 표시하는 장치.

청구항 10

제9항에서,

상기 최대 크기 신호 영역의 신호 크기에 대한 정보는 칼라 또는 그레이 스케일 이미지로 표현되는 수동 공동 영상을 표시하는 장치.

청구항 11

제8항에서,

상기 제2 수동 공동 영상은 상기 최대 크기 신호 영역의 신호 발생 시간에 대한 정보를 포함하는 수동 공동 영상을 표시하는 장치.

청구항 12

제11항에서,

상기 최대 크기 신호 영역의 신호 발생 시간에 대한 정보는 칼라 또는 그레이 스케일 이미지로 표현되는 수동 공동 영상을 표시하는 장치.

청구항 13

제8항에서,

상기 제2 수동 공동 영상은 상기 최대 크기 신호 영역의 신호 크기에 대한 영상 정보를 상기 최대 크기 신호 영역의 신호 발생 시간 정보로 시간 축에서 도시하는 3차원 영상인 수동 공동 영상을 표시하는 장치.

청구항 14

제13항에서,

상기 최대 크기 신호 영역의 신호 크기에 대한 정보는 칼라 또는 그레이 스케일 이미지로 표현되는 수동 공동 영상을 표시하는 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 매질에 조사된 초음파에 의해 발생하는 수동 공동(passive cavitation)의 영상을 표시하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 고강도 집속형 초음파나 충격파와 같은 고출력 초음파를 인체와 같은 매질에 조사할 때 수동 공동이 발생될 수 있다. 압축과 인장을 반복하는 초음파의 특성에 의해 매질에 조사된 초음파는 압력 변동을 유발하며, 주로 음압(negative pressure)에 의해 기포군(bubbles)이 발생한다. 이렇게 발생된 기포는 어느 시점에서 관성적으로 급격히 수축하여 파열하면서 소위 수동 초음파 공동(passive ultrasonic cavitation) 현상을 일으킨다. 기포의 파열에 의한 초음파 공동은 이차적인 초음파 또는 충격파를 야기한다.

[0003] 이와 같은 초음파에 의한 기포의 발생, 기포의 동적 거동 및 관성적인 파열 등의 일련의 과정에서 방출되는 이차적인 초음파는 다양한 초음파의 효과(세포 파괴, 결석 분쇄 등)를 유발하기 때문에, 초음파 공동 현상으로 유발된 초음파 신호를 관찰하고 추적하는 것이 매우 중요하다.

선행기술문헌

특허문헌

[0004] (특허문헌 0001) 미국 등록특허 US9,017,261 (등록일자: 2015년04월28일)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 발명이 해결하고자 하는 과제는 매질에 조사된 초음파에 의해 발생하는 수동 공동(passive cavitation) 현상이 일어나는 영역의 영상, 즉 수동 공동 영상(passive cavitation image, PCI)을 표시하는 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 발명의 실시예에 따른 수동 공동 현상의 특성 정보를 보여주는 영상인 수동 공동 영상을 표시하는 방법은, 상기 수동 공동 현상에 의해 야기되는 초음파 신호를 수신하는 단계, 상기 수신된 초음파 신호를 이용하여 DAS(Delay And Sum) 빔포밍 방법에 의해 미리 정해진 각 시간 프레임에서 상기 수동 공동 현상에 대한 복수의 제1 수동 공동 영상을 생성하는 단계, 상기 제1 수동 공동 영상 각각에서 미리 정해진 크기 이상의 크기 값을 가지는 주엽 영역을 선정하고 나머지 부엽 영역의 신호를 삭제하여 최대 크기 신호 영역이 표시된 복수의 제2 수동 공동 영상을 생성하는 단계, 상기 각 시간 프레임에 대해 얻어진 상기 복수의 제2 수동 공동 영상을 겹쳐

서 상기 각 시간 프레임에서의 주엽 영역이 표시된 주엽 수동 공동 영상을 생성하는 단계, 그리고 상기 주엽 수동 공동 영상을 배경 영상 위에 표시하여 수동 공동 영상을 생성하는 단계를 포함한다.

- [0007] 상기 제2 수동 공동 영상은 상기 최대 크기 신호 영역의 신호 크기에 대한 정보를 포함할 수 있다.
- [0008] 상기 최대 크기 신호 영역의 신호 크기에 대한 정보는 칼라 또는 그레이 스케일 이미지로 표현될 수 있다.
- [0009] 상기 제2 수동 공동 영상은 상기 최대 크기 신호 영역의 신호 발생 시간에 대한 정보를 포함할 수 있다.
- [0010] 상기 최대 크기 신호 영역의 신호 발생 시간에 대한 정보는 칼라 또는 그레이 스케일 이미지로 표현될 수 있다.
- [0011] 상기 제2 수동 공동 영상은 상기 최대 크기 신호 영역의 신호 크기에 대한 영상 정보를 상기 최대 크기 신호 영역의 신호 발생 시간 정보로 시간 축에서 도시하는 3차원 영상인 수동 공동 영상을 표시할 수 있다.
- [0012] 상기 최대 크기 신호 영역의 신호 크기에 대한 정보는 칼라 또는 그레이 스케일 이미지로 표현될 수 있다.
- [0013] 본 발명의 실시예에 따른 수동 공동 현상의 특성 정보를 보여주는 영상인 수동 공동 영상을 표시하는 장치는, 초음파 전달 매질에 초음파를 생성할 수 있도록 구성되는 초음파 트랜스듀서, 상기 초음파 트랜스듀서에 인가되는 펄스 전원을 생성하는 펄스 파워 씨플라이, 상기 초음파 전달 매질에 생성된 초음파에 의해 생성되는 수동 공동 현상에 의해 야기되는 초음파 신호를 수신하는 이미징 프로브, 그리고 상기 이미징 프로브에 초음파 신호를 이용하여 상기 수동 공동 영상을 표시하도록 작용하는 이미징 시스템을 포함한다. 상기 이미징 시스템은 상기 수동 공동 현상에 의해 야기되는 초음파 신호를 수신하는 단계, 상기 수신된 초음파 신호를 이용하여 DAS(Delay And Sum) 빔포밍 방법에 의해 미리 정해진 각 시간 프레임에서 상기 수동 공동 현상에 대한 복수의 제1 수동 공동 영상을 생성하는 단계, 상기 제1 수동 공동 영상 각각에서 미리 정해진 크기 이상의 크기 값을 가지는 주엽 영역을 선정하고 나머지 부엽 영역의 신호를 삭제하여 최대 크기 신호 영역이 표시된 복수의 제2 수동 공동 영상을 생성하는 단계, 상기 각 시간 프레임에 대해 얻어진 상기 복수의 제2 수동 공동 영상을 겹쳐서 상기 각 시간 프레임에서의 주엽 영역이 표시된 주엽 수동 공동 영상을 생성하는 단계, 그리고 상기 주엽 수동 공동 영상을 배경 영상 위에 표시하여 수동 공동 영상을 생성하는 단계를 포함하는 방법을 수행하도록 구성된다.

발명의 효과

- [0014] 본 발명에 의하면, 공동 현상으로 방출된 초음파 신호의 강도를 시공간적으로 영상화한 수동 공동 영상에서 복잡한 부엽이 제거되며 초음파 공동 현상의 핵심 정보인 파열 위치, 시점 및 강도를 특성적으로 영상화할 수 있다. 이에 의해 초음파의 치료적 효과에 중요한 공동 현상으로 인해 방출된 이차적인 초음파 신호의 시공간적인 특성을 임상적으로 관찰할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0015] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 수동 공동 영상을 표시하는 방법을 구현하기 위한 시스템의 한 예를 보여준다.
- 도 2는 한 개의 기포가 파열될 때 64채널의 선형 배열을 가지는 이미징 프로브에 의해 수신된 초음파 신호의 RF 신호 데이터 및 이를 DAS 빔 포밍 방법으로 재구성한 수동 공동 영상을 보여준다.
- 도 3은 집속형 초음파에 의해 발생된 기포의 파열에 의해 유도된 초음파 분포를 영상화하는 수동 공동 영상을 얻기 위해 구성한 실험 장치와 이에 의한 초음파 신호를 이용하여 얻어진 기포군에 대한 초음파 B-모드 영상을 보여준다.
- 도 4는 도 3의 실험 장치의 이미징 프로브(20)에서 수신한 초음파 RF 데이터의 일부를 보여준다.
- 도 5는 원호 모양을 나타내는 한 개의 기포가 파열될 때 유발된 초음파의 RF 데이터를 적용하여 수동 공동 영상을 재구성한 결과를 보여준다.
- 도 6의 (a)는 도 4에서 도시된 모든 시간 동안 수집된 RF 데이터에 대해 DAS 빔포밍을 적용하여 재구성한 수동 공동 영상을 보여주고 도 6의 (b)는 도 6의 (a)의 영상을 B-모드 영상 위에 중첩시킨 영상을 보여준다.
- 도 7은 DAS 빔포밍 방식으로 구성한 수동 공동 영상의 모든 시간 프레임에서 각 프레임의 초음파 신호의 최대값을 시간 축에 도시한 그래프이다.
- 도 8은 도 6의 영상을 이용하여 도 7에 도시된 것과 같이 기포 파열이 발생한 시간 프레임에서 영상의 최대값이

나타나는 위치 영역과 크기를 재구성한 영상을 보여준다.

도 9는 본 발명의 실시예에 따른 수동 공동 영상을 표시하는 방법의 단계를 차례로 보여주는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0016] 이하에서 본 발명의 실시예를 첨부된 도면을 참조로 상세히 설명한다.
- [0017] 본 발명은 초음파 공동 현상으로 발생된 초음파를 수신하여 기포의 관성적인 파열이 발생하는 위치, 강도, 시간 등을 가시화한 초음파 공동 영상을 표시하는 방법에 관한 것이다.
- [0018] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 수동 공동 영상을 표시하는 방법을 구현하기 위한 시스템의 한 예를 보여준다. 도 1을 참조하면, 이미징 시스템(10)은 수동 공동이 일어나는 영역의 이미지를 획득하는 이미징 프로브(imaging probe)(20)의 신호를 이용하여 초음파 공동 이미지를 생성하여 디스플레이(30)에 표시되도록 한다.
- [0019] 이미징 시스템(10)은 이미지 프로브(20)의 신호를 이용하여 수동 공동 영상의 표시를 위한 신호를 생성할 수 있도록 데이터의 처리, 연산, 저장 등을 할 수 있도록 구성될 수 있다. 예를 들어 이미징 시스템(10)은 마이크로 프로세서(microprocessor), 메모리 및 기타 관련 하드웨어와 소프트웨어를 포함할 수 있으며, 이하에서 설명할 수동 공동 영상의 표시를 위한 방법을 수행하기 위한 프로그램을 포함할 수 있다. 디스플레이(30)는 액정표시장치와 같은 영상을 표시할 수 있는 임의의 디스플레이일 수 있다.
- [0020] 초음파 트랜스듀서(ultrasound transducer)(40)는 펄스 전원(pulsed electric power)을 생성하는 펄스 파워 썬플라이(pulse power supply)(50)로부터 펄스 전원을 인가받아 초음파를 생성한다. 예를 들어, 초음파 트랜스듀서(40)는 압전 세라믹과 같은 압전 물질로 형성되는 압전 소자로 이루어질 수 있다. 도 1에 도시된 바와 같이, 초음파 트랜스듀서(40)는 초음파 전달 매질(60) 내에 잠긴 상태로 초점 영역에 높은 압력의 집속형 초음파 펄스를 생성할 수 있으며, 이에 의해 초음파 전달 매질 내에 기포군(70)이 형성되어 수동 공동 현상이 유발될 수 있다.
- [0021] 이미징 프로브(20)는 초점 영역에서 발생한 기포가 깨어질 때 나오는 초음파 신호를 수신하며, 영상 생성을 위해 어레이 형태로 배열되는 다수의 센서, 즉 마이크로폰(microphone)을 포함할 수 있다. 이미징 프로브(20)는 마이크로폰 어레이를 이용하여 음원(sound source)의 위치화(localization)를 위해 음원 신호를 수신한다. 이미징 프로브(20)는 기포의 파열에 의해 생성된 초음파 신호를 수신하여 대응하는 RF(Radio Frequency) 신호 데이터를 생성한다. 이미징 시스템(10)은 이미지 프로브(20)의 RF 신호 데이터를 수신하고 수신된 신호를 처리하여 기포의 발생 위치, 시점, 파열 신호의 강도 등에 대한 정보를 추출하여 영상화한다.
- [0022] 도 2의 (a)는 한 개의 기포가 파열될 때 64채널의 선형 배열(linear array)을 갖는 이미징 프로브(20)로 초음파 신호를 수신하여 도시한 전형적인 RF 신호 데이터를 컴퓨터 시뮬레이션으로 생성한 것이다. 공동 현상에 의해 발생한 초음파 신호는 64개의 초음파 변환 소자에서 거리 정보 없이 시간 축에서 연속적으로 수신된다. 수동 공동 영상을 얻기 위해서 대상 영상 점(pixel)에서 각 수신 소자와의 거리 차이를 시간 보상으로 음원을 위치화함으로써 영상 신호를 합성한다. 이러한 방법은 기존에 알려진 DAS빔포밍(DAS(Delay And Sum) Beamforming) 방법이며, 이러한 방법의 구현을 위해 MATLAB이 사용될 수 있다. 도 2의 (b)는 한 개의 기포의 공동 현상에 대한 RF 신호를 DAS 빔포밍 방법에 의해 계산한 영상이다. 공동 현상으로 발생한 초음파의 크기 분포는 수동 공동 영상에서 작은 영역에서 주엽(main lobe)의 큰 신호로 나타나지만 제대로 집속되지 않은 영상 점 주변의 신호는 주엽 주변에 부엽(side lobe)으로 넓게 분포함을 알 수 있다.
- [0023] 도 3의 (a)는 집속형 초음파에 의해 발생된 기포의 파열에 의해 유도된 초음파 분포를 영상화하는 수동 공동 영상을 얻기 위해 구성한 실험 장치를 보여준다. 집속형 초음파 발생을 위한 초음파 트랜스듀서(40)는 초음파 전달 매질을 저장하는 수조의 한 벽에 고정되며, 초음파 신호를 수신할 64 채널 선형 배열의 이미징 프로브(20)는 초음파 트랜스듀서(40)의 축 방향과 수직을 이루도록 32mm 거리에 설치된다. 도 3의 (b)는 초음파 전달 매질인 물 속에서 집속형 초음파에 의해 발생한 기포군에 대한 초음파 B-모드 영상을 보여주며, B-모드 영상의 크기는 60 mm * 38.4 mm이다. 집속형 초음파에 의해 초점 영역에서 발생된 기포는 시간이 지나면서 점차 커지다가 어느 순간 급속히 빠른 속도로 관성적으로 수축하여 파열되는 것이 확인되었으며, 이 과정에서 수반된 기포의 동적 거동으로 이차적인 초음파 또는 충격파가 방출되는 것이 확인되었다.
- [0024] 도 4는 도 3의 실험 장치의 이미징 프로브(20)의 64개 채널에서 수신한 초음파 RF 데이터의 일부를 보여주며, 초음파 RF 데이터는 위치 정보 없이 시간에 대하여 연속적으로 수신하여 기록한 것이다. 기포의 파열 현상으로 발생된 초음파 신호를 짧은 펄스 형태를 가지며, 모든 수신 채널에서 원호 모양의 시간 지연이 생긴다. 영상을

얻고자 하는 시간에 수신된 채널 데이터에서 영상 점(pixel)에 대응되는 집속 시간 지연을 인가하고 빔포밍하여 얻은 신호의 크기를 계산함으로써 도 4의 RF 데이터를 이용하여 수동 공동 영상을 재구성할 수 있다.

[0025] 도 5는 원호 모양을 나타내는 한 개의 기포가 파열될 때 유발된 초음파의 RF 데이터를 적용하여 수동 공동 영상을 재구성한 결과를 보여준다. 영상의 크기는 30 mm 초점 깊이를 중심으로 30 mm * 40 mm 영역으로 제한했고, 영상의 밝기는 MATLAB에서 제트 컬러맵(jet colormap)을 이용하여 표시하였다. 도 5의 (a)는 하나의 기포가 파열될 때 발생한 초음파를 수신한 RF 데이터를 보여주며, 도 5의 (b)는 이를 DAS 빔포밍 방법을 이용하여 재구성한 영상을 보여준다. 도 5의 (b)에 나타난 영상은 기포의 위치를 중심으로 복잡한 부엽(side lobes)을 포함하고 있으며, 이로 인해 이를 이용한 해석이 어렵다. 만약 도 5의 (c)에 도시된 바와 같이 영상에서 최대 밝기를 가지는 위치 영역에서 크기 정보를 표시한다면, 수동 공동 영상의 부엽을 제거하고 동시에 주엽에 대한 특성적인 정보를 명확하게 표시할 수 있다.

[0026] 기포의 발생 및 파열 현상은 동적인 현상이기 때문에 수동 공동 영상은 시간의 변화에 따라 변한다. 도 6의 (a)는 도 4에서 도시된 모든 시간 동안 수집된 RF 데이터에 대해 DAS 빔포밍을 적용하여 재구성한 수동 공동 영상이고, 도 6의 (b)는 도 6의 (a)의 영상을 B-모드 영상 위에 중첩시킨 영상을 보여준다.

[0027] 도 5의 (b)에서 예시하는 것처럼 기포군에 대한 수동 공동 영상은 공동 현상이 발생한 기포의 위치에서 밝은 영역을 중심으로 부엽의 신호가 상하로 길게 나타난다. 공동 현상을 대표하는 큰 신호를 가지는 주엽 주변에 부엽 신호가 넓게 나타나기 때문에, 상대적으로 작은 강도의 공동 현상을 표현하는 소규모의 군소 주엽 신호들은 가려져서 기포군의 공동 현상의 발생 분포 및 크기를 명확하게 관찰할 수 없다. 또한 수동 공동 영상에서 초음파 공동 현상이 발생할 때 주엽에서 큰 신호는 짧은 시간 동안 유지되는 반면에 부엽은 작은 신호라도 넓은 영역에 나타나며 긴 시간 동안 관찰된다. 시간에 따른 모든 수동 공동 영상을 중첩하면 발생한 모든 공동 현상의 크기와 위치를 영상화할 수 있다. 그러나 모든 프레임의 수동 공동 영상을 중첩하면 부엽 신호 때문에 공동 현상에 대한 가장 중요한 정보인 주엽이 뚜렷이 구별되는 않는다.

[0028] 본 발명의 실시예에 따르면, 일정 강도 이상의 초음파는 기포를 생성하고 생성된 기포의 동적 거동의 결과로 2차적인 초음파 또는 충격파를 생성한다는 점의 인식을 기초로, 시간에 따른 공동 현상을 관찰하기 위해 수동 공동 영상에서 공동 현상의 발생 시점, 위치 및 크기가 핵심적인 정보라는 점에 착안하여, 기포의 동적 거동으로 인해 방출된 초음파 신호의 크기를 시간이 반영된 공간상에서 영상화하는 수동 공동 영상을 제공한다.

[0029] 초음파의 생물학적인 효과에 중요한 기포의 파열 현상이 발생할 때 수동 공동 영상에서 구현된 초음파 신호는 짧은 시간 동안 큰 신호를 가지는 펄스 형태로 나타나기 때문에, 본 발명의 실시예에서는 기포 파열 현상을 관찰하기 위해 모든 시간 프레임의 수동 공동 영상에서 각 시간 프레임 영상의 최대값을 추출하고 최대값의 변화를 시간 축에 도시한다.

[0030] 도 7은 DAS 빔포밍 방식으로 구성한 수동 공동 영상의 모든 시간 프레임에서 각 프레임의 초음파 신호의 최대값을 시간 축에 도시한 그래프를 보여주며, 도 7에서 하단은 상단의 최대값 그래프에서 펄스형 피크(pulse-like peak)가 나타나는 시점을 보여준다. 도 7에서 임펄스(impulse) 형태로 나타나는 시점에서 기포가 파열하는 것으로 추정할 수 있다.

[0031] 도 7에 도시된 영상은 수동 공동 디텍터(passive cavitation detector)에서 수신한 신호와 유사하지만 내용의 면에서는 차이가 있다. 수동 공동 디텍터를 이용하여 기록된 신호는 수동 공동 디텍터의 초점 위치에서 기포의 파열로 방출된 초음파 신호만을 선택적으로 수신한 것이나, 도 7에서 보여주는 신호는 매 순간 가장 강력한 기포의 파열로 인해 방출된 초음파 신호의 크기를 보여준다. 각 순간의 가장 강력한 기포의 파열은 초점 부근에서 발생할 확률이 크기 때문에, 전 시간에 걸친 수동 공동 영상에서 초점 영역에서의 신호의 크기만을 시간 축에 나타내면 수동 공동 디텍터의 신호와 거의 동일한 신호가 된다. 이 경우 두 신호의 차는 수동 공동 디텍터의 센서와 수동 공동 영상을 구현하기 위해 사용된 이미징 프로브의 센서의 수신 감도 및 주파수 특성의 차에 영향을 받는다.

[0032] 도 5에 예시적으로 도시된 바와 같이 단일 기포의 경우 DAS 빔포밍을 적용하여 재구성한 수동 공동 영상에서는 주엽 신호가 포인트 형태의 영상으로 나타나며 그 주변 영역에 부엽 신호가 나타난다. 부엽 신호는 일정한 허상과 같은 역할을 하며 공동 현상의 해석에 도움이 되지 않으며, 주엽 신호는 특정 시간 프로임의 영상에서 최대값을 가진다.

[0033] 수동 공동 영상에서 주엽 신호가 최대값을 가지는 시점에서 영상점의 크기와 위치 정보만으로 영상을 재구성하며, 부엽의 영향이 제거된 수동 공동 영상을 얻을 수 있다. 도 5의 (b)에 예시된 것처럼 DAS 빔포밍에 의해 얻

어진 영상에서 가장 밝은 영상점이 공동 현상의 신호에 의하여 발생한 주엽의 위치가 된다. 본 발명의 실시예에 서는, 도 5의 (c)에 예시된 것처럼 영상에서 최대 밝기를 가지는 위치 영역에서 크기 정보를 표시하는 방식을 이용함으로써, 수동 공동 영상의 부엽을 제거할 수 있고 동시에 주엽에 대한 특성적인 정보, 예를 들어 크기, 위치 및 시간을 표시할 수 있다.

[0034] 도 8은 도 6의 영상을 이용하여 도 7에 도시된 것과 같이 기포 파열이 발생한 시간 프레임에서 영상의 최대값이 나타나는 위치 영역과 크기를 재구성한 영상을 보여준다. 도 8의 (a)는 수동 공동 현상이 발생한 모든 시간 프레임에서 최대 밝기 값을 추출하여 모든 시간 프레임에 대해 중첩하여 배경 영상인 B-모드 영상 위에 표시한 것을 보여주며, 부엽이 제거되어 작은 크기의 수동 공동 현상도 잘 표시됨을 알 수 있다. 그리고 도 8의 (b)는 공동 현상의 발생 위치 및 시점을 재구성하여 배경 영상인 B-모드 영상 위에 표시한 것을 보여준다. 배경 영상은 수동 공동 현상이 발생하는 영역의 영상으로 B-모드 영상 뿐만 아니라 M-모드 영상, 3D 영상, 컴파운팅 영상 등 일 수도 있다. 도 8의 (a)에서 색상은 신호의 크기를 나타내며 도 8의 (b)에서 색상은 발생 시점을 나타낸다.

[0035] 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 수동 공동 영상을 표시하는 방법의 단계를 차례로 보여주는 도면이다. 도 9를 참조하면, 먼저 이미지 프로브(20)를 이용하여 수동 공동 현상에 대한 초음파 신호(RF 데이터)를 수신하며(도 9의 (a) 참조), 수신된 RF 데이터를 이용하여 DAS 빔포밍 방법에 의해 미리 정해진 각 시간 프레임에서 공동 현상에 대한 제1 수동 공동 영상을 생성한다(도 9의 (b) 참조). 그리고 나서 각 시간 프레임에서의 제1 수동 공동 영상에서 미리 정해진 일정 값 이상의 신호 크기를 가는 주엽 영역을 선택하고 나머지 부엽 영역의 신호를 삭제하여 최대 크기 신호 영역이 표시된 제2 수동 공동 영상을 생성한다(도 9의 (c) 참조). 이때 최대 크기 값을 가지는 주엽 영역은 미리 정해진 일정 값 이상의 신호 크기를 가지는 영역으로 선정될 수 있다. 이때, 제2 수동 공동 영상은 최대 크기 신호 영역의 신호 크기에 대한 정보를 포함할 수 있으며, 신호 크기에 대한 정보는 칼라 또는 그레이 스케일 이미지로 표현될 수 있다. 또한 제2 수동 공동 영상은 최대 크기 신호 영역의 신호 발생 시간에 대한 정보를 포함할 수 있으며, 신호 발생 시간에 대한 정보는 칼라 또는 그레이 스케일 이미지로 표현될 수 있다. 그리고 나서 각 시간 프레임에 대해 얻어진 최대 크기 신호 영역이 표시된 제2 수동 공동 영상을 겹쳐서 주엽 수동 공동 영상을 생성하고(도 9의 (d) 참조), 생성된 주엽 영상을 배경 영상(여기서는 B-모드 영상) 위에 표시하여 최종적인 수동 공동 영상을 생성한다(도 9의 (e) 참조).

[0036] 위에서 설명한 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따르면, 공동 현상으로 방출된 초음파 신호의 강도를 시공간적으로 영상화한 수동 공동 영상에서 복잡한 부엽이 제거되며 초음파 공동 현상의 핵심 정보인 파열 위치, 시점 및 강도를 특성적으로 영상화할 수 있다. 이에 의해 초음파의 치료적 효과에 중요한 공동 현상으로 인해 방출된 이차적인 초음파 신호의 시공간적인 특성을 임상적으로 관찰할 수 있다.

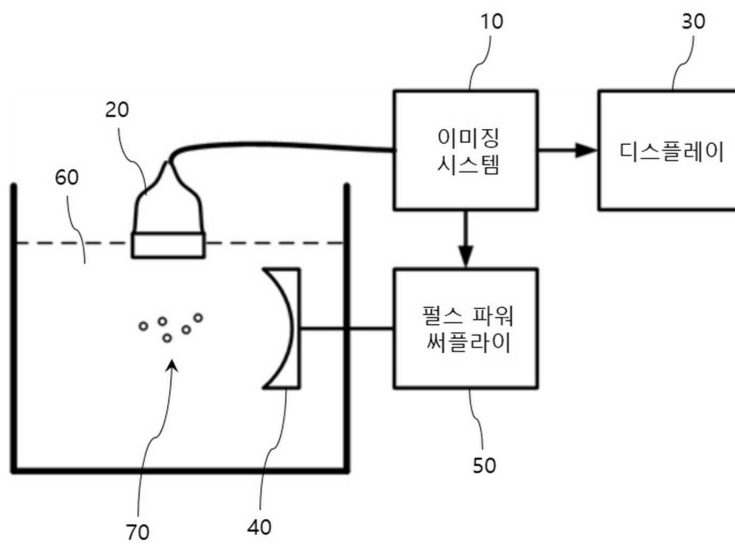
[0037] 이상에서 본 발명의 실시예를 설명하였으나, 본 발명의 권리범위는 이에 한정되지 아니하며 본 발명의 실시예로부터 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 용이하게 변경되어 균등한 것으로 인정되는 범위의 모든 변경 및 수정을 포함한다.

부호의 설명

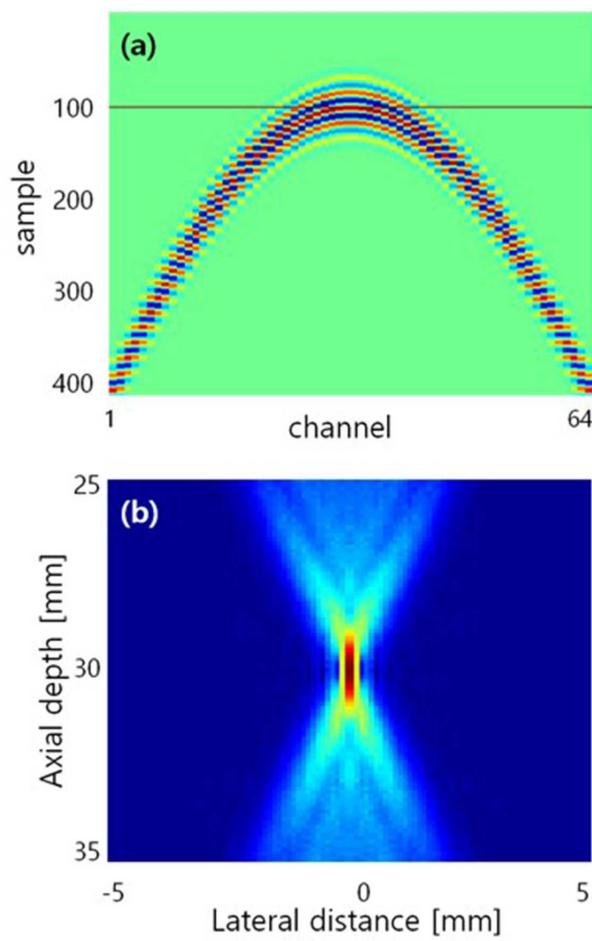
[0038] 10: 이미징 시스템
20: 이미징 프로브
30: 디스플레이
40: 초음파 트랜스듀서
50: 펄스 파워 쉐플라이
60: 초음파 전달 매질
70: 기포군

도면

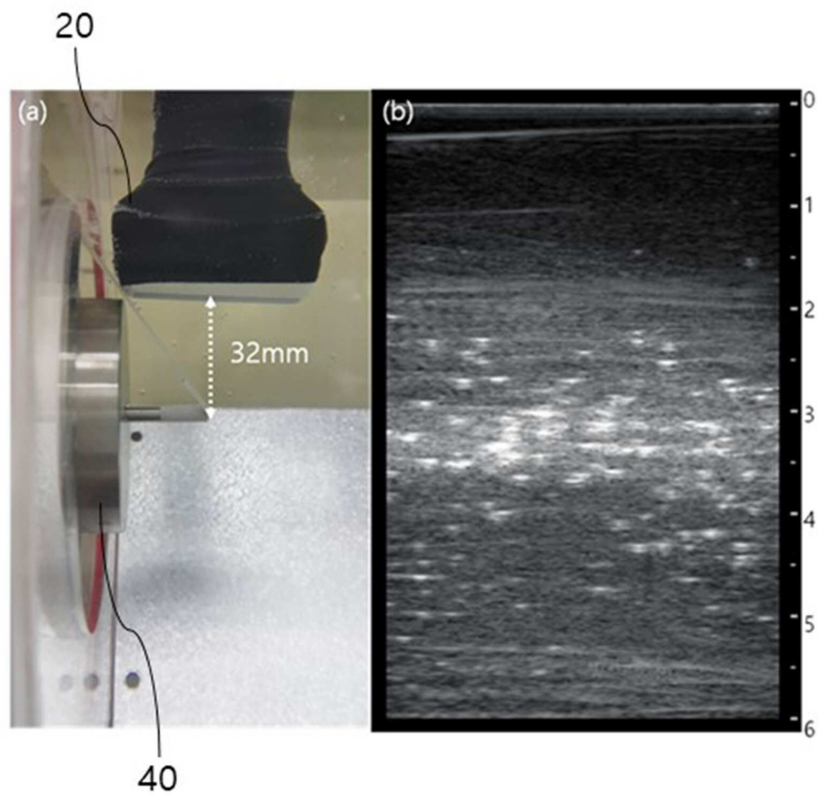
도면1



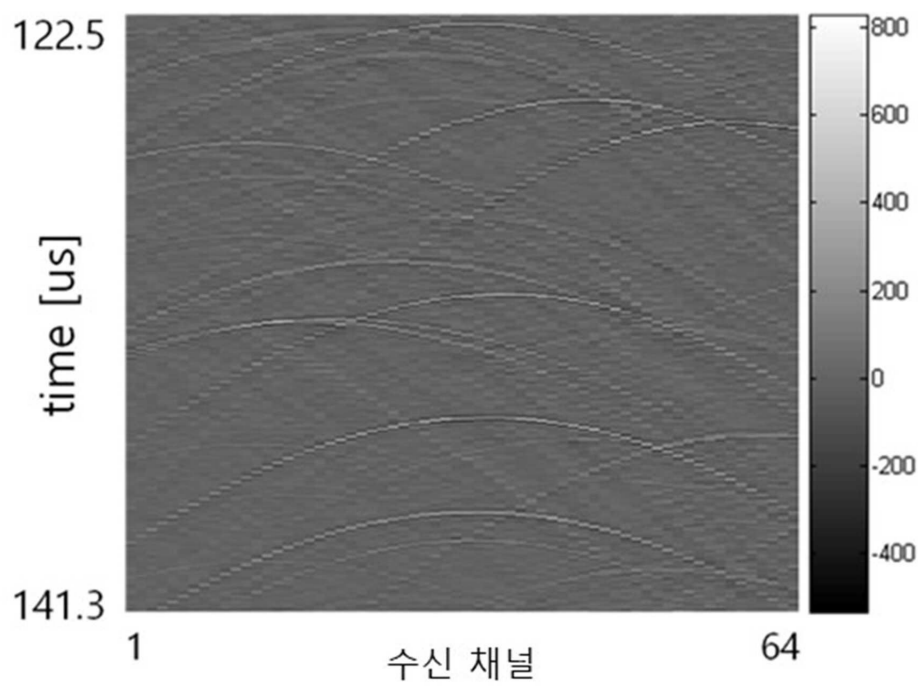
도면2



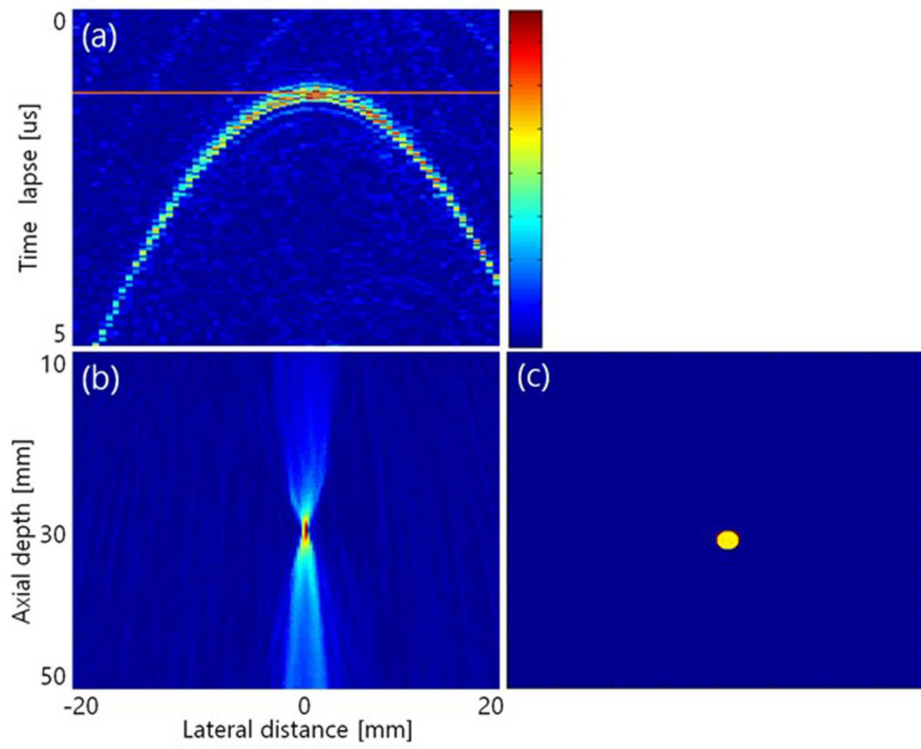
도면3



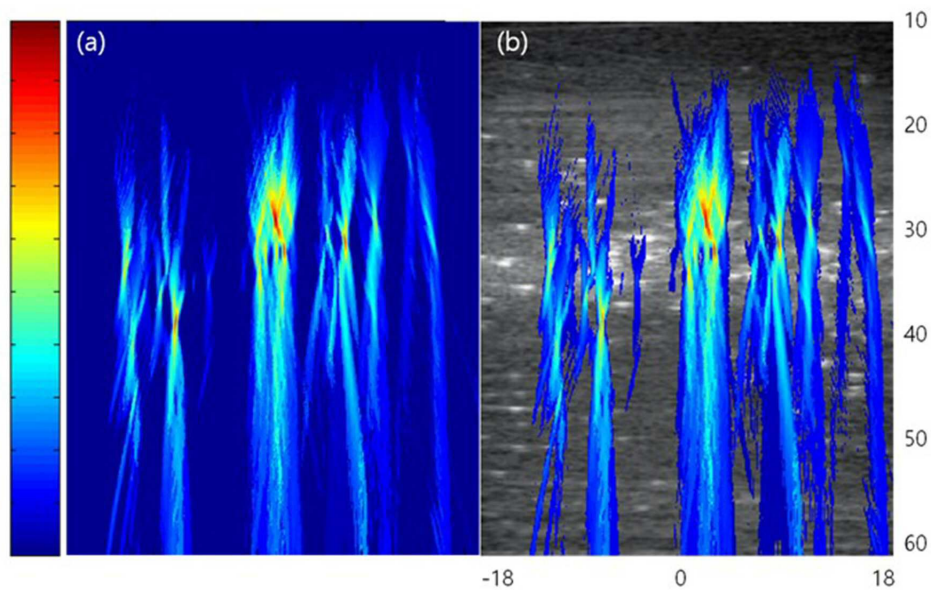
도면4



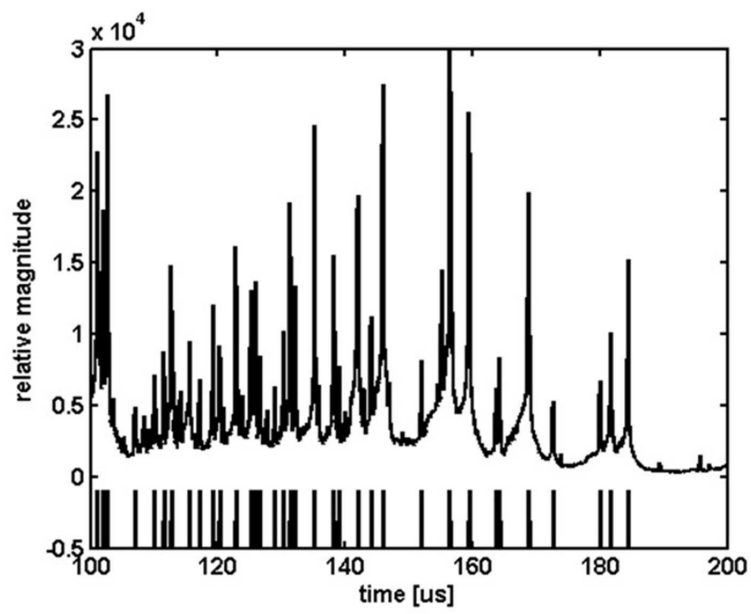
도면5



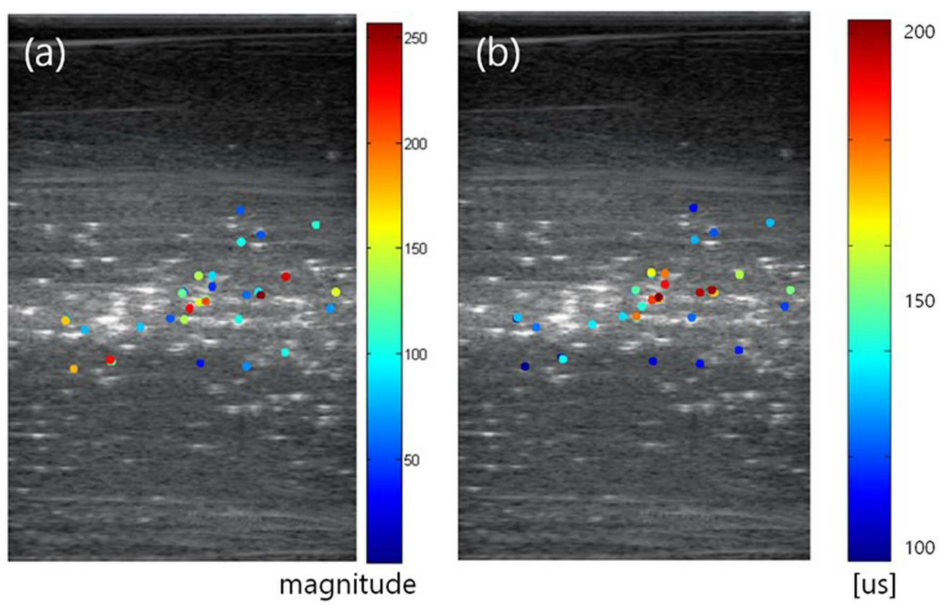
도면6



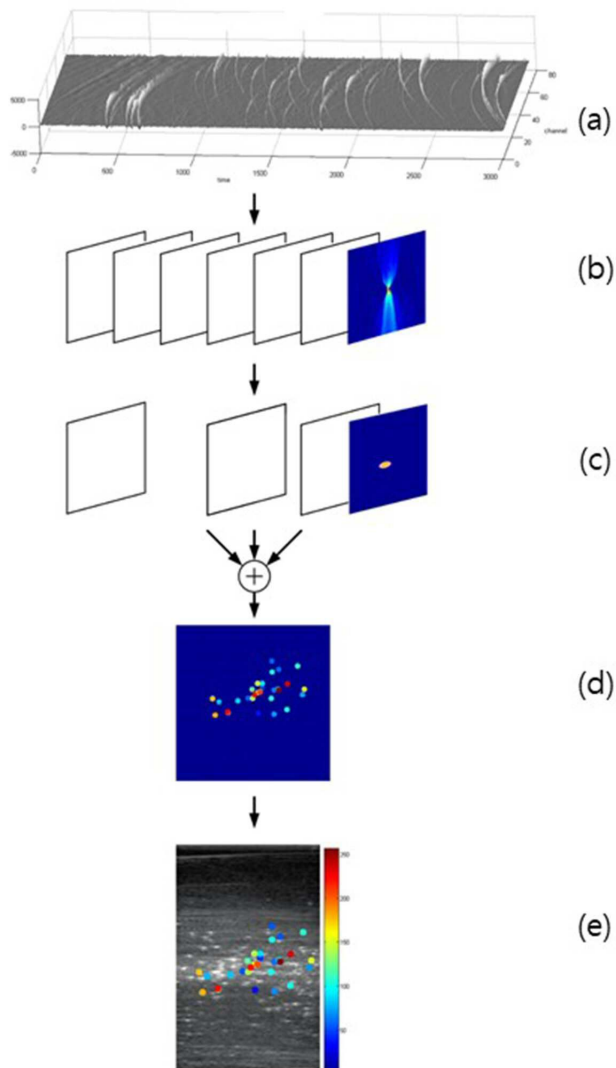
도면7



도면8



도면9



专利名称(译)	用于显示被动关节图像的方法和设备		
公开(公告)号	KR102123072B1	公开(公告)日	2020-06-16
申请号	KR1020190011463	申请日	2019-01-29
[标]申请(专利权)人(译)	济州国立大学产学合作基金会 大津UNIV%用于教育INDAL合作		
申请(专利权)人(译)	济州国立大学产学合作基金会 大津大学学术合作		
当前申请(专利权)人(译)	济州国立大学产学合作基金会 大津大学学术合作		
[标]发明人	최민주 정목근 권성재		
发明人	최민주 정목근 권성재		
IPC分类号	A61B8/08 G01H17/00 G06T3/40 G06T7/90		
CPC分类号	A61B8/5207 G01H17/00 G06T3/40 G06T7/90 G06T2207/10132		
审查员(译)	盒中丸		

摘要(译)

一种显示无源腔图像的方法，该无源腔图像是示出无源空化的特征信息的图像，其包括接收由无源空化引起的超声信号，并且预先通过使用接收到的超声信号的DAS波束形成方法来确定。在每个时间帧中生成多个用于被动气蚀的第一被动腔图像，从每个第一被动腔图像中选择大小等于或大于预定大小的主瓣区域，并删除其余旁瓣区域的信号 生成其中显示最大尺寸信号区域的多个第二被动关节图像，将针对每个时间帧获得的多个第二被动关节图像进行叠加，并在各个时间帧中显示主要关节区域。 并通过在背景图像上显示主关节被动关节图像来生成被动关节图像。

