



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0108071
(43) 공개일자 2019년09월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 8/08 (2006.01) A61B 8/00 (2006.01)
A61B 8/14 (2006.01)
(52) CPC특허분류
A61B 8/5207 (2013.01)
A61B 8/14 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2019-0028279
(22) 출원일자 2019년03월12일
심사청구일자 2019년03월13일
(30) 우선권주장
15/919,903 2018년03월13일 미국(US)

(71) 출원인
지멘스 메디컬 솔루션즈 유에스에이, 인크.
미국 펜실베이니아 앨버튼 리버티 블러바드 40 (우 : 19355)
(72) 발명자
로첸츠바이크, 스티븐 제이.
미국 98122 워싱턴 시애틀 나글 플레이스 1641 아
파트먼트 206
도드, 스티어링
미국 98056 워싱턴 렌턴 노스 레이크 워싱턴 블러
바드 4100
(74) 대리인
특허법인 남앤남

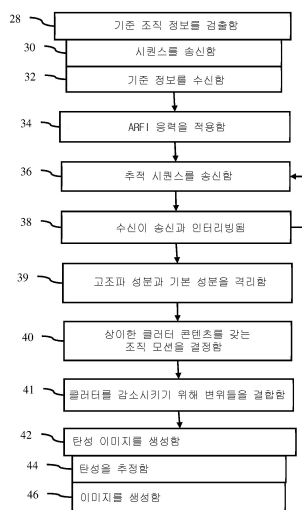
전체 청구항 수 : 총 13 항

(54) 발명의 명칭 음향 방사력-기반 초음파 이미징에서의 적응식 클러터 필터링

(57) 요약

초음파 탄성 이미징(42)에서의 클러터 감소를 위해, 상이한 주파수 성분들(예컨대, 송신 기본 주파수 성분과 전파 생성 제2 고조파 주파수 성분)에 대한 클러터의 기여는 상이하다. 그 결과, 탄성 이미징(42)을 위해 사용되는 변위들에 대한 클러터 기여를 감소(41)시키기 위해, 상이한 주파수 대역들에서 결정(40)된 변위들의 차이가 사용된다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

A61B 8/54 (2013.01)

명세서

청구범위

청구항 1

초음파 스캐너를 이용한 탄성 이미징에서의 클러터(clutter) 감소를 위한 방법으로서,

상기 초음파 스캐너의 변환기로부터 환자의 조직으로 음향 방사력을 송신하는 단계(34) - 상기 조직은 상기 음향 방사력에 의해 유발되는 응력에 반응함 -;

상기 초음파 스캐너에 의해, 초음파 펄스(pulse)들의 시퀀스(sequence)를 송신하는 단계(36);

상기 초음파 스캐너에 의해, 상기 시퀀스의 상기 초음파 펄스들에 응답하는 초음파 에코(echo)들을 수신하는 단계(38);

상기 초음파 에코들의 고조파 성분들과 기본 성분들을 격리(isolate)하는 단계(39);

상기 초음파 에코들의 상기 고조파 성분들의 제1 변위들 및 상기 초음파 에코들의 상기 기본 성분들의 제2 변위들을 결정하는 단계(40);

상기 제1 변위들로부터 차이를 감산함으로써 결합 변위들을 형성하는 단계(41) - 상기 차이는 상기 제2 변위들로부터의 상기 제1 변위들의 차이임 -;

상기 결합 변위들로부터 탄성을 추정하는 단계(44); 및

상기 탄성의 이미지를 생성하는 단계(42)

를 포함하는,

방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 격리하는 단계(39)는, 상기 초음파 펄스들의 반전된(inverted) 펄스들로부터의 초음파 에코들을 합산하는 것으로부터 고조파 성분을 격리하는 단계(39), 및 상기 초음파 펄스들의 상기 반전된 펄스들로부터의 상기 초음파 에코들을 감산하는 것으로부터 기본 성분을 격리하는 단계(39)를 포함하는,

방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제1 변위들 및 상기 제2 변위들을 결정하는 단계(40)는, 시간 및 위치에 따른 변위의 제1 변위 프로파일(profile) 및 제2 변위 프로파일을 결정하는 단계(40)를 포함하는,

방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 형성하는 단계(41)는 상기 차이, 상기 제1 변위들, 상기 제2 변위들, 및/또는 이들의 결합을 가중하는 단계를 포함하는,

방법.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 초음파 펄스들을 송신하는 단계, 시간에 걸쳐 상기 초음파 에코들을 수신하는 단계(38), 상기 결정하는 단계(40), 상기 형성하는 단계(41), 및 상이한 공간 위치들에 대해 추정하는 단계(44)를 반복하는 단계를 더 포함하고,

상기 이미지를 생성하는 단계(42)는, 상기 상이한 공간 위치들에 따른 상기 탄성을 표현하는 이미지를 생성하는 단계(42)를 포함하는,

방법.

청구항 6

초음파 스캐너를 이용한 탄성 이미징에서의 클러터 감소를 위한 방법으로서,

음향 방사력에 대해 응답하는 조직 움직임을 추적함에 있어서, 수신 신호들의 고조파 주파수 성분의 변위들 및 다른 주파수 성분으로부터의 변위들을 독립적으로 결정하는 단계(40);

상기 고조파 주파수 성분으로부터의 변위들과 상기 다른 주파수 성분으로부터의 변위들을 결합하는 단계(41) - 상기 결합하는 단계(41)는, 상기 고조파 주파수 성분 또는 상기 다른 주파수 성분이 더 강한, 상기 수신 신호들이 비롯된 공간 구역에 기반하여 가중하여 결합함 -;

결합 변위들로부터 탄성을 추정하는 단계(44); 및

상기 탄성의 이미지를 생성하는 단계(42)

를 포함하는,

방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 독립적으로 결정하는 단계(40)는, 상기 수신 신호들의 기본 성분으로부터 감소된 정보를 갖는 제2 고조파 주파수 성분으로부터의 변위들로서, 상기 고조파 주파수 성분으로부터의 변위들을 결정하는 단계(40), 및 상기 제2 고조파 주파수 성분으로부터 감소된 정보를 갖는 기본 주파수 성분으로부터의 변위들로서, 상기 다른 주파수 성분으로부터의 변위들을 결정하는 단계(40)를 포함하는,

방법.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 결합하는 단계(41)는, 상기 고조파 주파수 성분으로부터의 변위들로부터 차이를 감산하는 단계를 포함하고, 상기 차이는 상기 다른 주파수 성분으로부터의 변위들과 상기 고조파 주파수 성분으로부터의 변위들 사이의 차이인,

방법.

청구항 9

제6항에 있어서,

상기 가중하여 결합하는 단계(41)는, 상기 고조파 주파수 성분과 상기 다른 주파수 성분에서의, 체벽(body wall)으로부터의 신호 대 관심 조직으로부터의 신호의 비율(proportion)의 차이를 사용하는 단계를 포함하는,

방법.

청구항 10

탄성 이미징에서의 클러터 감소를 위한 시스템으로서,

음향 방사력 펄스와 추적 펄스들을 송신하도록 구성된 송신 빔형성기(beamformer)(72) - 상기 추적 펄스들은 반전된 극성들을 가짐 -;

상기 추적 펄스들에 인터리빙된(interleaved) 신호들을 수신하도록 구성된 수신 빔형성기(76);

상기 반전된 극성들을 갖는 상기 추적 펄스들로부터의 수신 신호들의 합에 기반하여, 짝수 고조파 정보를 출력하도록, 그리고 상기 수신 신호들에 기반하여 기본 정보를 출력하도록 구성된 필터(filter)(84);

상기 짝수 고조파 정보와 상기 기본 정보로부터, 음향 방사력에 반응하는 조직의 변위들을 검출하도록, 그리고 상기 짝수 고조파 정보로부터의 변위들과 상기 기본 정보로부터의 변위들의 결합(compound)으로부터 탄성을 생성하도록 구성된 이미지 프로세싱(processing)(78); 및

상기 탄성을 표시하도록 구성된 디스플레이(display)(80)

를 포함하는,

시스템.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 송신 빔형성기(72)는 상기 추적 펄스들을, 상기 펄스들 중 하나 걸러 하나의 펄스가 상기 펄스들 중 인접 펄스로부터 180도 위상차(out of phase)를 갖는 펄스들로 시퀀스로 송신하도록 구성되며, 상기 필터(84)는 상기 반전된 극성들을 갖는 상기 추적 펄스들로부터의 상기 수신 신호들의 감산으로서 상기 기본 정보를 출력하도록 구성되는,

시스템.

청구항 12

제10항에 있어서,

상기 이미지 프로세싱(78)은, 상기 짝수 고조파 정보와 상기 기본 정보로부터 상기 변위들을 별개로 검출하도록 구성되는,

시스템.

청구항 13

제10항에 있어서,

상기 이미지 프로세싱(78)은 상기 결합으로부터 상기 탄성을 생성하도록 구성되며, 상기 컴파운드는 상기 짝수 고조파 정보로부터의 상기 변위들과 상기 기본 정보로부터의 상기 변위들의 차이를 포함하는,

시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 실시예들은, 음향 방사력(ARF; acoustic radiation force)을 사용하는 초음파를 이용한 탄성 이미징(imaging)에 관한 것이다. 초음파 탄성 이미징은 조직의 탄력 특성들을 특성화하는 상이한 이미징 기법들, 이를테면, 음향 방사력 임펄스(ARFI; acoustic radiation force impulse) 이미징 또는 전단파 탄성 이미징(SWEI; shear wave elasticity imaging)을 포함한다. 이들 기법들은 구조 및/또는 병리(pathology)를 특성화한다.

배경 기술

[0002] 하나의 상당한 잡음 소스(source)는 클러터(clutter)로 보통 지칭되는, 다른 구조들(예컨대, 체벽)로부터의 초음파 잡음이다. 빔형성(beamforming) 동안, 데이터(data)는 관심 조직과 다른 구조들 둘 모두로부터의 수신 에코(echo)들의 결합을 포함한다. 그러므로, 탄성 이미징을 위한 변위들을 추적하는 데 이 데이터를 사용하여, 추정되는 변위는, 다른 구조들에서의 변위들과 관심 조직에서의 변위들의 결합이다. 다른 구역들로부터

의 변위들은 잡음으로 간주된다.

[0003] [0003] 잡음으로부터 유효 변위 신호를 분리하는 하나의 방법은 고조파 추적을 사용하는 것이다. 고조파 추적은 일반적으로, 다른 구조와 관심 조직으로부터의 신호들을 음향적으로 분리할 때에 효과적인데, 그 이유는 고조파에서의 수신 에코들이, 통상적으로 관심 조직에 대응하는, 필드(field)에서의 고압력 구역에서 우선적으로 생성되기 때문이다. 다른 방법들은 다수의 추적 송신들로부터의 전단파와 전파를 합성(synthesizing)하는 것, 시간 정렬된 순차적 추적을 이용하여 합성하는 것, 또는 넓은 음향 송신 및 병렬 수신 빔형성을 사용하여 동시에 추적하는 것을 포함한다. 이들 방법들에서, 고조파 추적은 간에 대한 수신 에코들의 국소화(localization)를 개선시키지만, 수신 에코들 중 일부는 여전히 체벽으로부터 나온다. 비교적 높은 신체-질량 지수를 갖는 환자들의 경우, 심지어 고조파 추적에 대해서도, 더 큰 비율(proportion)의 수신 에코들이 클러터이다.

발명의 내용

[0004] [0004] 도입부로서, 아래에서 설명된 바람직한 실시예들은 초음파 탄성 이미징에서의 클러터 감소를 위한 방법들, 명령들, 및 시스템(system)들을 포함한다. 상이한 주파수 성분들(예컨대, 송신 기본 주파수 성분과 전파 생성 제2 고조파 주파수 성분)에 대한 클러터의 기여(contribution)는 상이하다. 그 결과, 탄성 이미징을 위해 사용되는 변위들에 대한 클러터 기여를 감소시키기 위해, 상이한 주파수 대역들에서 결정된 변위들의 차이가 사용된다.

[0005] [0005] 제1 양상에서, 초음파 스캐너(scanner)를 이용한 탄성 이미징에서의 클러터 감소를 위한 방법이 제공된다. 초음파 스캐너의 변환기로부터 환자의 조직으로 음향 방사력이 송신된다. 조직은 음향 방사력에 의해 유발되는 응력에 반응한다. 초음파 스캐너는 초음파 펄스(pulse)들의 시퀀스(sequence)를 송신하고, 이 시퀀스의 초음파 펄스들에 응답하는 에코들을 수신한다. 초음파 에코들의 고조파 성분들과 기본 성분들이 격리된다. 초음파 에코들의 고조파 성분들의 제1 변위들과 초음파 에코들의 기본 성분들의 제2 변위들이 결정된다. 제1 변위들로부터 차이를 감산함으로써 결합 변위들이 형성된다. 이 차이는 제2 변위들로부터의 제1 변위들의 차이이다. 결합 변위들로부터 탄성이 추정되고, 탄성의 이미지(image)가 생성된다.

[0006] [0006] 제2 양상에서, 초음파 스캐너를 이용한 탄성 이미징에서의 클러터 감소를 위한 방법이 제공된다. 음향 방사력에 대한 응답으로 조직 운동을 추적할 때, 수신 신호들의 고조파 주파수 성분과 다른 주파수 성분으로부터 변위들이 독립적으로 결정된다. 고조파 주파수 성분으로부터의 변위들과 다른 주파수 성분으로부터의 변위들이 결합된다. 이 결합은, 고조파 주파수 성분 또는 다른 주파수 성분이 더 강한 수신 신호들이 비롯된 공간 구역에 기반하여 가중한다. 결합 변위들로부터 탄성이 추정되고, 탄성의 이미지가 생성된다.

[0007] [0007] 제3 양상에서, 탄성 이미징에서의 클러터 감소를 위한 시스템이 제공된다. 송신 빔형성기(beamformer)는 음향 방사력 펄스와 추적 펄스들을 송신하도록 구성된다. 추적 펄스들은 반전된(inverted) 극성들을 갖는다. 수신 빔형성기는 추적 펄스들과 인터리빙된(interleaved) 신호들을 수신하도록 구성된다. 필터(filter)는, 반전된 극성들을 갖는 추적 펄스들로부터의 수신 신호들의 합에 기반하여, 짝수 고조파 정보를 출력하도록, 그리고 수신 신호들에 기반하여 기본 정보를 출력하도록 구성된다. 이미지 프로세서(processor)는, 짝수 고조파 정보와 기본 정보로부터, 음향 방사력에 반응하는 조직의 변위들을 검출하도록, 그리고 짝수 고조파 정보로부터의 변위들과 기본 정보로부터의 변위들의 결합(compound)으로부터 탄성을 생성하도록 구성된다. 디스플레이(display)는 탄성을 디스플레이(display)하도록 구성된다.

[0008] [0008] 본 발명은 다음의 청구항들에 의해 정의되고, 본 섹션(section)의 아무것도 그러한 청구항들에 대한 제한으로서 취해지지 않아야 한다. 본 발명의 추가적인 양상들 및 장점들은 바람직한 실시예들과 함께 아래에서 논의되고, 독립적으로 또는 결합하여 추후에 청구될 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0009] [0009] 구성요소들 및 도면들이 반드시 실체에 맞는 것은 아니며, 대신에, 본 발명의 원리들을 예시할 때 강조가 이루어진다. 게다가, 도면들에서, 유사한 참조 부호들은 상이한 도면들 전체에 걸쳐 대응하는 부분들을 표기한다.

[0010] 도 1은 탄성 이미징에서의 클러터 감소를 위한 방법의 일 실시예의 흐름도 다이어그램(diagram)이고;

[0011] 도 2는 상이한 극성들을 갖는 송신 펄스들의 예시적인 시퀀스를 예시하고;

[0012] 도 3은 팬텀(phantom)에서의 상이한 방위각 위치들에서 기본파(fundamental), 고조파, 그리고 결합된 기

본과 및 고조파의 시간에 걸친 예시적인 변위들을 도시하고;

[0013] 도 4는 도 3의 기본과, 고조파, 그리고 결합된 기본과 및 고조파에서의 변위들에 대한 시간에 따른 방위각 위치의 예시적인 이미지들을 도시하고;

[0014] 도 5는 높은 신체-질량 지수 환자에서의 상이한 방위각 위치들에서 기본과, 고조파, 그리고 결합된 기본과 및 고조파의 시간에 걸친 예시적인 변위들을 도시하고;

[0015] 도 6은 도 5의 기본과, 고조파, 그리고 결합된 기본과 및 고조파에서의 변위들에 대한 시간에 따른 방위각 위치의 예시적인 이미지들을 도시하며; 그리고

[0016] 도 7은 탄성 이미징에서의 클러터 감소를 위한 시스템의 일 실시예의 블록(block) 다이어그램이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0010] [0017] 음향 방사력(ARF; acoustic radiation force)-기반 초음파 이미징은 적응식 클러터 필터링(filtering)을 사용한다. 변위들의 고조파 추적이 변위들을 국소화시키는 것을 돕지만, 소정의 이미징 시나리오(scenario)들(예컨대, 체벽으로부터의 클러터가 존재하는, 간의 탄성 이미징)에서, 신호의 일부분은 여전히 다른 구조들로부터 비롯된다. 고조파 추적을 활용할 때, 수신 에코들의 기본 성분과 수신 에코들의 고조파 성분을 이용하여 변위들이 독립적으로 추정된다. 기본 신호로부터의 변위 추정치와 고조파 신호로부터의 변위 추정치는, 고조파 추적을 단독으로 사용하는 것과 비교하여 클러터 잡음을 추가로 감소시키는 방식으로 결합된다. 다른 구조와 관심 조직으로부터의 신호의 비율은, 고조파 신호와 비교하여 기본 신호에서는 상이하다. 기본적으로 추적된 변위 데이터와 고조파적으로 추적된 변위 데이터 둘 모두는, 기본 신호 또는 고조파 신호로부터의 에코들이 더 강한 관심 조직의 구역들로부터의 변위들을 우선적으로 가중한다. 기본 신호로부터의 변위 추정치와 고조파 신호로부터의 변위 추정치를 결합함으로써, 잡음 소스가 감소될 수 있다. 고조파 추적과 비교할 때, 변위 추정치들에 오류를 일으키는 잡음 소스들이 추가로 감소되어서, 조직 강성도(stiffness)의 더욱 강건한 정량화가 제공된다.

[0011] [0018] 도 1은 초음파 스캐너를 이용한 탄성 이미징에서의 클러터 감소를 위한 방법의 일 실시예를 도시한다. 임의의 송신 및/또는 수신 기법을 사용하여, 상이한 주파수 대역들에서의 수신 신호들이 생성된다. 각각의 주파수 대역에 대한 변위들이 계산된다. 변위들은, 클러터를 감소시키기 위한 방식으로 결합된다. 관심 조직(예컨대, 간) 내에 대한 추정된 변위의 국소화를 추가로 개선시키기 위해, 적응식 클러터 필터링은, 고조파 추적을 사용하면서, 상이한 주파수 대역들 둘 모두로부터 추정된 변위들을 결합한다. 결합 변위들로부터 탄성 이미지가 생성되어서, 환자의 더 나은 이미지들 및/또는 탄성 값들의 추가 정밀성이 제공된다.

[0012] [0019] 방법은 도 7의 시스템 또는 상이한 시스템에 의해 구현된다. 송신 빔형성기와 수신 빔형성기는, 동작들(28-38)에서 푸싱(pushing) 펄스로서 ARFI를 적용하고 조직 반응을 추적하는 것을 포함하여, 환자에 송신하고 이 환자로부터 수신하기 위해, 변환기를 사용한다. ARFI 초점에 있는 조직 또는 이 초점으로부터 이격된, 진단과를 겪는 조직이 추적된다. 동작(39)에서, 필터가 상이한 주파수 대역들에서의 정보를 격리할 수 있다. 동작들(40-46)에서, 이미지 프로세서는 조직 모션(motion)을 결정하고, 변위들을 결합하며, 그리고 탄성 이미지를 생성한다. 상이한 디바이스(device)들, 이를테면 초음파 스캐너의 다른 부분들이 동작들 중 임의의 동작을 수행할 수 있다.

[0013] [0020] 부가적인, 상이한, 또는 더 적은 개수의 동작들이 제공될 수 있다. 예컨대, 동작들(28, 30, 및/또는 32)은 수행되지 않는다. 다른 예로서, 초음파 스캐너를 구성하고, 변환기를 포지셔닝(positioning)하며, 그리고/또는 결과들을 레코딩(recording)하기 위한 동작들이 제공된다.

[0014] [0021] 동작들은 설명되거나 또는 도시된 순서로(즉, 위에서 아래로) 수행되지만, 다른 순서들로 수행될 수 있다. 예컨대, 동작(28)은 동작(38) 후에 수행될 수 있다. 다른 예로서, 동작들(36 및 38)은 병렬로 수행되거나 또는 반복된다(예컨대, 송신, 그런 다음 수신, 그런 다음 송신, 그런 다음 수신 등).

[0015] [0022] 동작(28)에서, 초음파 스캐너는 기준(reference) 조직 정보를 검출한다. ARFI에 의해 유발되는 변위를 결정하기 위해, ARFI를 겪지 않은 또는 나머지에 있는 조직이 스캐닝된다(scanned). 이 스캐닝(scanning)은 동작(34)에서의 ARFI의 송신 전에 일어나지만, 다른 시간들에 수행될 수 있다. 응력에 대한 조직 반응이 피크(peak) 응력을 기준으로 그 전에, 그 후에, 또는 둘 모두에서 측정될 수 있기 때문에, 응력의 적용 전에 또는 조직이 이완 상태로 되돌아간 후에 기준 조직 포지션(position)에 대한 송신이 수행된다.

- [0016] [0023] 동작들(30 및 32)은 기준 정보를 위한 스캐닝의 2개의 예들을 제공한다. 동작(30)에서, 응력의 적용 및 이 응력에 대한 조직 반응의 측정 전에, 펄스들의 시퀀스가 조직에 송신된다. 시퀀스는 동작(36)에서 제공되는 것과 동일한데, 이를테면, 전부가 동일한 주파수 대역 및 중심 주파수를 갖는 펄스들의 시퀀스이다. N 개의 펄스들의 하나의 세트(set)가, ARFI가 적용되기 전에 송신되고, 변위 추정을 위한 기준 데이터를 획득하기 위해 사용된다. N 은 각각의 공간 위치 또는 공간 위치들의 그룹(group)에 대한 임의의 양의 정수일 수 있다.
- [0017] [0024] 동작(32)에서, 기준 정보가 수신된다. 송신들로부터의 에코들에 대한 응답으로 변환기에 의해 생성된 전기 신호들이 수신된다. 신호들은 주파수 대역에 의해, 이를테면, 필터링(filtering), 복조와 필터링, 및/또는 펄스 페이징(phasing)(반전(inversion))에 의해 분리된다. 각각의 분리가능 신호에 대한 빔형성된 샘플 (beamformed sample)들의 동상 및 직교(IQ; in-phase and quadrature) 쌍들이 생성된다. 대안적으로, 기준 정보는 주파수 성분에 의해 분리되지 않는다.
- [0018] [0025] 검출 없는 빔형성된 데이터가 기준으로서 사용된다. 다른 실시예들에서, 기준 조직 정보를 검출하기 위해, 분리된 신호들이 사용된다. 임의의 유형의 검출, 이를테면 세기의 B-모드(mode) 검출이 사용될 수 있다. 검출된 정보는 동작(30)에서의, 응력의 적용 전의 송신에 응답한다. 상이한 주파수들에 대해 조직 정보가 별개로 검출된다. 대안적으로, 조직 정보는 상이한 주파수들의 평균에 기반하여 또는 하나의 주파수에 기반하여 검출된다.
- [0019] [0026] 동작(34)에서, 초음파 스캐너는 응력을 조직에 적용하기 위해 변환기를 사용한다. 예컨대, 일 지점 또는 관심 구역에 초점이 맞춰진 ARFI가 송신된다. 초점이 맞춰진 영역에 ARFI가 적용될 때, 조직은 움직임으로써 이 적용된 힘에 반응한다. 본래 위치 또는 이완 상태를 기준으로, 조직은 변위된다. 각각의 주어진 공간 위치에서, 이 변위가 증가하고, 그런 다음 제로(zero)로 회복되어서, 시간 변위 프로파일(profile)이 야기된다. 조직 특성들은 변위에 영향을 끼친다.
- [0020] [0027] ARFI는 주기적인 펄스형(pulsed) 파형의 임의의 개수의 사이클(cycle)들(예컨대, 수십 또는 수백 개의 사이클들)에 의해 생성될 수 있다. 예컨대, ARFI는 100-1000개의 사이클들을 갖는 푸싱 펄스로서 송신된다. 송신되는 음향 파가 관심 구역에 전파되어서, 에너지(energy)의 축적(deposition)이 유발되고, 조직 변위가 유도된다.
- [0021] [0028] 동작들(36 및 38)은, 방사력이 적용된 후에 그리고 조직이 응력에 반응하고 있는 동안에 일어난다. 예컨대, 응력의 적용 또는 응력의 변화 후에, 그리고 조직이 이완 상태에 이르기 전에, 송신 및 수신이 일어난다. 동작(38)의 수신과 실시간으로 동작(40)에서의 모션의 검출이 일어난다. 대안적으로, 조직이 이완 상태에 이른 후에, 저장된 신호들로부터 동작(40)의 검출이 수행된다.
- [0022] [0029] 수신 빔(beam)들에 대한 스캔 라인(scan line)들에서의 조직의 반응이 검출된다. 초음파의 송신들에 대한 응답으로, 초음파 데이터가 수신된다. 송신들과 수신들은 단일 공간 위치(예컨대, 적용된 응력의 초점에 인접한 지점)에 대해, 일 라인을 따라, 면적에 걸쳐, 또는 체적에 걸쳐 수행된다. 시간에 걸쳐 추적하기 위해, 각각의 공간 위치에 대해, 송신들과 수신들의 시퀀스가 제공된다. 각각의 추적 송신에 대한 응답으로 다수의 수신 빔들의 수신을 사용하여, 복수의 측면으로 이격된 위치들 및/또는 깊이들에 대한 데이터가 동시에 수신될 수 있다.
- [0023] [0030] 추적을 위한 동작(36)에서, 초음파 스캐너는 송신 빔들의 시퀀스를 송신한다. 응력에 반응하는 조직에 복수의 초음파 신호들이 송신된다. 복수의 신호들은 별개의 송신 이벤트(event)들에서 송신된다. 송신 이벤트는, 송신에 응답하는 에코들의 수신 없이 송신들이 일어나는 근접한 간격이다. 송신 동안에, 어떤 수신도 존재하지 않는다. 동작(38)에서, 송신 이벤트들의 시퀀스가 수행되는 곳에서, 수신 이벤트들의 대응하는 시퀀스가 또한 수행된다. 각각의 송신 이벤트에 대한 응답으로, 그리고 다음 차례의 송신 이벤트 전에, 수신 이벤트가 수행된다.
- [0024] [0031] 송신 이벤트를 위해, 송신 빔이 형성된다. 각각의 송신 빔은 주파수 응답을 갖는다. 예컨대, 송신 빔은 2개의 사이클들의 2.0 MHz 펄스에 의해 형성된다. 펄스의 스펙트럼(spectrum)은 2.0 MHz에서 에너지 피크를 제공하는데, 다른 주파수에서 아래로 10 또는 20 dB 내에는 어떤 다른 피크들도 없다. 임의의 대역폭이 제공될 수 있다. 이 송신 주파수 대역은 기본 주파수 대역이다.
- [0025] [0032] 송신 빔들을 형성하기 위한 펄스들은 임의의 개수의 사이클들을 갖는다. 예컨대, 3개 이상의 사이클들이 사용될 수 있다. 더 많은 개수의 사이클들이 펄스들의 대역폭을 감소시켜서, 수신 시 더욱 완전한 주파수 분리가 가능하게 될 수 있다. 임의의 엔벨로프(envelope), 펄스 유형(예컨대, 유니폴라(unipolar), 바이폴라

(bipolar), 또는 사인형(sinusoidal)) 또는 파형이 사용될 수 있다.

- [0026] [0033] 클러터 감소를 위해, 송신 빔들의 시퀀스는 전부가 동일한 중심 주파수 및 대역폭을 가질 수 있다. 예컨대, 시퀀스의 각각의 송신은 동일한 펄스 또는 대역폭을 갖는 2.0 MHz 중심 주파수를 가진다. 펄스 반전 또는 다른 페이징이 사용되는 경우, 상이한 송신 펄스들 및 대응하는 빔들은 상이한 위상들 및/또는 최대 진폭들을 가질 수 있다. 예컨대, 시퀀스의 송신 펄스들은 180도 위상차(out of phase)(예컨대, 0도, 180도, 0도, 180도 ...)이다. 상이한 펄스들의 반복 패턴(pattern)이 사용된다. 임의의 패턴, 이를테면 하나 걸러 하나씩 또는 매 3번째의 패턴이 사용될 수 있다. 임의의 개수의 상이한 송신 펄스들이 시퀀스에 사용될 수 있다.
- [0027] [0034] 도 2는 2개의 상이한 극성들을 갖는 초음파 펄스들의 시퀀스의 예를 도시한다. 각각의 실선 화살표는 하나의 위상을 가지는 펄스를 갖는 송신 빔(예컨대, 펄스들이 저전압 또는 0도 위상에서 시작함)을 표현하고, 각각의 파선 화살표는 다른 위상을 가지는 펄스를 갖는 송신 빔(예컨대, 펄스들이 고전압 또는 180도 위상에서 시작함)을 표현한다. 실선 블록은 동작(34)의 ARFI 송신을 표현하며, 따라서 도 2는 이를테면 동작들(30 및 36) 둘 모두를 구현하는, ARFI의 전후 둘 모두에서 펄스 반전의 교번 위상들을 갖는 송신 빔들의 시퀀스를 도시한다. ARFI 전에 그리고/또는 ARFI 후에 임의의 개수의 송신 빔들이 사용될 수 있다. 임의의 고조파 이미징 송신 시퀀스가 사용될 수 있다.
- [0028] [0035] 동작(38)에서, 변환기는 각각의 송신 이벤트에 대한 응답으로 초음파 에코들을 수신한다. 변환기는 에코들을 수신 신호들로 변환하며, 이 수신 신호들은 하나 이상의 공간 위치들을 표현하는 초음파 데이터로 수신 빔형성된다(beamformed). 초음파 스캐너는 수신 신호들의 시퀀스를 수신하는데, 송신 시퀀스의 송신 빔들 각각에 대한 응답으로 수신 빔들이 수신된다.
- [0029] [0036] 수신은 시퀀스의 송신과 인터리빙된다. 각각의 송신 이벤트에 대해, 수신 이벤트가 일어난다. 수신 이벤트는, 관심 깊이 또는 깊이들로부터 에코들을 수신하기 위한 근접한 간격이다. 수신 이벤트는, 송신 이벤트를 중단한 후에 일어난다. 변환기가 주어진 송신에 대한 음향 에너지의 생성을 완료한 후에, 변환기는 응답하는 에코들의 수신을 위해 사용된다. 그런 다음, 동일한 공간 위치 또는 위치들에 대한 다른 송신 및 수신 이벤트 쌍을 반복하기 위해 변환기가 사용되어서, 시간에 걸쳐 조직 반응을 추적하기 위한 인터리빙(interleaving)(예컨대, 송신, 수신, 송신, 수신, ...)이 제공된다.
- [0030] [0037] 도 2는 방사력-기반 탄성 이미징을 위한 2-펄스 고조파 이미징을 위한 펄스 시퀀스를 도시한다. 송신 동작과 수신 동작이 인터리빙된다. 상이한 극성 송신 펄스들에 대한 송신 동작들이 인터리빙되며, 따라서 상이한 극성 송신들에 대한 대응하는 수신 동작들이 인터리빙된다.
- [0031] [0038] 초음파 스캐너는 다른 펄스들에 대한 제1 상대 페이징을 갖는 제1 초음파 펄스들의 시퀀스를 송신한다. 이 예에서, 하나 걸러 하나씩 송신 펄스는 동일한 페이징을 갖는다. 이들 송신 펄스들 각각에 대한 응답으로, 초음파 스캐너는 제1 초음파 에코들을 수신한다. 에코들은 각각의 송신에 대한 응답으로 수신되며, 따라서 제1 초음파 에코들의 시퀀스는 제1 초음파 펄스들의 송신들과 인터리빙되는 상태로 수신된다. 도 2의 예에서, 이러한 송신 이벤트, 그런 다음, 주어진 위상에 대한 수신 이벤트가 9회 일어난다. 도 2에서 화살표에 의해 표현된 각각의 송신 이벤트 사이에 수신 이벤트가 일어나며, 따라서 하나의 이벤트에 대한 제1 초음파 에코들의 수신은 다음 차례의 제2 초음파 펄스의 송신 전에 일어난다.
- [0032] [0039] 초음파 스캐너는 또한, 제2 위상에서 제2 초음파 펄스들의 시퀀스를 송신한다. 제2 위상은 이를테면 180도만큼(반대 극성) 제1 위상과 상이하다. 초음파 스캐너는 제2 상대 페이징을 갖는 제2 초음파 펄스들의 시퀀스를 송신한다. 이 예에서, 하나 걸러 하나씩 송신 펄스는 동일한 제2 위상을 갖는다. 제2 초음파 펄스들은 서로, 그리고 제1 초음파 펄스들에 대한 송신 이벤트들과는 별개의 송신 이벤트들에서 송신된다(즉, 수신 이벤트들에 의해 분리됨).
- [0033] [0040] 이들 제2 송신 펄스들 각각에 대한 응답으로, 초음파 스캐너는 제2 초음파 에코들을 수신한다. 에코들은 각각의 제2 송신에 대한 응답으로 수신되며, 따라서 제2 초음파 에코들의 시퀀스는 제2 초음파 펄스들의 송신들과 인터리빙되는 상태로 수신된다. 제2 초음파 펄스들의 시퀀스에 대한 제2 초음파 에코들의 시퀀스가 수신된다. 도 2의 예에서, 이러한 송신 이벤트, 그런 다음, 주어진 위상에 대한 수신 이벤트가 9회 일어난다. 도 2에서 화살표에 의해 표현된 각각의 송신 이벤트 사이에 수신 이벤트가 일어나며, 따라서 하나의 이벤트에 대한 제2 초음파 에코들의 수신은 다음 차례의 제1 초음파 펄스의 송신 전에 일어난다.
- [0034] [0041] 대안적인 실시예들에서, 추적 펄스들의 시퀀스는 전체에 걸쳐 동일한 펄스들을 사용한다. 변하는 위상 및/또는 진폭이 아니라, 주어진 ARFI로부터의 조직 모션을 추적하기 위한 각각의 송신 이벤트에 대해 동일한 위

상 및 진폭이 사용된다.

- [0035] [0042] 동작(39)에서, 필터 또는 이미지 프로세서는 초음파 에코들의 상이한 주파수 성분들을 격리한다. 상이한 주파수 대역들에서의 성분들을 결정하기 위해, 빔형성된 신호들이 필터링된다(filtered). 임의의 대역폭 및/또는 중심 주파수들이 사용될 수 있다. 주파수 대역들은 겹칠 수 있거나 또는 겹치지 않을 수 있다.
- [0036] [0043] 일 실시예에서, 고조파 대역과 기본 대역이 사용된다. 기본파(fundamental)(즉, 제1 고조파)는, 송신 펄스의 주파수 대역 및 중심 주파수이다. 고조파는 제1 고조파(즉, 기본파) 외의 임의의 분수(예컨대, 1/2) 또는 정수 고조파이다. 고조파는, 신호 콘텐츠(content)의 대부분이 송신되고 있는 것이 아니라 에코 및/또는 전파에 의해 생성된 신호로부터 나오는 주파수 대역이다. 일부 기본파가 고조파에 있을 수 있지만, 신호의 대부분(예컨대, 스펙트럼 아래의 면적)은 고조파이다. 유사하게, 일부 고조파가 기본파에 있을 수 있지만, 신호의 대부분은 기본파이다.
- [0037] [0044] 격리는 절대적이지 않을 수 있다. 격리를 위해, 주파수 대역 밖의 주파수들의 10 dB 또는 더 큰 감소가 제공된다. 대안적인 실시예들에서, 성분 신호들이 상이한 클러터 레벨(level)들에 응답하는 격리는 충분하다.
- [0038] [0045] 일 실시예에서, 격리는 펄스 반전에 의해 이루어진다. 반대 위상을 갖는 송신 펄스들에 응답하는 신호들을 합산함으로써, 홀수 고조파들 및/또는 기본 주파수 성분들이 감소되거나 또는 소거된다. 결과적인 제2 고조파 및/또는 짝수 고조파 정보는 하나의 주파수 성분으로서 정보를 제공한다. 반대 위상을 갖는 송신 펄스들에 응답하는 신호들을 감산함으로써, 짝수 고조파들 및/또는 제2 고조파가 감소되거나 또는 소거된다. 결과적인 기본 정보(즉, 송신 펄스 주파수 대역 및/또는 중심 주파수) 및/또는 홀수 고조파 정보는 다른 주파수 성분으로서 정보를 제공한다. 이러한 가산과 감산이 시퀀스 내내 반복되어서(예컨대, 2개의 송신-수신 이벤트들의 이동 시간 윈도우(moving time window)), 상이한 주파수 성분들에서의 신호들의 시퀀스가 제공된다.
- [0039] [0046] 원하는 주파수들에서의 정보를 격리하기 위해, 다른 펄스 반전, 이를테면, 3개 이상의 송신 펄스들 및 대응하는 3개 이상의 수신 신호들을 사용하는 것이 사용될 수 있다. 예컨대, 송신을 위해 3개의 상이한 상대 위상들 및 진폭들을 사용하여 그리고 대응하는 수신 신호들을 결합하여, 큐빅 기본파(cubic fundamental)가 격리된다. 다른 예로서, 기본 주파수 대역에서의 수신 신호들은, 감산 또는 가산 없이, 주어진 송신 펄스로부터의 수신 신호들을 사용한다.
- [0040] [0047] 다른 실시예에서, 수신 신호들은 상이한 주파수들에 대한 대역들로 필터링된다. 하나 초과의 주파수 대역에서의 정보를 제공하기 위해, 수신 대역은 2개 이상의 하위-대역들로 분리된다. 상이한 중심 주파수들 및/또는 주파수 대역들에서의 정보를 격리하기 위해, 수신 신호들 및/또는 빔형성된 샘플들이 필터링된다. 예컨대, 1-2 MHz 송신 펄스에 응답하는 수신 신호들은 1-3 MHz(2 MHz의 중심 주파수)에 있으며, 따라서 1-2 MHz(1.5 MHz의 중심 주파수)와 2-3 MHz(2.5 MHz의 중심 주파수)의 2개의 대역들로 필터링된다. 주파수 성분들 중 하나는 기본 또는 송신 대역 밖의 대역의 적어도 일부를 포함한다.
- [0041] [0048] 라디오 주파수(RF; radio-frequency) 데이터의 경우, 미가공 수신 신호들에 다수의 대역통과 필터들이 적용된다. 동상 및 직교(IQ; in-phase and quadrature) 데이터의 경우, 복조된 또는 다운시프트된(downshifted) 신호들에 복소 저역 통과 필터들이 적용된다. 다른 필터링이 사용될 수 있다.
- [0042] [0049] 동작(40)에서, 이미지 프로세서는 상이한 주파수 성분들로부터 변위들을 결정한다. 예컨대, 초음파 에코들의 고조파 성분들과 초음파 에코들의 기본 성분들에 대해, 변위들이 별개로 결정된다.
- [0043] [0050] 동작(40)에서, 초음파 스캐너는 조직 모션들을 결정한다. 조직 모션은 1 차원, 2 차원, 또는 3 차원으로의 변위로서 검출된다. 예컨대, 스캔 라인들을 따른 조직의 변위가 결정된다. 적용된 힘, 생성된 전단파 또는 다른 파에 응답하는 모션이 검출될 수 있다. 조직 모션은 상이한 시간들에 검출된다. 상이한 시간들은 상이한 추적 스캔들(즉, 송신 및 수신 이벤트 쌍들)에 대응한다.
- [0044] [0051] 빔형성된 샘플들(예컨대, 스캔 라인들에 대한 I/Q 또는 RF 데이터)을 이용하여 변위가 측정되지만, 조직 데이터(예컨대, 빔형성된 샘플들로부터 검출된 B-모드 데이터) 또는 흐름 데이터(예컨대, 빔형성된 샘플들로부터 추정된 속도)가 사용될 수 있다.
- [0045] [0052] 조직 모션은, 기준 조직 정보에 대한 변위를 추정함으로써 검출된다. 스캔들 사이(예컨대, 기준 스캔과 현재 스캔 사이)의 변위를 결정하기 위해 상관, 교차-상관, 위상 시프트(shift) 추정, 절대차들의 최소 합 또는 다른 유사성 측정치(measure)가 사용된다. 예컨대, 1 차원을 따른(예컨대, 스캔 라인을 따른) 변위를 획득하기 위해, 각각의 IQ 데이터 쌍은 이 각각의 IQ 데이터 쌍의 대응하는 기준과 상관된다. 복수의 공간 위치들을 표

현하는 데이터가 기준 데이터와 상관된다. 다른 예로서, (예컨대, 스캔 라인들을 따른) 복수의 공간 위치들로부터의 데이터가 시간에 따라 상관된다. 각각의 깊이 또는 공간 위치에 대해, 복수의 깊이들 또는 공간 위치들에 걸친 상관(예컨대, 중심 깊이가 프로파일이가 계산되는 지점인 64개의 깊이들의 커널(kernel))이 수행된다. 주어진 시간에 가장 높은 또는 충분한 상관을 갖는 공간 오프셋(offset)이 변위의 양(amount)을 표시한다.

[0046] [0053] 임의의 개수의 스캔 라인들에 대한 모니터링(monitoring)이 수행된다. 예컨대, 각각의 송신에 대한 응답으로 4개, 8개, 16개, 32개, 64개, 또는 다른 개수의 수신 빔들이 형성된다. 다른 실시예들에서, 각각의 송신에 대한 응답으로, 단지 단일 수신 빔 또는 다른 개수들의 수신 빔들이 형성된다.

[0047] [0054] 각각의 위치에 대해, 시간에 따른 변위가 결정된다. 변위를 유도하기 위해 음향 방사력을 송신한 후에, B-모드 이미징을 위해 구성된 송신들이 단일 스캔 라인을 따라 반복적으로 수행되고, 임의의 개수의 인접 스캔 라인들을 따른 수신들이 수행된다. 각각의 반복은 동일한 구역 또는 위치들을, 그러한 위치들에 대한 조직 반응을 결정하기 위해 모니터링한다(monitor). 시간에 걸쳐 초음파 펄스들의 송신과 초음파 에코들의 수신을 반복함으로써, 시간에 걸친 변위들이 결정된다. 추적은 반복된다. 반복은 상이한 송신 이벤트 및 수신 이벤트에 대해 이루어진다. 임의의 횟수(M)의 반복들이 사용될 수 있는데, 이를테면, 약 50-100회 반복될 수 있다. 반복들은, 조직이 응력으로부터 회복되는 동안에 가능한 한 자주, 그러나 수신을 간섭하지 않으면서 일어난다. 도플러(Doppler) 방법이 수행하는 것과 유사한 방식으로, 반복적으로, 동일한 타겟(target) 영역에 신호들을 송신하고 이 동일한 타겟 영역으로부터 신호들을 수신함으로써, 조직 시간 변위 프로파일이 획득된다.

[0048] [0055] 상이한 주파수들에서의 수신 신호들에 대해 변위들이 별개로 결정된다. 개개의 2개 이상의 중심 주파수들 또는 주파수 대역들에서의 수신 신호들의 2개 이상의 시간 시퀀스로부터, 주어진 위치에 대한 변위들의 2개 이상의 시간 시퀀스들이 결정된다. 상이한 주파수들에서의 신호들로부터 조직 모션이 검출된다. 각각의 주파수 대역에 대한 변위들, 이를테면, 기본 성분에 대한, 그리고 제2 고조파 성분에 대한 시간에 걸친 변위들이 추정된다. 상이한 주파수 성분들에 대한 격리된 신호들을 사용함으로써, 상이한 주파수 성분들로부터 변위들이 독립적으로 결정된다. 예컨대, 수신 신호들의 기본 성분으로부터 감소된 정보를 갖는 제2 고조파에 대해 격리된 빔형성된 샘플들(예컨대, I/Q 데이터)의 상관이, 제2 고조파에서의 기준 정보로부터 변위들을 결정하기 위해 사용되고, 수신 신호들의 제2 고조파로부터 감소된 정보를 갖는 다른 주파수 성분(예컨대, 기본 또는 송신 주파수)에 대해 격리된 빔형성된 샘플들의 상관이, 다른 주파수에서의 기준 정보로부터 변위들을 결정하기 위해 사용된다.

[0049] [0056] 상이한 위치들에 대해 시간에 따른 변위 프로파일들 및/또는 상이한 시간들에 대해 위치에 따른 변위 프로파일들이 결정된다. 임의의 개수의 위치들 및/또는 시간들이 사용될 수 있다. 각각의 위치 및 시간에 대해, 상이한 주파수 대역들에 대응하는 다수의 변위들이 제공된다.

[0050] [0057] 동작(41)에서, 이미지 프로세서는 결합 변위들을 형성한다. 각각의 위치 및/또는 시간에 대해, 상이한 주파수 대역들로부터의 변위들이 결합된다. 일 실시예에서, 고조파 주파수 성분으로부터의 변위들이 다른 주파수(예컨대, 기본) 성분으로부터의 변위들과 결합된다.

[0051] [0058] 결합은 클러터를 감소시키기 위해 동작한다. 이 결합은, 고조파 주파수 성분 또는 다른 주파수 성분이 더 강한 수신 신호들이 비롯된 공간 구역에 기반하여 가중한다. 이를테면 스펙클(speckle)을 감소시키기 위해 주파수 컴파운딩(compounding)에 대해 평균하는 것이 아니라, 결합은 클러터를 감소시키기 위해 클러터 응답의 상이한 강도들을 사용한다. 클러터를 감소시키기 위한 결합에서의 가중은, 체벽 또는 다른 구조로부터의 신호에 관심 조직(예컨대, 간)으로부터의 신호의 비율의 차이를 사용한다.

[0052] [0059] 클러터를 소거하기 위한 임의의 결합 함수가 사용될 수 있다. 클러터를 감소시키기 위해, 감산 및/또는 비율에 의해 표현되는 차이가 사용된다. 예컨대, 고조파 신호를 이용하여 추적된 변위들과 기본 신호를 이용하여 추적된 변위들의 차이가 발견되며, 그런 다음, 그 차이는, 고조파 신호를 이용하여 추적된 변위들로부터 감산된다. 이 결합은 다음에 의해 표현된다:

$$u_c = u_h - (u_f - u_h), \tag{1}$$

[0054] 여기서, u_c 는 결합 변위이고, u_f 는 기본 신호를 이용하여 추적된 변위이며, 그리고 u_h 는 고조파 신호를 이용하여 추적된 변위이다. 항들 중 임의의 항에 가중치들이 가산될 수 있는데, 이를테면, 차이, 고조파 변위, 및/또는 기본 변위가 가중될 수 있다. 기본파를 추적하는 것이 사용될 수 있는데, 차이는 기본 변위에 감산되

거나 또는 가산된다. 차이는, 고조파 변위로부터의 기본 변위에 대한 차이일 수 있다. 비율이 사용될 수 있다. 상수들 또는 다른 변수들이 가산될 수 있다.

- [0055] [0060] 방정식 1의 결합 변위 추정치에서, 간의 전단파 이미징에 적용될 때, 간 내로부터의 신호와 비교하여, 체벽으로부터의 신호가 감소된다. 부가적으로, 저잡음을 갖는 매질(media)에서, 변위 신호들은 보존되는데, 그 이유는 기본 신호들을 이용하여 추적된 변위들과 고조파 신호들을 이용하여 추적된 변위들이 동일하거나 또는 유사하기 때문이다. 더 높은 잡음(예컨대, 더 높은 BMI)을 갖는 환자들이 더 많은 클러스터가 제거되게 하도록, 클러스터 필터링이 적용된다.
- [0056] [0061] 결합은 각각의 위치 및 시간에 대한 결합 변위를 제공한다. 임의의 탄성 추정을 사용하여 탄성 이미지를 생성하기 위해, 시간 및/또는 공간 변위 프로파일들이 제공된다.
- [0057] [0062] 동작(42)에서, 초음파 스캐너는 탄성의 이미지를 생성한다. 탄성 및 결과적 이미지는, 클러스터 필터링 후에(예컨대, 고조파 주파수 대역으로부터의 변위와 기본 주파수 대역으로부터의 변위의 결합 후에) 변위들로부터 결정된 조직 모션들에 기반한다. 상이한 주파수들로부터의 정보를 사용하여 계산된 변위들이 컴파운딩되는(compounded) 경우, 변위들로부터 추정된 탄성은 클러스터 감소를 포함한다. 탄성들은, 하나 이상의 위치들에 대해 출력되고, 상이한 상대 클러스터 기여를 갖는 정보로부터의 변위들의 어떤 결합에 기반한다.
- [0058] [0063] 동작(42)의 이미지의 생성은, 동작(44)에서 탄성을 추정하는 것과 동작(46)에서 이미지를 생성하는 것으로서 표현된다. 결합 변위들로부터의 이미징을 위해 사용되는 출력 값들을 도출하기 위해 다른 표현들이 사용될 수 있다.
- [0059] [0064] 동작(44)의 일 실시예에서, 피크 결합 변위의 발생 시간이, 그 위치에 대한 조직의 탄성을 표현하기 위해 사용된다. 변위 프로파일에서의 피크 결합 변위의 시간은 복수의 위치들에서 결정되고, 이를테면 전단파 속도 이미징에서 파 속도를 추정하기 위해 사용된다. 동작들(36, 38)에서의 송신 및 수신 이벤트들의 복수의 반복들이 일 기간에 걸쳐 샘플들을 제공한다.
- [0060] [0065] 피크 변위는, 최대 결합 변위를 발견함으로써 식별될 수 있다. 전단파 이미징의 경우, 주어진 위치에 대한 시간 프로파일이 전단파의 검출을 표시한다. 프로파일에서의 피크는, 시간 저역 통과 필터링이 있거나 또는 없거나, 전단파면(shear wave front)의 통과를 표시한다. 대안적인 실시예에서, 피크 변위를 식별하지 않으면서 속도를 추정하기 위해, 상이한 위치들에서의 변위 프로파일들 사이의 위상 관계가 사용된다.
- [0061] [0066] 대안적인 실시예에서, 조직 모션 샘플들에 곡선이 근사된다(fit). 임의의 곡선 근사(fitting)가 사용될 수 있다. 예컨대, 회귀가 적용된다. 전단파 속도가 선형이기 때문에, 자동화된 이상치(outlier) 검출을 갖는 강건한 선형 회귀가 전단파 속도를 표시할 수 있다. 관심 구역에서의 샘플 지점들 전부에 대한 초음파 데이터가 시간에 따른 거리로, 또는 시간 및 거리에 의해 그려진다. 선형 회귀가 플롯(plot) 또는 데이터에 적용되어서, 데이터에 근사되는 라인이 제공된다. 다른 예에서, 스플라인(spline) 보간이 사용된다. 프로파일들의 데이터를 정렬한 후에, 최종 시간 변위 프로파일을 재구성하기 위해 큐빅 스플라인 보간이 사용된다. 다른 실시예들에서, 푸리에(Fourier) 변환이 사용된다. 곡선은, 원치 않는 주파수들에서의 성분들을 제거한 후에 주파수 도메인(domain)에서 식별된다. 역(inverse) 변환이 시간 곡선을 제공한다.
- [0062] [0067] 조직 반응, 이를테면 피크가 결과로서 사용될 수 있다. 상이한 위치에서의 전단파의 검출 전까지, 전단파의 생성으로부터의 시간을 결정함으로써, 전단파 속도가 획득된다. 거리는 스캔 라인 간격(즉, 전단파를 생성하기 위한 송신 빔 포지션과 전단파를 검출하기 위한 수신 빔 포지션)으로부터 알려진다. 시간은 전단파의 생성과 검출 사이의 상대 시간으로부터 알려진다.
- [0063] [0068] 다른 예로서, 시간 프로파일들로부터 특징(feature)이 추출된다. 주성분 분해가 사용될 수 있다. 상이한 시간 프로파일들 사이의 상관관계가 수행된다. 상이한 시간 프로파일들에 대한 상이한 거리들과 연관된 지연(lag)이 전단파 속도를 제공한다. 대안적으로, 웨이블릿(wavelet) 분석이 수행될 수 있다. 전단파에 대응하는 피크 또는 다른 특성을 식별하기 위해 시간 프로파일들에 웨이블릿 변환이 적용된다. 각각의 공간 위치까지 피크의 이동 시간으로부터 속도 값이 식별된다.
- [0064] [0069] 대안적으로, 탄성을 추정을 위해 추가적인 계산들이 수행된다. 조직 반응에 따라 조직 기계적 특성이 특성화될 수 있다. 시간 변위 프로파일에서의 피크 및 이 피크의 시간 위치는, 조직의 기계적 특성, 이를테면, 변형, 변형률, 탄성, 점성, 임피던스(impedance), 또는 다른 것들을 특성화하기 위해 사용될 수 있다. 임의의 탄성 정보가 추정될 수 있다.

- [0065] [0070] 하나의 위치에서의 탄성이 추정된다. 단일 탄성 값은 주위의 위치들로부터의 값들의 평균일 수 있다. 동작(46)에서 공간 이미지를 생성하기 위해, 동작(44)에서 상이한 위치들에서의 탄성들이 추정된다. 초음파 펄스들의 송신, 시간에 걸친 초음파 에코들의 수신, 변위들의 결정, 그리고 상이한 공간 위치들에 대한 추정이 반복된다. 1 차원, 2 차원, 또는 3 차원을 따른 탄성을 표현하는 탄성 이미지를 생성하기 위해, 상이한 위치들에 대한 탄성의 결과적인 추정치들이 사용된다. 상이한 공간 위치들에 대한 출력 탄성이 탄성 이미징에서 사용된다.
- [0066] [0071] ARFI 펄스의 송신은 반복될 수 있거나 또는 반복되지 않을 수 있다. 더 큰 구역을 모니터링(monitor)하기 위해, 모니터링(monitoring) 송신 빔에 대한 응답으로 부가적인 수신 빔들이 형성될 수 있다. 대안적으로, 다른 ARFI 펄스가 송신되고, 송신 빔들과 수신 빔들이 상이한 공간 위치들에 제공된다. 6 mm x 10 mm 모니터링 구역 예에서, 36개의 수신 스캔 라인들이 제공될 수 있다. 송신 빔당 4개의 수신 빔들에서, 프로세스(process)는 상이한 측면 간격에 대해 9회 반복된다. 각각의 수신 빔 위치에 대해, 초음파 데이터에 의해 표현되는 모션 정보의 시간 프로파일이 제공된다.
- [0067] [0072] 하나의 깊이에 대한 샘플들이 획득될 수 있다. 대안적으로, 샘플링(sampling)은, 관심 구역의 전체 축 방향 범위를 커버하는(covering) 하나의 게이트(gate)를 제공하도록 배열될 수 있다. 다른 실시예에서, 각각의 수신 빔에 대해 다수의 깊이들에서 샘플들이 획득된다. 각각의 축방향 깊이 뿐만 아니라 측면 위치에 대해 별개의 시간 프로파일이 제공된다. 5 mm에 대해 약 200개의 샘플들 또는 10 mm에 대해 400개의 샘플들과 같이, 임의의 개수의 깊이들이 사용될 수 있다.
- [0068] [0073] 관심 구역에서의 상이한 위치들을 표현하는 초음파 데이터가 획득된다. 시간에 따른 각각의 위치에 대한 조직 모션이 결정된다. 각각의 위치에 대해, 모션 정보가 상이한 시간들에서의 응답을 표현하여서, 시간 프로파일이 제공된다. 탄성 이미지를 추정하기 위해 초음파 데이터를 획득하는 데 다른 스캐닝(scanning), 모니터링, 또는 기법들이 사용될 수 있다.
- [0069] [0074] 동작(46)에서, 초음파 스캐너는 출력 탄성의 이미지를 생성한다. 일 실시예에서, 이미지는 전단파 속도 이미지이다. 위치에 따른 전단파 속도가 출력된다. 다른 탄성 정보가 사용될 수 있다. 대안적인 또는 부가적인 실시예들에서, 탄성은 값(예컨대, 선택된 지점에 대한 전단파 속도)으로서 출력된다. 탄성들의 그래프(graph), 표, 또는 차트(chart)가 이미지로서 출력될 수 있다. 적응식 클러스터 필터링에 기인하여, 클러스터로부터의 더 적은 기여를 갖는 탄성을 표현하는 임의의 출력 탄성은 더욱 정확할 수 있다.
- [0070] [0075] 도 3은 팬텀에서의 20개의 상이한 병렬 수신 빔들에 대한 시간에 걸친 변위 프로파일들을 도시한다. 변위 프로파일들은, ARFI를 송신하는 것, 그리고 그런 다음, 각각의 시간에 20개의 수신 스캔 라인들에 대해 동시에 형성된 수신 빔들을 사용하여 시간에 걸쳐 추적하는 것으로부터 결정된다. 기본 대역에 대한 변위 프로파일들은 주로 홀수 고조파들, 그리고 주로, 다른 홀수 고조파들에 대한 기본 성분을 포함한다. 기본(즉, 송신) 주파수 대역에서 격리하기 위해, 수신 신호들의 감산을 갖는 반전 극성 추적 펄스들이 사용된다. 고조파에 대한 변위 프로파일들은 주로 짝수 고조파들, 그리고 주로, 다른 짝수 고조파들에 대한 제2 고조파를 포함한다. 제2 고조파(즉, 비-송신) 주파수 대역에서 격리하기 위해, 수신 신호들의 가산을 갖는 반전 극성 추적 펄스들이 사용된다. 방정식 1과 고조파 변위 및 기본 변위를 사용하여, 결합 변위들에 대한 변위 프로파일이 형성된다. 팬텀은 낮은 BMI와 유사하며, 따라서 기본적으로 추적된 변위와 고조파적으로 추적된 변위는 거의 동일하다. 따라서, 결합 변위 신호도 또한 매우 유사하다.
- [0071] [0076] 도 4는 스캔 라인 및 시간에 따른 변위를 제공하는, 그레이스케일(greyscale)에 매핑된(mapped) 변위를 갖는 도 3의 변위 프로파일들을 도시한다. 클러스터가 거의 존재하지 않기 때문에, 변위 프로파일들과 최대 변위의 타이밍(timing)은 유사하다.
- [0072] [0077] 도 5와 도 6은 도 3과 도 4에 대한 것과 동일한 접근법을 도시하지만, 팬텀 대신에 높은 BMI 환자에 대해 도시한다. 이 환자에서, 기본파의 변위 프로파일에서의 피크는 고조파에 대해서보다 더 일찍 발생하는데, 특히, 전단파 원점(이 전단파는 스캔 라인 0이 원점이며, 가장 먼 스캔 라인은 스캔 라인 20임)으로부터 이격된 측면 또는 방위각 수신 스캔 라인 위치들에 대해서보다 더 일찍 발생한다. 체벽으로부터의 신호(즉, 클러스터)는, 추가적인 방위각 위치들에서, 시간적으로 더 일찍, 변위에서의 피크를 유발한다. 심지어 고조파에서의 클러스터는, 피크 변위의 시간이 덜 정밀하게 할 수 있다. 결합 변위들에서, 간 내에서의 전단파 신호가 체벽 신호보다 강조되어서, 피크의 타이밍이 적어도 부분적으로 정정된다.
- [0073] [0078] 도 7은 음향 방사력 임펄스 또는 탄성 이미징에서의 클러스터 감소를 위한 시스템(70)의 일 실시예를 도시

한다. 클러터 콘텐츠에 기인하는 차이를 제거함으로써 적응식으로 클러터 필터링(adaptively clutter filter) 하기 위해, 상이한 주파수들(예컨대, 기본 주파수와 제2 고조파 주파수)로부터의 정보가 사용된다. 시스템(70)은 도 1의 방법 또는 다른 방법들을 구현한다.

- [0074] [0079] 시스템(70)은 의료 진단 초음파 이미징 시스템 또는 초음파 스캐너이다. 대안적인 실시예들에서, 시스템(70)은 개인용 컴퓨터(computer), 워크스테이션(workstation), PACS 스테이션(station), 또는 실시간 또는 획득 후 이미징을 위해 동일한 위치에 있거나 또는 네트워크(network)를 통해 분산된 다른 어레이지먼트(arrangement)이며, 따라서 빔형성기들(12, 16) 및 변환기(74)를 포함하지 않을 수 있다.
- [0075] [0080] 시스템(70)은 송신 빔형성기(72), 변환기(74), 수신 빔형성기(76), 이미지 프로세서(78), 디스플레이(80), 메모리(memory)(82), 및 필터(84)를 포함한다. 부가적인, 상이한 또는 더 적은 개수의 구성요소들이 제공될 수 있다. 예컨대, 디스플레이 맵(map)들의 수동 또는 지원형 선택, 결정될 조직 특성들의 선택, 관심 구역 선택, 송신 시퀀스들의 선택, 또는 다른 제어를 위해 사용자 입력이 제공된다.
- [0076] [0081] 송신 빔형성기(72)는 초음파 송신기, 메모리, 펄서(pulser), 파형 생성기, 아날로그(analog) 회로, 디지털(digital) 회로, 또는 이들의 결합들이다. 송신 빔형성기(72)는, 상이한 또는 상대적인 진폭들, 딜레이(delay)들, 및/또는 페이징(phasing)을 갖는 복수의 채널(channel)들에 대한 파형들을 생성하도록 구성가능하다.
- [0077] [0082] 송신 빔형성기(72)는 중심 주파수 및 대역폭(기본 주파수 대역)을 갖는 펄스들의 송신을 생성 및 유발한다. 송신 빔형성기(72)는 펄스들의 시퀀스를 송신하도록 구성된다. 주어진 펄스 또는 송신 빔에 대해, 송신 빔형성기(72)는 위상을 갖는 펄스를 생성한다. 펄스는, 응답하는 수신 동작을 위한 송신 이벤트를 형성한다. 시퀀스에서, 상이한 송신 펄스들은 상이한 위상을 갖는데, 이를테면, 반전 극성 펄스들(예컨대, 하나 걸러 하나씩, 반대 또는 180도 상이한 위상을 갖는 펄스)의 시퀀스이다. 펄스들은, 각각의 펄스 후의 수신 동작을 위해 시간적으로 갭(gap)들을 두고 반복적으로 생성된다. 예컨대, 도 2의 시퀀스가 사용된다. 대안적인 실시예들에서, 각각의 펄스에 대해 동일한 위상이 사용된다. 상이한 펄스들에 대해, 동일한 또는 상이한 중심 주파수들 및/또는 대역들이 사용될 수 있다.
- [0078] [0083] 생성된 파들에 대한 응답으로 변환기(74)로부터 음향 파들의 송신 시, 하나 이상의 빔들이 형성된다. 탄성 이미징을 위해, 동일한 구역이 다수 회 스캐닝된다. 도플러 이미징 및 탄성 추정에서, 시퀀스는, 인접 스캔 라인을 스캐닝(scanning)하기 전에 동일한 스캔 라인을 따른 다수의 빔들을 포함할 수 있다. 시퀀스의 일부로서 송신 빔형성기(72)에 의해 ARFI 송신이 생성될 수 있다. 상이한 위치들에 대한 탄성 추정 프로세스를 반복함으로써, 2 차원 또는 3 차원 구역을 스캐닝하기 위해 송신 빔들의 시퀀스들이 생성된다. 섹터(sector), 벡터(vector), 선형, 또는 다른 스캔 포맷(format)들이 사용될 수 있다. 송신 빔형성기(72)는 더욱 신속한 스캐닝을 위해 평면 파 또는 발산 파를 생성할 수 있다.
- [0079] [0084] 송신 빔들은 동일한 또는 상이한 진폭 레벨들로 형성된다. 각각의 채널에 대한 증폭기들 및/또는 애퍼처 사이즈(aperture size)가, 송신되는 빔의 진폭을 제어한다. ARFI 송신 빔들은 조직 모션을 이미징(imaging)하거나 또는 검출하기 위해서보다 더 큰 진폭들을 가질 수 있다. 대안적으로 또는 부가적으로, 사용되는 ARFI 펄스 또는 파형의 사이클들의 개수는 통상적으로, 추적을 위해 사용되는 펄스를 초과한다(예컨대, ARFI의 경우 100개 이상의 사이클들, 그리고 추적의 경우 1-6개의 사이클들).
- [0080] [0085] 변환기(74)는 압전기 또는 용량성 멤브레인 엘리먼트(membrane element)들의 1 차원, 1.25 차원, 1.5 차원, 1.75 차원, 또는 2 차원 어레이(array)이다. 변환기(74)는 음향 에너지와 전기 에너지 사이를 변환하기 위한 복수의 엘리먼트들을 포함한다. 변환기의 엘리먼트들에 충돌하는 초음파 에너지(에코들)에 대한 응답으로, 수신 신호들이 생성된다. 엘리먼트들은 송신 빔형성기(72) 및 수신 빔형성기(76)의 채널들과 연결된다.
- [0081] [0086] 송신 빔형성기(72) 및 수신 빔형성기(76)는 송신/수신 스위치(switch) 또는 멀티플렉서(multiplexer)를 통해 변환기(74)의 동일한 엘리먼트들과 연결된다. 엘리먼트들은 송신 이벤트와 수신 이벤트 둘 모두에 대해 공유된다. 이를테면 송신 애퍼처와 수신 애퍼처가 상이한 경우(단지 겹치거나 또는 완전히 상이한 엘리먼트들을 사용함), 하나 이상의 엘리먼트들이 공유되지 않을 수 있다.
- [0082] [0087] 수신 빔형성기(76)는 증폭기들, 딜레이들, 및/또는 위상 회전기들을 갖는 복수의 채널들, 그리고 하나 이상의 합산기(summer)들을 포함한다. 각각의 채널은 하나 이상의 변환기 엘리먼트들과 연결된다. 수신 빔형성기(76)는 송신에 대한 응답으로 하나 이상의 수신 빔들을 형성하기 위해 상대적인 딜레이들, 위상들, 및/또는

아포다이제이션(apodization)을 적용한다. 동적 초점 맞추기(focusing)가 제공될 수 있다. 수신 빔형성기(76)는, 각각의 송신 이벤트에 대한 응답으로 2개 이상의 수신 빔들을 형성하는 것과 같은 병렬 수신 빔형성 (beamforming)을 위한 채널들을 포함할 수 있다. 수신 빔형성기(76)는 각각의 빔에 대해 빔 합산 데이터, 이를테면 IQ 값들을 출력한다.

[0083] [0088] 수신 빔형성기(76)는 송신 이벤트들의 시퀀스에서의 껍들 동안 동작한다. 송신 추적 펄스들과 신호들의 수신을 인터리빙(interleaving)함으로써, 송신 추적 빔들의 시퀀스에 대한 응답으로 수신 빔들의 시퀀스가 형성된다. 각각의 송신 추적 펄스 후에 그리고 다음 차례의 송신 펄스 전에, 수신 빔형성기(76)는 음향 에코들로부터의 신호들을 수신한다. 잔향 감소를 가능하게 하기 위해, 수신 동작과 송신 동작이 일어나지 않는 데드(dead) 시간이 인터리빙될(interleaved) 수 있다.

[0084] [0089] 수신 빔형성기(76)는 주어진 시간에 공간 위치들을 표현하는 빔 합산 데이터를 출력한다. 단일 위치, 일 라인을 따른 위치들, 면적을 위한 위치들, 또는 체적을 위한 위치들에 대한 데이터가 출력된다. 데이터는 상이한 목적들을 위한 것일 수 있다. 예컨대, 진단과 속도 추정을 위해서와 상이한 스캔들이 B-모드 또는 조직 데이터에 대해 수행된다. B-모드 또는 다른 이미징을 위해 수신되는 데이터가 탄성 이미지의 추정을 위해 사용될 수 있다. 탄성을 결정하기 위해, 푸싱 펄스의 초점으로부터 이격된 위치들에서의 진단과 또는 이 초점에서 조직 반응이 모니터링된다(monitored).

[0085] [0090] 수신 빔형성기(76)는 필터(84)를 포함할 수 있다. 이산 하드웨어(hardware)(예컨대, 저항기들, 커패시터(capacitor)들, 인덕터(inductor)들, 버퍼(buffer)들, 곱셈기들, 및/또는 합산기들)가 사용될 수 있다. 대안적으로, 필터(84)는 별개의 구성요소이거나, 또는 이미지 프로세서(78)에 의해 구현된다. 필터(84)는, 수신 빔형성기(76)에 의해 출력된 빔형성된 데이터를 필터링(filter)하도록, 수신 빔형성기(76)에 입력되는 라디오(radio) 주파수 데이터를 필터링하도록, 또는 초음파 프로세싱(processing)을 따른 다른 지점들에서의 다른 데이터를 필터링하도록 포지셔닝될(positioned) 수 있다. 필터(84)는 동일한 수신 신호들 또는 빔형성된 데이터를 상이한 주파수 대역들 또는 하위-대역들로 필터링(filtering)하기 위한 병렬 경로들을 포함할 수 있다. 필터(84)는 프로그램가능(programmable)하다.

[0086] [0091] 필터(84)는 원하는 주파수 대역들에서의 정보를 격리하고, 그리고/또는 원하는 주파수 대역 밖의 주파수들에서의 정보의 기여를 감소시킨다. 일 실시예에서, 필터는 버퍼, 합산기, 감산기, 및/또는 이들의 결합들이다. 펄스 반전 또는 다른 다-상(multi-phase) 송신의 경우, 상이한 수신 이벤트들로부터의 수신 신호들이 결합되어, 특정 주파수 성분들이 격리된다. 반대 위상 송신들로부터의 수신 신호들을 합산하는 것은, 제2 또는 다른 짝수 고조파들에서의 정보를 남겨 두면서, 기본파를 포함하는 홀수 고조파들을 감소시킬 수 있다. 반대 위상 송신들로부터의 수신 신호들을 감산하는 것은, 기본파에서의 정보를 남겨 두면서, 제2 고조파를 포함하는 짝수 고조파들을 감소시킬 수 있다. 대안적으로 그리고/또는 부가적으로, 필터(84)는 대역 통과 필터 또는 복조기 그리고 대역 또는 저역 통과 필터이다. 예컨대, 기본파에서의 수신 신호들은, 감산 없이 수신 신호들을 대역 또는 저역 통과 필터링함으로써 형성된다.

[0087] [0092] 필터(84)는 수신 신호들에 대한 상이한 주파수 대역들에서의 정보를 출력한다. 일 실시예에서, 기본 주파수에서의 정보와, 송신 펄스의 일부가 아닌 주파수에서(예컨대, 제2 고조파에서)의 정보를 격리하기 위해, 동일한 수신 신호들이 사용된다. 각각의 수신 이벤트 또는 수신 이벤트들의 결합에 대해, 동일한 필터링이 적용된다. 대안적인 또는 부가적인 실시예에서, 상이한 송신 이벤트들에 응답하는 수신 신호들은 상이하게 필터링된다.

[0088] [0093] 이미지 프로세서(78)는 B-모드 검출기, 도플러 검출기, 펄스형(pulsed) 파 도플러 검출기, 상관 프로세서, 푸리에 변환 프로세서, 주문형 집적 회로, 일반 프로세서, 제어 프로세서, 이미지 프로세서, 필드 프로그램 가능 게이트 어레이(field programmable gate array), 디지털 신호 프로세서, 아날로그 회로, 디지털 회로, 네트워크, 서버(server), 프로세서들의 그룹, 데이터 경로, 이들의 결합들, 또는 빔형성된 초음파 샘플들로부터 디스플레이를 위한 정보를 프로세싱(processing)하기 위한 다른 현재 알려진 또는 추후에 개발되는 디바이스(device)이다. 일 실시예에서, 이미지 프로세서(78)는 탄성 이미징을 위한 별개의 프로세서와 하나 이상의 검출기들을 포함한다. 이미지 프로세서(78)는 도 1에서 도시된 동작들(40-46) 중 하나 이상의 동작들의 임의의 결합을 수행한다.

[0089] [0094] 2개 이상의 상이한 주파수 대역들에서의, 그리고/또는 2개 이상의 중심 주파수들을 갖는 빔형성된 데이터가 제공된다. 각각의 대역에 대한 클러터 콘텐츠는 상이하다. 검출 전에 또는 검출 후에, 이미지 프로세서(78)는, 상이한 주파수 대역들 및/또는 중심 주파수들에서의 정보로부터(예컨대, 짝수 고조파와 기본파로부터)

음향 방사력에 반응하는 조직의 변위들을 검출하도록 구성된다. 상이한 주파수 대역들 또는 중심 주파수들에 대해 독립적으로 그리고/또는 별개로 수행되는 상관 또는 다른 유사성 측정치를 사용하여, 변위들이 검출된다. 1 차원, 2 차원, 또는 3 차원 공간에서 데이터의 기준 세트(set)에 대해 데이터의 추적 세트를 공간적으로 오프세팅(offsetting)함으로써, 최대 유사성을 갖는 오프셋(offset)이 조직의 변위를 표시한다. 다른 변위 검출이 사용될 수 있다. 시간에 걸친 변위 또는 변위 프로파일이 생성될 수 있다.

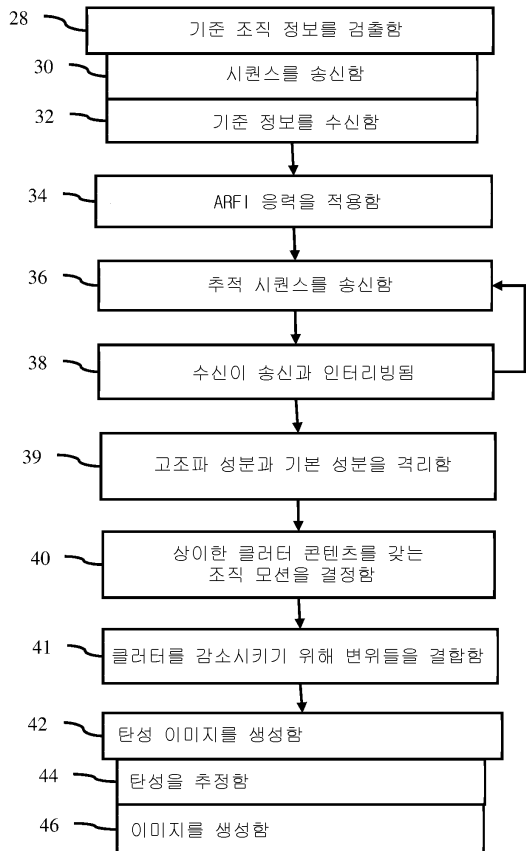
- [0090] [0095] 이미지 프로세서(78)는 탄성을 추정하도록 구성된다. 추적 시 샘플링되는(sampled) 각각의 공간 위치에 대해, 이미지 프로세서(78)는 그 위치에서의 파 전파의 특성 또는 조직의 기계적 특성을 결정한다. 예컨대, 전단파 속도가 계산된다. 속도를 계산하기 위해, 관심 위치에서의 변위 프로파일에서의 피크의 타이밍 및/또는 인접 위치로부터의 변위 프로파일들에서의 상대 위상이 식별되고, 전단파 생성의 타이밍 및 전단파 원점에 대한 위치의 기하학적 구조와 함께 사용된다.
- [0091] [0096] 상이한 주파수들로부터의(예컨대, 짝수 고조파 주파수와 기본 주파수로부터의) 변위들의 결합으로부터 탄성이 추정된다. 상이한 주파수들로부터의 변위들의 차이는, 다른 변위들 중 하나의 변위로부터 제거되는 클러터의 상대적인 양(amount)을 표시한다. 예컨대, 방정식 1이 사용된다. 고조파 및 기본 수신 신호들의 겹쳐진(compounded) 변위들로부터 탄성을 추정함으로써, 클러터가 적응적으로 감소될 수 있다.
- [0092] [0097] 이미지 프로세서(78)는 하나 이상의 위치들 각각에 대한 탄성을 출력한다. 탄성은 클러터 제거에 기인하여 더욱 정밀하거나 또는 정확하다.
- [0093] [0098] 이미지 프로세서(78)는 디스플레이 데이터, 이를테면 그래픽 오버레이(graphic overlay)들 및 이미지들을 생성한다. 디스플레이 데이터는 매핑(mapping) 전의 값들, 그레이 스케일(gray scale) 또는 색-매핑된(color-mapped) 값들, 적색-녹색-청색(RGB; red-green-blue) 값들, 스캔 포맷 데이터, 디스플레이 또는 데카르트(Cartesian) 좌표 포맷 데이터, 또는 다른 데이터와 같은 임의의 포맷으로 있다. 이미지 프로세서(78)는 디스플레이 디바이스(20)에 적절한 탄성을 출력한다.
- [0094] [0099] 디스플레이 디바이스(20)는 탄성(예컨대, 전단 속도), 그래픽스(graphics), 사용자 인터페이스(interface), 2 차원 이미지들, 또는 3 차원 표현들을 디스플레이(displaying)하기 위한 CRT, LCD, 프로젝터(projector), 플라즈마(plasma), 프린터(printer), 또는 다른 디스플레이이다. 디스플레이 디바이스(20)는 초음파 이미지들, 탄성, 및/또는 다른 정보를 디스플레이한다. 예컨대, 디스플레이(80)는 조직 반응 정보, 이를테면 탄성의 1 차원, 2 차원, 또는 3 차원 표현을 출력한다. 상이한 공간 위치들에 대한 탄성들이 이미지를 형성한다. 다른 이미지들도 또한 출력될 수 있는데, 이를테면, 색-코딩된(color-coded) 변조로서의 탄성이 그레이 스케일 B-모드 이미지 상에 오버레이(overlaying)될 수 있다.
- [0095] [00100] 일 실시예에서, 디스플레이 디바이스(20)는 환자의 일 구역의 이미지, 이를테면 2 차원 탄성, 도플러 조직, 또는 B-모드 이미지를 출력한다. 이미지는 탄성에 대한 위치 표시자를 포함한다. 탄성 값이 계산되는 이미징되는(imaged) 조직에 대한 위치가 도시된다. 탄성은, 구역의 이미지 상에 또는 이러한 구역의 이미지에 인접하게 영숫자 값으로서 제공된다. 이미지는, 환자의 공간 표현이 있거나 또는 없거나, 영숫자 값을 가질 수 있다. 대안적으로 또는 부가적으로, 복수의 위치들에 대한 탄성이 결정되며, 전단 속도를 공간적으로 표현하기 위해 탄성에 따라 이미지 픽셀(pixel)들이 변조된다.
- [0096] [00101] 이미지 프로세서(78)는 메모리(82) 또는 다른 메모리에 저장된 명령들에 따라 동작한다. 메모리(82)는 컴퓨터 판독가능 저장 매체이다. 본원에서 논의된 프로세스(process)들, 방법들 및/또는 기법들을 구현하기 위한 명령들은 컴퓨터-판독가능 저장 매체 또는 메모리들, 이를테면, 캐시(cache), 버퍼, RAM, 착탈가능 매체, 하드 드라이브(hard drive) 또는 다른 컴퓨터 판독가능 저장 매체 상에 제공된다. 컴퓨터 판독가능 저장 매체는 다양한 유형들의 휘발성 및 비휘발성 저장 매체를 포함한다. 본원에서 설명되거나 또는 도면들에서 예시된 기능들, 동작들 또는 태스크(task)들은 컴퓨터 판독가능 저장 매체에 또는 이러한 컴퓨터 판독가능 저장 매체 상에 저장된 명령들의 하나 이상의 세트들에 대한 응답으로 실행된다. 기능들, 동작들 또는 태스크들은 특정 유형의 명령 세트, 저장 매체, 프로세서 또는 프로세싱(processing) 전략에 독립적이며, 그리고 단독으로 또는 결합하여 동작하여, 소프트웨어(software), 하드웨어, 집적 회로들, 펌웨어(firmware), 마이크로 코드(micro code) 등에 의해 수행될 수 있다. 마찬가지로, 프로세싱 전략들은 멀티프로세싱(multiprocessing), 멀티태스킹(multitasking), 병렬 프로세싱 등을 포함할 수 있다. 일 실시예에서, 명령들은, 로컬(local) 또는 원격 시스템들에 의한 판독을 위해 착탈가능 매체 디바이스 상에 저장된다. 다른 실시예들에서, 명령들은, 컴퓨터 네트워크를 통한 또는 전화 라인들을 통한 전송을 위해 원격 위치에 저장된다. 또 다른 실시예들에서, 명령들은 주어진 컴퓨터, CPU, GPU 또는 시스템 내에 저장된다.

[0097]

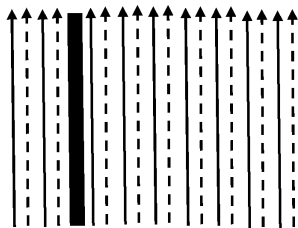
[00102] 본 발명이 다양한 실시예들을 참조하여 위에서 설명되었지만, 본 발명의 범위로부터 벗어나지 않으면서, 많은 변화들 및 수정들이 이루어질 수 있다는 것이 이해되어야 한다. 그러므로, 앞선 상세한 설명은 제한적인 것이 아니라 예시적인 것으로서 간주되며, 본 발명의 사상 및 범위를 정의하도록 의도되는 것은, 모든 등가물들을 포함하는 다음의 청구항들이라는 것이 이해되는 것이 의도된다.

도면

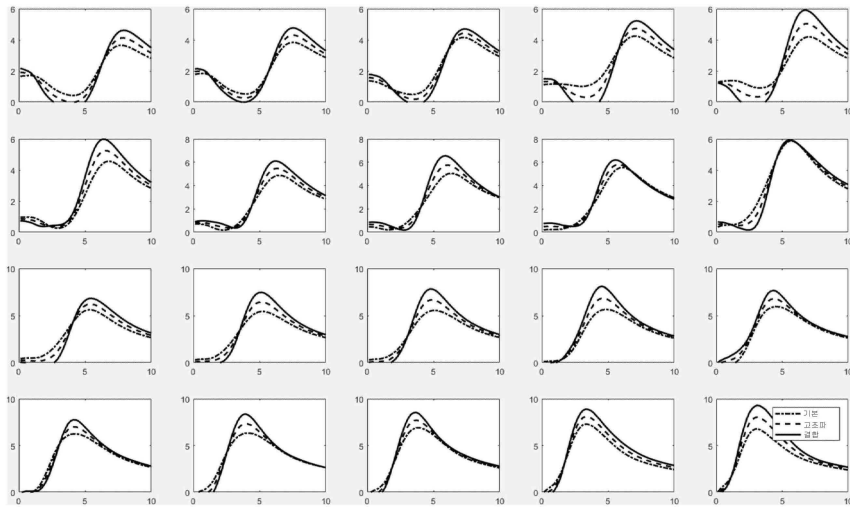
도면1



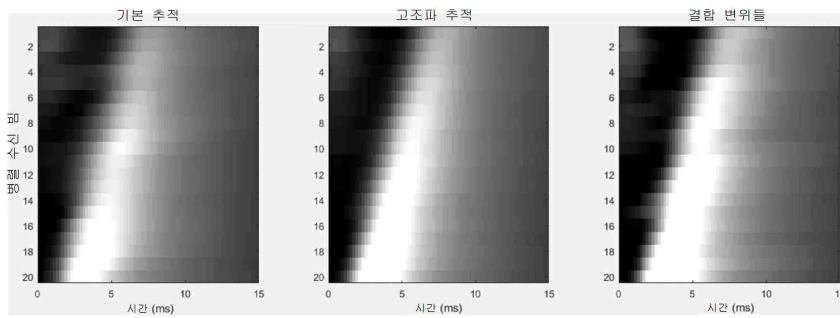
도면2



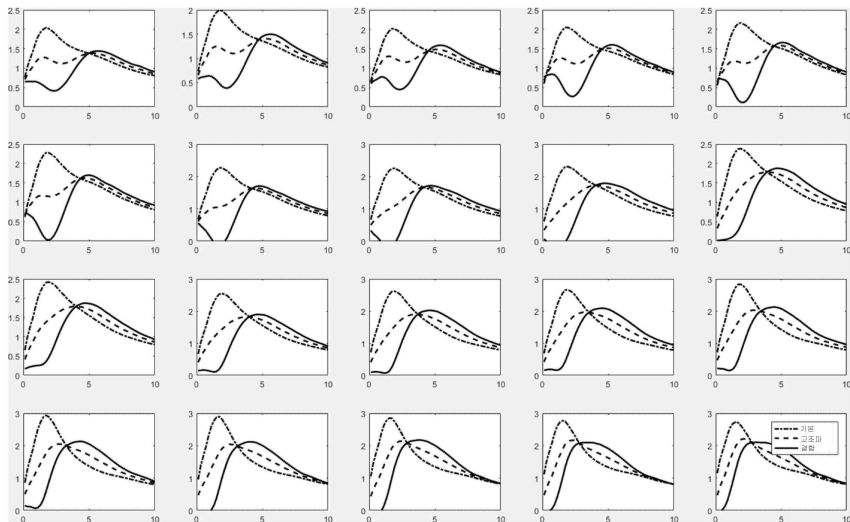
도면3



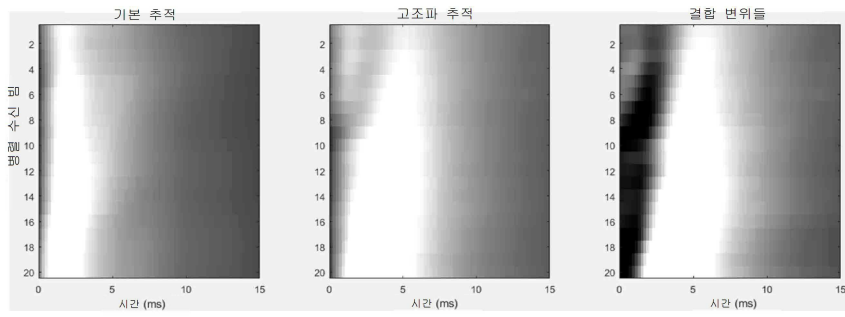
도면4



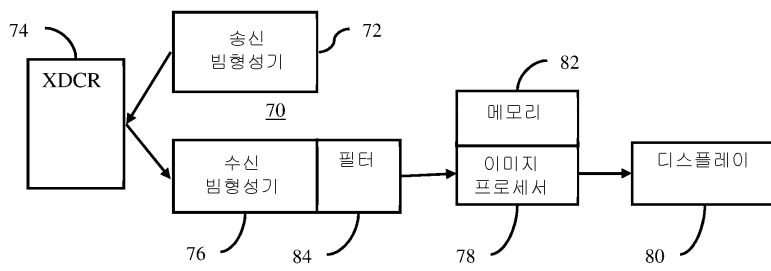
도면5



도면6



도면7



专利名称(译)	基于声辐射的超声成像中的自适应杂波滤波		
公开(公告)号	KR1020190108071A	公开(公告)日	2019-09-23
申请号	KR1020190028279	申请日	2019-03-12
[标]申请(专利权)人(译)	美国西门子医疗解决公司		
申请(专利权)人(译)	Yueseueyi西门子医疗解决方案公司		
发明人	로젠츠바이크, 스티븐 제이. 도드, 스티어링		
IPC分类号	A61B8/08 A61B8/00 A61B8/14		
CPC分类号	A61B8/5207 A61B8/14 A61B8/54 A61B8/52 A61B8/5269 A61B8/485 G01S7/52022 G01S7/52042 G01S7/52077 A61B8/461 A61B8/5276		
优先权	15/919903 2018-03-13 US		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

为了减少超声弹性成像 (42) 中的杂波, 杂波对不同频率分量 (例如, 传输基频分量和传播生成的二次谐波频率分量) 的贡献是不同的。结果, 使用在不同频带处确定的位移差来减少 (41) 杂波对于弹性成像的位移的贡献 (42)。

