



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2012-0030488
(43) 공개일자 2012년03월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 8/00 (2006.01) G06T 1/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2012-0010776(분할)
(22) 출원일자 2012년02월02일
심사청구일자 없음
(62) 원출원 특허 10-2009-0021714
원출원일자 2009년03월13일
심사청구일자 2009년03월13일
(30) 우선권주장
12/047,645 2008년03월13일 미국(US)

(71) 출원인
수퍼 소닉 이매진
프랑스 에프-13857 엑스 앙 프로방스 세텍스 바티
명 이 레 자댕 드 라 뒤란느 뤼 르네 데카르트
510
(72) 발명자
베르코프, 제레미
프랑스, 에릭스 엔 스포빈스 13100, 플레이스 포
르빈 1, 호텔 드 포엣
코헨 베크리에, 클라우드
프랑스, 벤테브렌 13122, 루 헨리 포르테 7
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인로얄

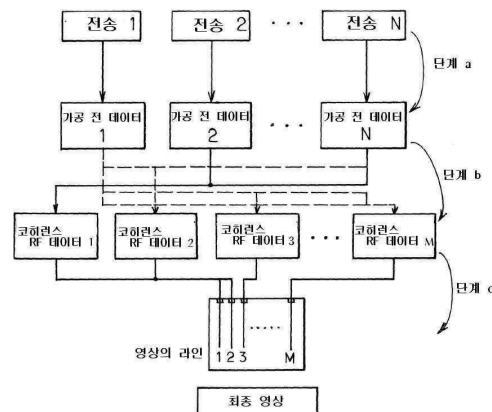
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 초음파 영상합성방법 및 그 장치

(57) 요약

a) 복수의 각 영상화 영역 및 탐침자(transducer)를 통하여 수신되어 타임 시그널(time signal)을 나타내는 각각의 가공 전 데이터(raw data) 세트에 대하여 서로 다른 공간상 주파수를 가지는 초음파에 있어서, 복수의 상기 초음파가 상기 영상화 영역으로 전송 되고, 각각의 상기 초음파에 응답하여 각각의 가공 전 데이터가 탐침자의 배열을 통하여 획득되는 전송 단계; b) 상기 영상화 영역에서 버추얼 전송 초점영역(virtual transmit focal zones) 각각을 위하여, 적어도 하나의 코히런트 데이터 세트가 상기 가공 전 데이터 세트로부터 합성되는 코히런트 강화 단계; 및 c) 상기 버추얼 전송 초점영역 각각에 포함된 복수개의 구간 각각에 대하여, 상기 코히런트 데이터 세트를 이용하여 영상 픽셀(image pixel)이 산출되는 빔형성 단계를 순차적으로 포함하며, 상기 초음파는, 서로 다른 전파 방향을 가지는 평면파(plane wave)인 초음파 영상형성 방법.

대표도 - 도3



(72) 발명자

텐터, 미켈

프랑스, 뱅그넥스 92220, 루드 라 리셋 7

핀크, 매씨에스

프랑스, 뮤돈 92190, 루 에드워드 라페리에 16

몬테르도, 가브리엘

프랑스, 파리 75009, 루드 나베린 26

특허청구의 범위

청구항 1

a) 복수의 각 영상화 영역 및 탐침자(transducer)를 통하여 수신되어 타임 시그널(time signal)을 나타내는 각각의 가공 전 데이터(raw data) 세트에 대하여 서로 다른 공간상 주파수를 가지는 초음파에 있어서, 복수의 상기 초음파가 상기 영상화 영역으로 전송 되고, 각각의 상기 초음파에 응답하여 각각의 가공 전 데이터가 탐침자의 배열을 통하여 획득되는 전송 단계;

b) 상기 영상화 영역에서 버추얼 전송 초점영역(virtual transmit focal zones) 각각을 위하여, 적어도 하나의 코히런트 데이터 세트가 상기 가공 전 데이터 세트로부터 합성되는 코히런스 강화 단계; 및

c) 상기 버추얼 전송 초점영역 각각에 포함된 복수개의 구간 각각에 대하여, 상기 코히런트 데이터 세트를 이용하여 영상 픽셀(image pixel)이 산출되는 빔형성 단계를 순차적으로 포함하며,

상기 초음파는,

서로 다른 전파 방향을 가지는 평면파(plane wave)인 초음파 영상형성 방법.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 초음파는,

서로 다른 전파 방향을 가지는 발산파(divergent wave)인 초음파 영상형성 방법.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 초음파는,

시공간(spatio-temporal, 時空上)으로 가진(excitation)된 초음파 영상형성 방법.

청구항 4

제 1항에 있어서,

상기 코히런스 강화단계는,

고정된 음속값을 사용하여 이루어지는 초음파 영상형성 방법.

청구항 5

제 1항에 있어서,

상기 코히런스 강화단계는,

상기 영상 영역에서 통상적으로 추정된 음속값을 사용하여 이루어지는 초음파 영상형성 방법.

청구항 6

제 1항에 있어서,

상기 코히런스 강화단계는,

상기 영역의 각 영상화된 구간에 대하여 통상적으로 추정된 음속값을 사용하여 이루어지는 초음파 영상형성 방법.

청구항 7

제 1항에 있어서,

상기 코히런스 강화단계는,
위상 수차 보정을 포함하는 초음파 영상형성 방법.

청구항 8

제 1항에 있어서,
상기 코히런스 강화단계는,
상기 버츄얼 전송 초점영역이 상기 탐침자 배열과 직교하는 직선 형태로 배치되는 초음파 영상형성 방법.

청구항 9

제 1항에 있어서,
상기 코히런스 강화단계는,
상기 영역에서 음속이 일정하다는 전제하에, 상기 버츄얼 전송 초점영역에 집중된 버츄얼 동적 전송(virtual dynamic transmit)을 수행하기 위하여 상기 가공 전 데이터를 지연(delay)하여 각각의 버츄얼 전송 초점영역에 대한 코히런트 데이터 세트를 산출하는 제 1하위단계와,
상기 지연이 상기 영상화 영역에서 상기 제 1하위단계에서 산출된 코히런트 데이터 세트에 기초한 수차의 추정 에 의하여 보정되고, 상기 보정된 지연은 상기 버츄얼 전송 초점영역에 집중된 버츄얼 동적 전송을 수행하기 위한 새로운 코히런트 데이터 세트를 산출하는 과정에 사용되는 제 2하위단계를 포함하는 초음파 영상형성 방법.

청구항 10

제 9항에 있어서,
상기 제 2하위단계는,
수회 반복되는 초음파 영상형성 방법.

청구항 11

제 9항에 있어서,
상기 제 2하위단계는,
각각의 코히런트 데이터 세트에서 서로 다른 탐침자에 대응되는 코히런트 데이터를 상호 비교함으로써 이루어지는 초음파 영상형성 방법.

청구항 12

서로 다른 공간상 주파수를 가지며, 영역 내에서 영상화된 복수의 구간 각각에 대하여 복수의 초음파를 전송하는 수단;
각각의 초음파에 응답하여 얻어지는 각각의 가공전 RF 데이터 세트를 획득하는 수단;
복수개의 상기 영역에서 버츄얼 전송 초점영역 각각을 위하여 각각의 가공 전 데이터 세트로부터 적어도 하나의 코히런트 데이터 세트를 합성하는 수단; 및
각각의 상기 버츄얼 전송 초점영역에 포함된 복수개의 영역 각각에 대한 코히런트 데이터 세트를 이용하여 적어도 하나의 방향을 따라 형성된 빔 신호를 산출하는 빔형성 수단을 포함하며,
상기 초음파는,
서로 다른 전파 방향을 가지는 평면파(plane wave)인 초음파 영상 장치.

명세서

기술 분야

본 발명은 초음파 영상합성방법 및 그 장치, 특히 의학용으로 사용되는 초음파 영상합성방법 및 그 장치에 관한

[0001]

것이다.

배경 기술

[0002] 통상적인 초음파 영상 형성 방법

[0003] 통상적인 초음파 영상의 형성은 특정 지점에 주사된 원주파(cylindrical waver, 圓柱波)로 매질에 고주파를 인가하는 과정을 거친다. 인가된 고주파가 후방 산란되며 발생된 반사파를 이용하여, 영상의 완전한 윤곽이 동적 수신 빔형성 과정(dynamic receive beamforming process)을 거쳐 형성된다. 이 과정은, 완전한 영상을 만들기 위하여, 일정한 경로로 설정된 특정 깊이(초점면, focal plane)에 집속파(focused wave)들을 송신하며 반복된다. 각각의 집속파에 대한 동적 빔형성과정이 수행되어, 완전한 영상이 한 줄씩 형성된다. 동적 빔형성 과정은 송신 모드에서 초점이 특정 깊이에 고정되어 있는 경우에도, 수신모드에서 초점이 균일하게 될 수 있게 할 수 있다. 최종적인 영상은 초점 축의 길이에 대응하여 매질의 제한된 영역 및 초점면에서 최적화된다. 그러나 회절법칙의 영향으로 인하여 제한된 영역 밖(초점 영역의 전, 후)에서는 영상의 품질이 급격하게 저하된다.

[0004] 이와 같은 제한을 극복하기 위하여, 다중 초점 영상 형성방법을 적용함이 전통적인 해법이다. 즉, 영상의 전 부분에서 균질한 품질을 얻기 위하여 서로 다른 전송 초점 깊이가 사용됨을 의미한다. 각각의 초점 깊이에 대한 전송은, 초점이 형성된 축 상의 범위 내에서 각 부분에 대한 부분적인 영상을 형성할 수 있도록 한다. 최종적인 영상은 다양한 깊이에 대응되는 각 부분에 대한 영상을 재결합하는 과정을 거쳐 획득된다. 최적화된 다초점 영상 형성과정은 통상적으로 수십개의 초점면을 필요로 한다. 이와 같은 점은, 프레임 레이트(frame rate)에 한계로 작용하며, 통상적으로 초당 10 프레임 미만이 되면 초음파 영상으로서의 적절하지 않게 된다. 영상의 품질과 프레임 레이트 양자를 고려한다면, 4개 정도의 초점면이 적절하다.

[0005] 초음파 영상 합성

[0006] 영상 품질의 향상은 동적 전송 초점조정 합성을 수행하여 가능할 수 있다. 이와 같은 접근은, 빔형성(beamforming)을 통하여 동적 전송 초점(dynamic transmit focusing)을 재합성(즉, 영상의 각 픽셀에 대응되는 초점 거리를 재합성)하는 과정과 인가된 고주파들을 결합하는 과정을 포함한다. 이 과정에서는, 합성 구경(synthetic aperture)과 합성 코히런트 평면파(synthetic coherent plane wave)가 주요하게 고려되어야 한다.

[0007] i) 합성 구경

[0008] 합성 구경을 통한 접근에 있어서, 초음파 배열은 요소별로 배치되며, 각 전송/수신 요소 간 충격응답의 완전한 세트가 빔형성(beamforming)되어 저장됨은, 미합중국 등록특허 US 6,689,063에 개시된 바와 같다. 이와 같은 과정은, 영상의 각 픽셀을 위한 전송/수신 결과에 기초하여 합성된 이미지를 생성하는 후처리 작업을 가능하게 한다.

[0009] 영상 합성 과정이 통상적인 B-mode 에 의한 이미지 보다 양질의 이미지를 획득할 수 있게 하는지 여부, 조직의 움직임에 의하여 어떠한 영향을 받는지 여부, 신호대잡음비(signal-to-noise ratio)의 제약은 문헌에 개시되어 있다.

[0010] 구경 합성 이미지과정에 있어서 근본적인 문제점은, 초음파의 발산을 위하여 단일한 요소가 사용되기 때문에 영상에서 신호대잡음비가 좋지 않다는 점이다. 통상적인 영상형성과정에서 완전구경(full aperture)을 사용하는 경우에 비하여 발산에 필요한 에너지를 낮출 수 있고, 따라서 투과되어 들어가는 깊이에 제한이 생긴다.

[0011] ii) 합성 평면파 접근

[0012] 합성 평면파 이미지 형성방법은 합성 구경 이미지 형성방법에 의한 제약을 일부 해결할 수 있는 접근법이다. 이 방법에서, 매질에 서로 다른 각도로 평면파를 송신하고, 최종 영상을 재합성하기 위하여 서로 다른 영상을 결합하기보다 후방산란된 신호를 수신하여 빔형성 한다는 내용은 미합중국 특허 US 6,551,246에 개시된 바와 같다.

[0013] 모든 배열에 대한 평면파를 송신하면 합성 구경을 통한 경우보다 높은 압력장(pressure field)이 생성된다. 나아가, 단일 요소 전송(single element transmission)과 비교할 때, 부드러운 조직에서 전파되는 동안 고주파 성분의 평면파(ultrasound plane wave)의 회절 및 감쇄효과가 현저히 줄어든다.

[0014] 합성 동적 전송 초점방법(synthetic dynamic transmit focusing)은 이미지의 품질을 향상시킬 수 있다. 최적화된 이미지 품질은 10Hz 이상의 프레임 레이트일 때 획득가능하다.

[0015] 그러나 현재까지 알려진 평면파를 이용하는 합성 초음파 이미지 형성방법은 여전히 영상의 정확성 측면에서 개

선행해야 할 점들이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0016] 본 발명은 과거의 평면파 합성 초음파 영상형성 방법을 개선할 수 있는 새로운 합성 초음파 영상형성 방법을 제안하는 것을 일 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0017] 상기한 과제를 해결하기 위하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파 이미지 형성 방법은 적어도 하나의 다음의 단계를 포함한다.

[0018] a) 복수의 각 영상화 영역 및 탐침자(transducer)를 통하여 수신되어 타임 시그널(time signal)을 나타내는 각각의 가공 전 데이터(raw data) 세트에 대하여 서로 다른 공간상 주파수를 가지는 초음파에 있어서, 복수의 상기 초음파가 상기 영상화 영역으로 전송 되고, 각각의 상기 초음파에 응답하여 각각의 가공 전 데이터가 탐침자의 배열을 통하여 획득되는 전송 단계;

[0019] b) 상기 영상화 영역에서 버추얼 전송 초점영역(virtual transmit focal zones) 각각을 위하여, 적어도 하나의 코히런트 데이터 세트가 상기 가공 전 데이터 세트로부터 합성되는 코히런스 강화 단계; 및

[0020] c) 상기 버추얼 전송 초점영역 각각에 포함된 복수개의 구간 각각을 위하여, 상기 코히런트 데이터 세트를 이용하여 영상 픽셀(image pixel)이 산출되는 빔형성 단계.

[0021] 이와 같은 단계를 포함하는 결과로, 가공 전 데이터의 공간상 코히런스는 빔형성 단계보다 앞서는 단계 b에서 재생된다. 따라서 다양한 초음파의 전송으로부터 수신된 데이터를 정확하게 결합할 수 있게 된다. 공간상 코히런스를 재생시킬 필요성은 다음과 같다. 즉, 공간상으로 넓게 퍼지는 파장을 영상화 영역으로 조사하는 경우에, 매질로부터 되돌아오는 반사파는 영상화 영역에서 임의로 분산된 인코히런스 소스에서 기인된 파장인 것처럼 보일 수 있다. 따라서 가공 전 데이터에서 파장의 공간상의 코히런스가 손실되거나 상태가 열악할 수 있다.

[0022] 빔 형성은 코히런스 재생 단계에서 얻어진 코히런스 데이터에 기초하여 수행될 수 있으며, 이로서 좀 더 명확한 이미지를 얻을 수 있다.

[0023] 이와 반대로, 종래의 초음파 영상합성 방법에서는, 우선 가공 전 데이터에서 빔 형성이 수행된 이후에, 다양한 평면파에 대응되는 최종적인 영상이 결합된다. 그러나 빔 형성 과정에서 다수의 정보들이 손실되며, 종래 기술에 의한 영상 결합 방법을 취하게 되면 공간상의 코히런스를 재생(recover)할 수 없다.

[0024] 본 발명의 초음파 영상형성방법에 따른 다양한 실시예에서, 다음에 기술한 다양한 내용들이 추가될 수 있다.

[0025] - 초음파는 서로 다른 전파 방향을 가지는 평면파(plane wave)일 수 있다.

[0026] - 초음파는 서로 다른 전파 방향을 가지는 발산파(divergent wave)일 수 있다.

[0027] - 초음파는 시공간(spatio-temporal, 時空上)으로 가진(excitation)될 수 있다.

[0028] - 코히런스 강화단계는 고정된 음속값을 사용하여 이루어질 수 있다.

[0029] - 코히런스 강화단계는 영상 영역에서 통상적으로 추정된 음속값을 사용하여 이루어질 수 있다.

[0030] - 코히런스 강화단계는 영역의 각 영상화된 구간에 대하여 통상적으로 추정된 음속값을 사용하여 이루어질 수 있다.

[0031] - 코히런스 강화단계는 위상 수차 보정을 포함할 수 있다.

[0032] - 코히런스 강화단계는 버추얼 전송 초점영역이 탐침자 배열과 직교하는 직선 형태로 배치될 수 있다.

[0033] - 코히런스 강화단계는 영역에서 음속이 일정하다는 전제하에, 버추얼 전송 초점영역에 집중된 버추얼 동적 전송(virtual dynamic transmit)을 수행하기 위하여 가공 전 데이터를 지연(delay)하여 각각의 버추얼 전송 초점 영역에 대한 코히런스 데이터 세트를 산출하는 제 1하위단계와, 지연이 영상화 영역에서 제 1하위단계에서 산출된 코히런스 데이터 세트에 기초한 수차의 추정에 의하여 보정되고, 보정된 지연은 버추얼 전송 초점영역에 집중된 버추얼 동적 전송을 수행하기 위한 새로운 코히런트 데이터 세트를 산출하는 과정에 사용되는 제 2하위단

계를 포함할 수 있다.

- [0034] - 제 2하위단계는 수회 반복될 수 있다.
- [0035] - 제 2하위단계는 각각의 코히런트 데이터 세트에서 서로 다른 탐침자에 대응되는 코히런트 데이터를 상호 비교함으로써 이루어질 수 있다.
- [0036] 본 발명의 또 다른 목적은 초음파 이미지형성을 위한 장치이며, 다음과 같은 구성을 포함할 수 있다.
- [0037] - 서로 다른 공간상 주파수를 가지며, 영역 내에서 영상화된 복수의 구간 각각에 대하여 복수의 초음파를 전송하는 수단;
- [0038] - 각각의 초음파에 응답하여 얻어지는 각각의 가공전 RF 데이터 세트를 획득하는 수단;
- [0039] - 복수개의 영역에서 비추출 전송 초점영역 각각을 위하여 각각의 가공 전 데이터 세트로부터 적어도 하나의 코히런트 데이터 세트를 합성하는 수단;
- [0040] - 각각의 비추출 전송 초점영역에 포함된 복수개의 영역 각각에 대한 코히런트 데이터 세트를 이용하여 적어도 하나의 방향을 따라 빔형된 신호를 산출하기 위한 빔형성 수단;

발명의 효과

- [0041] 평면과 합성 초음파 영상형성 방법을 개선하여, 좀 더 명확한 이미지를 얻을 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0042] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 합성 초음파 영상형성 장치의 개략도이다.
- 도 2는 도 1 장치의 블록 다이어그램이다.
- 도 3은 도 1 및 2의 장치에 적용될 수 있는 동적 초음파 영상형성 방법의 다이어그램이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0043] 본 발명의 다른 특성 및 장점은 본 발명의 일 실시예인 아래의 상세한 설명에 나타나 있으나, 설명된 일 실시예에 본 발명의 권리범위가 한정되는 것은 아니다.
- [0044] 도면에서 동일한 참조번호는 동일하거나 유사한 요소를 의미한다.
- [0045] 도 1에 도시된 장치는, 살아있는 조직이나 환자의 특정 신체 부위와 같은 일 영역(1)에 대한 합성 초음파 영상 방법을 적용할 수 있다. 장치는 예를 들어 다음과 같은 구성을 포함할 수 있다.
- [0046] - 통상적인 초음파촬영 탐침자가 X축을 따라 병렬적이고, 연속적으로 배열된 수백 개의 탐침자(transducer)(예를 들어 100 내지 300개)를 포함한다. 이때, 배열(2)은 일 영역(1)의 2차원 영상형성을 위하여 적용된다. 그러나 배열(2)은 일 영역에 대한 3차원 영상형성을 위하여서도 적용될 수 있다.
- [0047] - 배열된 탐침자를 제어하고, 그로부터 신호를 수신하는 전자장치(3)
- [0048] - 전자장치(3)를 제어하고 전자장치(3)로부터 획득한 초음파 영상을 볼 수 있도록 하는 마이크로컴퓨터(4)(하나의 전자장비가 전자장치(3)와 마이크로컴퓨터(4)의 기능들을 수행할 수도 있다.)
- [0049] 도 2에 도시된 바와 같이, 전자장치(3)는 다음과 같은 구성을 포함할 수 있다.
- [0050] - 탐침자 배열(2) 상의 n개의 탐침자(T1~Tn)에 각각 연결되어 있는 n개의 아날로그/디지털 컨버터(5)(A/D1~A/Dn)를 포함할 수 있다.
- [0051] - n개의 아날로그/디지털 컨버터(5)에 각각 대응되는 n개의 버퍼메모리(6)(B1~Bn)
- [0052] - 버퍼메모리(6) 및 마이크로컴퓨터(4)와 통신하는 중앙처리장치(8, CPU)
- [0053] - 중앙처리장치(8)에 연결된 메모리(9, MEM)
- [0054] - 중앙처리장치(8)에 연결된 디지털 신호처리장치(10, DSP)
- [0055] 도 3은 도 1 및 2의 장치에 적용될 수 있는 본 발명의 일 실시예에 의한 방법을 도시하고 있으며, 본 발명의

일 실시예에 의한 방법은 3개의 주요한 단계를 포함한다.

a) 전송과 데이터 저장;

b) 코히런트 RF 데이터의 합성;

c) 형성된 빔을 수신;

각 단계는 디지털 신호처리장치(9)의 보조를 받은 중앙처리장치(8)에 의하여 제어된다.

단계 a : 전송과 데이터 저장

탐침자 배열은 영상화할 매질(예를 들어, 환자의 신체)에 접촉되며, n개의 경사진 고주파 성분의 평면파가 탐침자 배열(2)을 통하여 일 영역(1)에 연속적으로 인가된다. 경사진 평면파의 개수인 n은 2 내지 100인 경우를 포함한다. 고주파의 주파수는, 예를 들어, 0.5 내지 100 MHz일 수 있으며, 특히나 1 내지 10 MHz일 수 있다.

각각의 경사진 평면파는 Z축의 방향으로 전파되어 나가며 각도가 α 만큼 기울어져 있음을 특징으로 한다.(Z축은 연속된 탐침자 배열(2)의 방향인 X축에 직각이며, 영상면은 X축을 따라 정의된다.)

각각의 경사진 평면파는 다수의 산란을 일으키며, 후면산란파가 탐침자 배열(2)로 입력되어, 배열에 포함된 각각의 탐침자(T1~Tn)는 후면산란파를 수신한다. n개의 탐침자가 수신한 후면산란파 신호는 아날로그-디지털 컨버터(5)에 의하여 디지털화 되어 버퍼 메모리(6)에 저장된다.

하나의 평면파의 전송에 의하여 n개의 버퍼 메모리에 저장된 데이터를 이하에서는 가공 전 RF 데이터(raw RF data)라 한다. 따라서 가공전 RF 데이터는 평면파의 전송이후에 배열된 모든 탐침자(2)에 의하여 수신된 시간에 따른 신호의 매트릭스(matrix)로 간주될 수 있다. 'RF' 는 당해 기술분야에서 통상적으로 사용되는 용어이며, 초음파의 주파수(통상적으로 0.5 내지 100 Mhz)를 의미하지만, 이 표현에 의하여 본 발명의 권리가 제한되는 것은 아니다.

초음파 성분의 평면파는 다양한 전파 방향을 가지는 다양한 초음파에 의하여 대체될 수 있다.

모든 경우에 있어서, 초음파는 시공간(時空上) 다양한 방향으로 생성될 수 있다. 예를 들어, 서로 다른 방향으로 수개의 고주파를 동시에 처리하여 전송할 수도 있다.

단계 b : 코히런트 RF 데이터의 합성

N개의 가공 전 RF 데이터의 매트릭스에서 시간 지연에 의한 신장 및 단계의 병합 등의 방법을 적용하여 M개의 합성된 코히런트 RF 데이터를 생성할 수 있다.

M개의 합성된 코히런트 RF 데이터 각각은 특정한 버추얼 동적 전송 초점 라인(virtual dynamic transmit focusing line)을 따라 얻어진, 후방 산란되며 발생된 반사파에 대응되는 매트릭스를 생성한다. 이는 아래에 기술된 다음과 같은 과정을 거쳐 얻어진다.

1) 단계 b의 하위 단계 b.1 : 매질 전체에서 음속이 동일한 것으로 가정한 상태로 코히런트 RF 데이터 제 1세트를 합성하는 단계

간략화를 위하여, 이하에서는 $x=0$, $z=0$ 의 위치에 탐침자가 위치하며, 시간 $t=0$ 에서 파장(wavefield)이 발생되는 것으로 한다. 버추얼 전송 초점이 $F(x_1, z)$ 에 위치하는 것으로 한 상태에서, 매질이 기울기 α 의 평면파가 인가된다면, 매질 내에서 파장이 $F(x_1, z)$ 까지 도달하는 시간은 다음 식과 같다.

$$\tau_{ec}(\alpha, x_1, z) = (z \cos \alpha + x_1 \sin \alpha) / c$$

여기서, x_1 과 z 는 X축과 Z축 방향의 절대값이며, c 는 일 지점(1)에서의 음속이다. 음속 c 는 사전에 결정된 값이거나 통상적으로 추정된 값이다.

x 지점에 위치한 탐침자까지 돌아오는데 필요한 시간은 다음과 같다.

$$\tau_{rec}(x_1, x, z) = \sqrt{z^2 + (x - x_1)^2} / c$$

[0076] 인가된 평면파가 진행하는 총 시간 τ 는 다음과 같다.

$$\tau(\alpha, x_1, x, z) = \tau_{ec} + \tau_{rec} = \frac{1}{c} \left[(z \cos \alpha + x_1 \sin \alpha) + \sqrt{z^2 + (x - x_1)^2} \right]$$

[0077]

[0078] 버츄얼 전송 초점 위치 $F(x_1, z)$ 를 기준으로 하여 가공 전 RF 데이터($RF_{raw}(x, z, \alpha)$)와 공간상의 코히런트 RF 데이터($RF_{coherent}(x_1, x, z)$)를 결합하면 총 시간이 다음과 같이 산출된다.

$$RF_{coherent}(x_1, x, z) = \sum_{\alpha} B(\alpha) RF_{raw}(x, \tau(\alpha, x_1, x, z), \alpha)$$

[0079]

[0080] $B(\alpha)$ 는 각 각도에 대한 가중변수이다. 버츄얼 초점 라인(virtual focalisation line)은 모든 버츄얼 전송 초점 $F(x_1, z)$ 의 집합에 의하여 정의된다.

[0081] 특정 선상 x_1 에 따른 각각의 버츄얼 초점 라인은 2D 코히런트 RF 데이터 매트릭스로 표현된다. 즉, 매트릭스 $RF_{coherent}(x_1, x, z)$ 와 같다.

[0082] 상술한 코히런트 RF 데이터 매트릭스의 M 이 계산되는데, M 은 연산과정이 필요한 버츄얼 전송 초점 라인의 개수이다. (즉, x_1 의 M 값을 위하여 계산된다.)

[0083] M 은 배열(2)에 포함된 탐침자의 개수에 대응되거나, 그보다 더 큰 수일 수 있다.

[0084] **2) 단계 b의 하위 단계 b.2 : 수차(aberration) 보정에 의한 매질의 정확한 초점을 산정하는 단계**

[0085] 초음파의 전파를 왜곡할 수 있는 매질의 잠재적인 수차는 전술한 식들에 고려되지 않았다. 국부적인 수차는 음속, 밀도, 소리의 흡수 정도가 부분적으로 달라짐으로 인하여 발생할 수 있다.(의학적으로 사용되는 경우에, 음속을 1460 m/s에서 1560 m/s까지 변화시키는 이성분이 존재한다.) 이와 같은 오차는 합성 신호의 공간상의 코히런트와 최종적인 초음파 영상의 품질을 저하시킨다.

[0086] 이와 같은 수차를 보정하기 위하여, 알려진 수차 보정 방법이 사용될 수 있다. x_1 선상에서 얻어진 간섭 합성 RF 데이터에 이와 같은 방법을 적용하면, $\delta(x_1, x, z)$ 이 구해지므로, 다음과 같이 전파시간에 추가한다.

$$\tau_{rew}(\alpha, x_1, x, z) = \tau(\alpha, x_1, x, z) + \delta(x_1, x, z)$$

[0087]

[0088] 이때, δ 는 원주 초점조절 방법(cylindrical focalization law)으로 가정함으로써 발생된 오차를 보정한 값이다.

[0089] 단계 b.1의 M 개의 코히런트 합성 데이터 매트릭스는 $t_{new}(a, x_1, x, z)$ 를 이용하여 새로운 값 $t(a, x_1, x, z)$ 로 다시 계산된다.

[0090] 위상 수차의 보정은 일 영역(1)의 각 영상 부분을 위한 음속의 부분적인 추정에 상응하는 값이다.

[0091] 수차 보정 방법은 저장된 파장의 공간 코히런트에 근거하여 이루어진다.

[0092] 파장의 공간 코히런트는 그 자체의 공간상 공분산(spatial covariance)에 의하여 측정된다. 이는, 공간 상의 함수로서 두 지점에서 측정된 필드의 값 사이의 관계를 측정한다. 관계 함수는 인코히런트 소스(incoherent source)에 의하여 형성된 파장의 공간상 파동의 2차 통계에 상응한다.

[0093] 광학에서의 주요한 이론 중 하나인, 이른바 반 시테르트-제르니케 이론(Van Cittert-Zernike theorem)은 특정 한 필드의 이와 같은 2차 통계를 묘사한다. 반 시테르트-제르니케 이론에 의하면, 관측평면의 X_1 과 X_2 두 지점에서 측정된 필드의 공간상 공분산은 공간상 주파수(spatial frequency) $(X_2 - X_1)/\lambda z$ 에 의한 소스 개구 함수(source aperture function)의 푸리에 변환(Fourier transform) 값과 동일하다. 이때, λ 는 파장이며, z 는 소스와 관측 평면 사이의 거리이다.

[0094] 이와 같은 결론에 의하면, 셰이퍼(sharper)는 인코히런트 소스 스팟(incoherent source spot)이 되며, 라지어(larger)는 상호간 높은 유사성을 보이는 두 개의 다른 지점에서 측정된 필드 상의 관측평면상의 특정 영역이

된다.

[0095] 의학용 초음파 영상형성방법에서의 수차 보정 기술은 이와 같은 결론에 근거하고 있다.

[0096] 탐침자 배열에 의하여 기록된 필드는 공간상 일 지점(초점, focal spot)에 위치한 비간섭 소스로부터 발생된 후방 산란되며 발생된 반사파에 대응된다. 이때, 배열 상의 일 요소에서 수신한 필드는 그 주위의 요소에서 수신한 필드와 높은 유사성을 갖게 될 수 있다. 따라서 상호 인접한 요소들로부터 수신한 신호들 사이에서 성립되는 상관관계에 근거하여 이들 신호들 사이의 시간 지연을 보정할 수 있도록 할 수 있다. 이와 같은 개념을 배열의 모든 요소들에서 적용하면, 모든 요소들에서 시간지연된 정도 및 이로 인하여 발생된 오차를 알 수 있게 된다. (수차 보정 기술은 오차면이 배열과 근접하여 위치한 얇은 평면이며, 배열의 요소들에서 단지 타임 쉬프트(time shift)만이 이루어진다는 가정은 포함하며, 이와 같은 방법은 “위상면근사(phase screen approximation)”로 알려져 있다.)

[0097] **3) 하위 단계 b.2를 반복하는 단계**

[0098] 결국에는, 단계 b.2가 반복될 수 있다. 반복되는 회수는 미리 설정될 수 있으며, 설정된 회수에 도달하기 전에 에러값의 발생으로 반복이 중단되는 영향을 받을 수 있다. 에러값은 예를 들어,

$$E = \sum \delta(x_1, x, z)^2$$

이거나 다른 경우일 수 있다.

[0099] 하위 단계 b.2만을 반복하는 대신에, 지연 법칙(delay law)을 보다 정확히 산정하기 위하여 하위 단계 b.1과 b.2 모두를 반복하는 것도 가능하다.

[0100] **단계 c : 형성된 빔을 수신**

[0101] 단계 b 이후에, 최종적인 초음파 영상을 얻기 위하여 M개의 코히런트 RF 데이터 매트릭스 각각에 대하여 형성된 빔을 수신하는 단계가 진행된다. 지연 법칙은 수차 보정 방법에 의한 계산 과정에 사용된다.

[0102] 영상의 일 지점(x_1, z)은 각 각 산란파가 코히런트에 기여하는 정도를 추가하는 방식으로 얻어진다. 이는,

$$new(x_1, x, z) = \sum_{x_1} RF_{x_1}(x, t)$$

에 기초하여 $RF_{x_1}(x, t)$ 를 지연시키고, 그 값을 배열 방향 X에 추가하는 것을 의미한다.

$$s(x_1, z) = \int A(x_1, x) \times RF_{x_1}(x, new(x_1, x, z)) dx$$

[0103]

[0104] 이때, A는 최종 영상에서 x_1 번째 라인을 완성하기 위한 x 에 대한 함수인 아포다이제이션(apodization) 함수이다.

[0105] 결과적으로, 영상은 M개의 라인으로 이루어진다.

[0106] **다른 변형예**

[0107] 전술한 실시예에 대한 약간의 변형을 통하여 수차 왜곡 추정(aberration distortions estimates)의 다른 변형예를 고려할 수 있다.

[0108] 단계 b에서, 상이한 각도 a에 대하여, M개의 합성된 코히런트 RF 데이터 각각은 특정한 버추얼 동적 전송 초점 라인(virtual dynamic transmit focusing line)을 따라 얻어지며, 각 채널 데이터에 대한 총합을 통하여 얻어진 후방 산란되며 발생된 반사파에 대응되는 매트릭스를 생성한다.

[0109] 그러나 어떠한 경우에 있어서, 특정한 x_1 선상에 대응되는 동일한 매트릭스에서 서로 독립적인 상태를 나타내도록 하는 단계 b를 위한 K 값을 합성할 수도 있다.

[0110] 예를 들어, 각도 a를 다르게 하는 등으로 서로 다른 상황을 적용함으로써 각각의 독립적인 상황을 용이하게 수립할 수 있다.

[0111] 특정한 x_1 선상에 대응되는 동일한 매트릭스에서 서로 독립적인 상태를 나타내도록 하는 K를 획득하는 다른 방

법은, 단계 a를 수정하는 것으로 이루어진다.

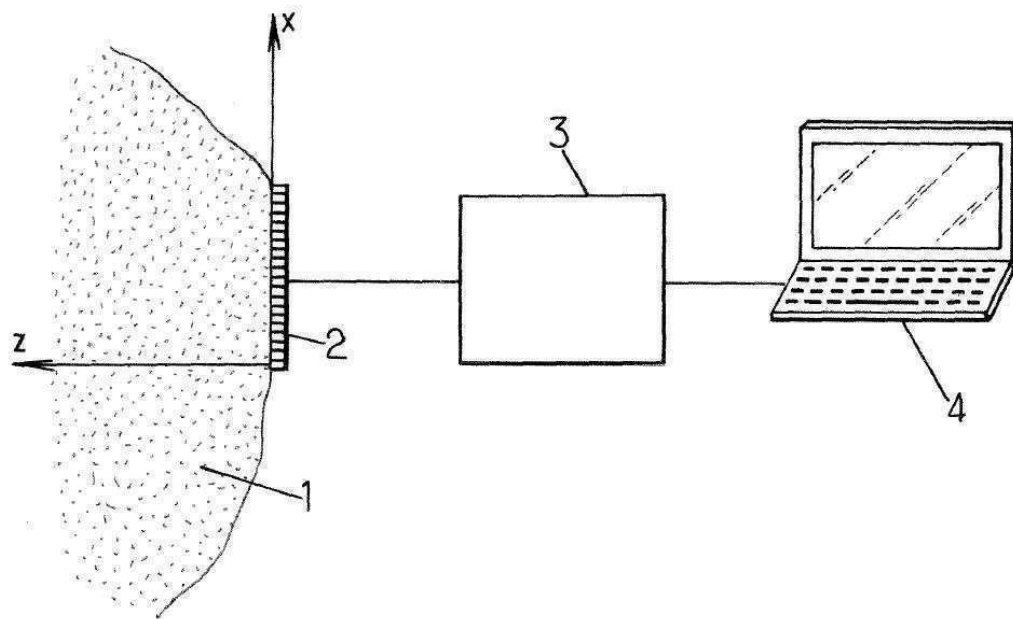
- [0112] N개의 기울어진 평면파가 탐촉자 배열에 연속적인 서브셋(subset)으로 보내질 수 있다.(즉, 연속적인 하위개구(successive subaperture)) 이 경우에, 단계 2에서, x_1 선상에 대응되는 버츄얼 메트릭스의 K 상태는 배열의 서로 다른 하위개구에서 획득된 N개의 가공 전 RF 데이터 세트를 사용함으로써 수립할 수 있다.
- [0113] 단계 b.2에서 수차 왜곡의 추정 $d(x_1, x, z)$ 은 버츄얼 선상 x_1 에 대응되는 메트릭스의 K가 상이한 상태에서도 수차가 동일하게 되도록 할 수 있다. 따라서, 동일한 메트릭스의 K가 상이한 경우에 $d(x_1, x, z)$ 의 간단한 평균화를 통하여 추정의 다양성을 감소시킬 수 있다.
- [0114] DORT 기술과 같은 보다 복잡한 재결합방법을 적용하는 것이 가능하다.(이와 같은 방법은, Prada C, Thomas JL. Experimental subwavelength localization of scatterers by decomposition of the time reversal operator interpreted as a covariance matrix. JOURNAL OF THE ACOUSTICAL SOCIETY OF AMERICA 114 (1): 235-243 JUL 2003,와 Prada C, Manneville S, Spoliansky D, et al. Decomposition of the time reversal operator: Detection and selective focusing on two scatterers. JOURNAL OF THE ACOUSTICAL SOCIETY OF AMERICA 99 (4): 2067-2076 Part 1 APR 1996 에 기술되어 있다.)
- [0115] 본 발명에 따른 방법은 다음과 같이 사용될 수도 있다.
- [0116] - 전송/수신에 있어 2D 또는 3D 중 적어도 어느 한 경우에 초음파 이미지의 초점을 동적으로 맞추는 경우
- [0117] - 합성된 이미지를 만들기 위해 인코히런트하게 합산되며, 전송/수신 과정에서 동적으로 초점이 맞추어진 초음파 이미지를 생성하는 경우
- [0118] - 전송/수신 과정에서 동적으로 초점이 맞추어진 적어도 하나의 2D 또는 3D 초음파 이미지와 2D 또는 3D 컬러 이미지를 생성하는 경우
- [0119] - 고품질의 2D 또는 3D 초음파 조직 영상을 생성하는 경우
- [0120] - 대조 촉진제(contrast agent)를 주입하는 방법을 이용하여 고품질의 2D 또는 3D 초음파 영상을 생성하는 경우
- [0121] - 초점이 맞추어진 컬러 플로우(color flow) 또는 하모닉(harmonic) 영상형상 방법과 같은 종래의 방법과 전송/수신 과정에서 동적으로 초점이 맞추어진 적어도 하나의 2D 또는 3D 초음파 이미지를 생성하는 경우

부호의 설명

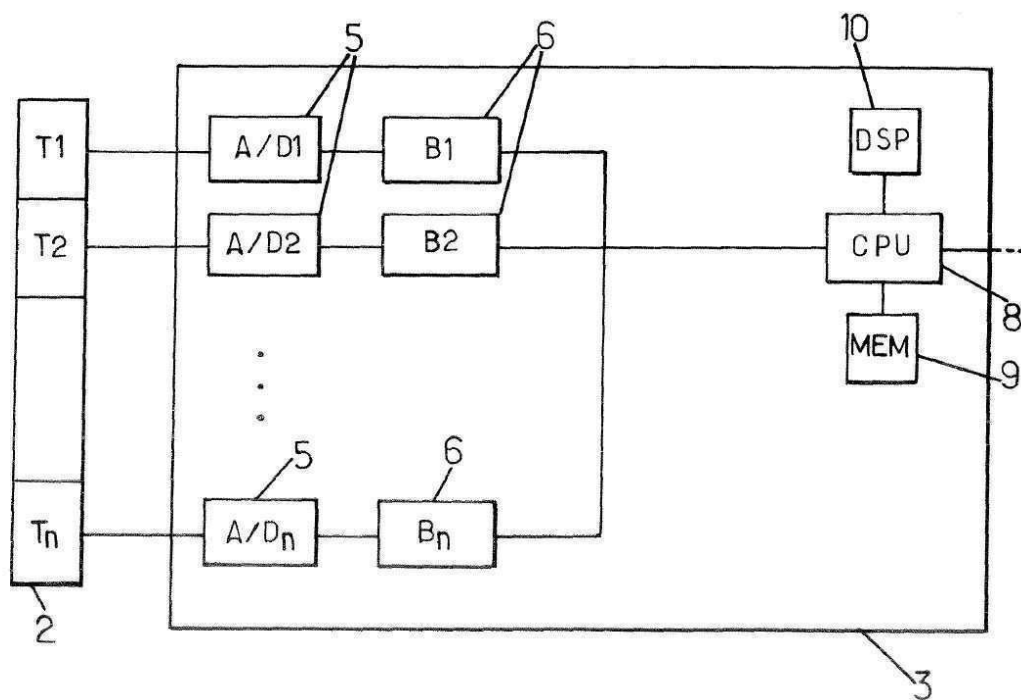
- [0122] 3 : 전자장치
- 4 : 마이크로컴퓨터
- 5 : 아날로그/디지털 컨버터

도면

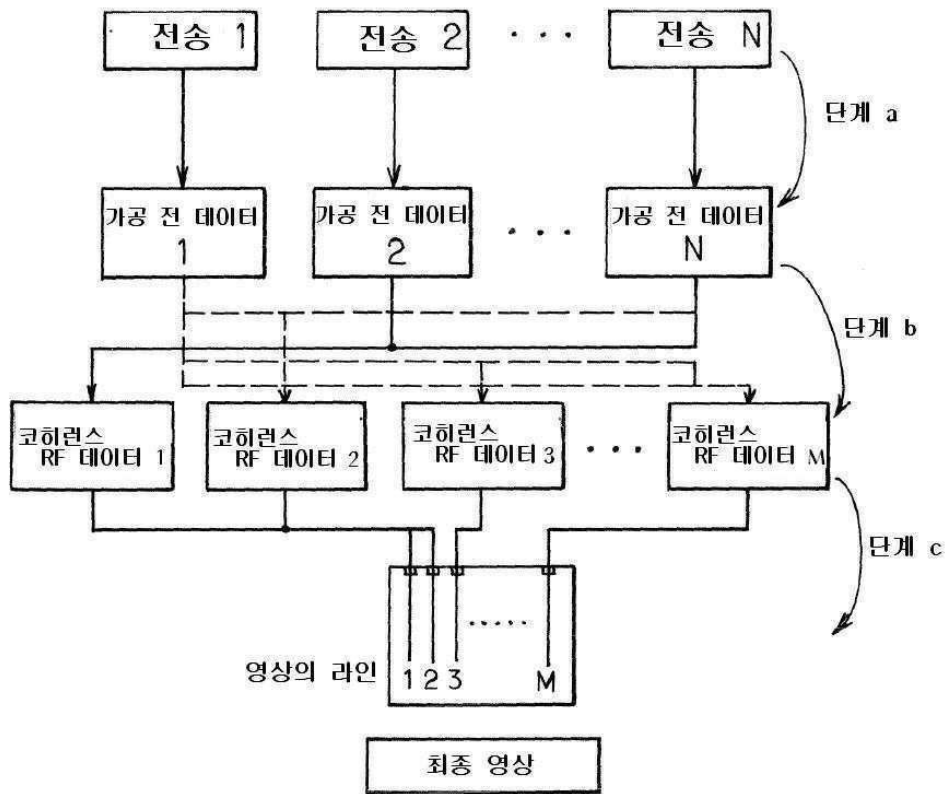
도면1



도면2



도면3



专利名称(译)	标题：超声图像合成方法和装置		
公开(公告)号	KR1020120030488A	公开(公告)日	2012-03-28
申请号	KR1020120010776	申请日	2012-02-02
[标]申请(专利权)人(译)	超声成像公司 超声清		
申请(专利权)人(译)	试想超级索尼克		
当前申请(专利权)人(译)	试想超级索尼克		
[标]发明人	BERCOFF JEREMY 베르코프제레미 COHEN BACRIE CLAUDE 코헨베크리에클라우드 TANTER MICKAEL 텐터미켈 FINK MATHIAS 핀크매씨에스 MONTALDO GABRIEL 몬테르도가브리엘		
发明人	베르코프,제레미 코헨베크리에,클라우드 텐터,미켈 핀크,매씨에스 몬테르도,가브리엘		
IPC分类号	A61B8/00 G06T1/00		
CPC分类号	G10K11/346 G01S7/52049 G01S15/8927 G01S15/8977 G01S15/8997		
优先权	12/047645 2008-03-13 US		
其他公开文献	KR101529247B1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

a) 对于通过每个成像区域和换能器接收的各组原始数据具有不同空间频率的多个超声波，并表示时间信号，其中，超声波被传输到成像区域，并且每个预加工数据响应于每个超声波通过探针阵列获取; b) 对于成像区域中的每个虚拟发射聚焦区域的相干增强步骤，其中从预处理数据组合成至少一个相干数据组; c) 通过使用每个虚拟传输焦点区域中包括的多个部分中的每个部分的相干数据集计算图像像素的波束形成步骤，其中，超声图像是具有不同传播方向的平面波。

