



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0047544

(43) 공개일자 2015년05월04일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 8/14 (2006.01) A61B 8/08 (2006.01)
G01S 15/89 (2006.01) G01S 7/52 (2006.01)
G10K 11/34 (2006.01)
- (52) CPC특허분류
A61B 8/14 (2013.01)
A61B 8/5207 (2013.01)
- (21) 출원번호 10-2015-7007159
- (22) 출원일자(국제) 2013년08월20일
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2015년03월20일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2013/055790
- (87) 국제공개번호 WO 2014/031642
국제공개일자 2014년02월27일
- (30) 우선권주장
61/691,717 2012년08월21일 미국(US)

- (71) 출원인
마우이 이미징, 인코포레이티드
미국 캘리포니아 쉐니배일 슈트 107 지브랄타 드
라이브 256 (우: 94089)
- (72) 발명자
칼, 조세프, 알.
미국 캘리포니아 쉐니배일 슈트 107 지브랄타 드
라이브 256 (우: 94089)
브루어, 케네스, 디.
미국 캘리포니아 쉐니배일 슈트 107 지브랄타 드
라이브 256 (우: 94089)
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인
특허법인 남앤드남

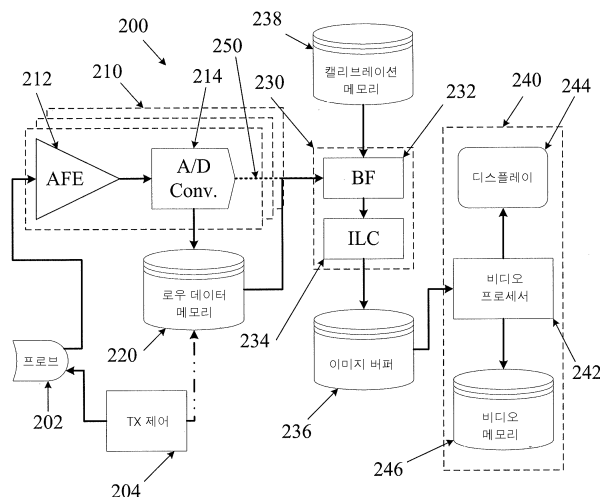
전체 청구항 수 : 총 27 항

(54) 발명의 명칭 초음파 이미징 시스템 메모리 아키텍처

(57) 요약

다수의 애플처 초음파 이미징 시스템은 빔형성되지 않은 로우(raw), 에코 데이터를 저장하도록 구성될 수 있다. 저장된 에코 데이터는 원 이미지에서 알아볼 수 없거나 식별할 수 없는 정보를 드러내거나 이미지를 강화하기 위하여 수정된 파라미터들을 사용하여 리트리브되고 재빔형성될 수 있다. 로우 에코 데이터는 또한 네트워크를 통해 전송될 수 있고 프로브 수행 이미징에 물리적으로 가깝지 않은 원격 디바이스에 의해 빔형성될 수 있다. 그런 시스템들은 내과 의사들(physicians) 또는 다른 의사들(practitioners)이 환자가 없음에도 마치 환자를 직접적으로 이미징하는 것처럼 에코 데이터를 조작하게 할 수 있다. 많은 고유 진단 기회들은 그런 시스템들 및 방법들에 의해 가능해진다.

대표도 - 도3



(52) CPC특허분류

G01S 15/8927 (2013.01)

G01S 15/8979 (2013.01)

G01S 15/8993 (2013.01)

G01S 15/8995 (2013.01)

G01S 15/8997 (2013.01)

G01S 7/52042 (2013.01)

G01S 7/52049 (2013.01)

G10K 11/346 (2013.01)

(72) 발명자

레, 비에트, 남

미국 캘리포니아 썬니베일 슈트 107 지브랄타 드라
이브 256 (우: 94089)

올레트, 매튜

미국 캘리포니아 썬니베일 슈트 107 지브랄타 드라
이브 256 (우: 94089)

블레이크, 마티아스

미국 캘리포니아 썬니베일 슈트 107 지브랄타 드라
이브 256 (우: 94089)

명세서

청구범위

청구항 1

초음파 이미징 방법으로서,

관심 구역에 고주파를 발사하기 위하여 다수의 애퍼처 이미징 시스템(multiple aperture imaging system)으로 포커싱되지 않은 핑(ping) 초음파 펄스를 전송하는 단계;

상기 관심 구역의 제 1 섹션의 제 1 이미지를 실시간으로 생성하는 단계;

고주파 발사된 구역으로부터 수신된 에코 데이터를 메모리 디바이스에 저장하는 단계;

상기 저장하는 단계 후, 상기 메모리 디바이스로부터 상기 에코 데이터를 리트리빙(retrieving)하는 단계; 및

상기 관심 구역의 제 2 섹션의 제 2 이미지를 형성하기 위하여 상기 에코 데이터를 프로세싱하는 단계를 포함하고,

상기 제 2 섹션은 제 1 섹션이 존재하지 않는 상기 관심 구역의 일부를 커버하는,

초음파 이미징 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 생성하는 단계는 제 1 세트의 빔형성 파라미터들을 사용하는 것을 포함하고, 상기 프로세싱하는 단계는 상기 제 1 세트의 빔형성 파라미터들과 상이한 제 2 세트의 빔형성 파라미터들을 사용하는 것을 포함하는,

초음파 이미징 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 이미지는 상기 제 1 이미지보다 높은 픽셀 분해능을 가지는,

초음파 이미징 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 제 2 이미지는 상기 제 1 섹션 내의 상기 관심 구역의 일부를 커버하는,

초음파 이미징 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 관심 구역의 제 1 및 제 2 섹션들은 완전히 비-오버래핑(non-overlapping)하는,

초음파 이미징 방법.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 관심 구역의 제 3 섹션의 제 3 이미지를 형성하기 위하여 상기 에코 데이터를 프로세싱하는 단계 - 상기 제 3 이미지는 상기 제 2 이미지에 존재하지 않는 상기 관심 구역의 일부를 커버함 -; 및

상기 제 2 이미지 및 상기 제 3 이미지를 동시에 디스플레이하는 단계를 더 포함하는,
초음파 이미징 방법.

청구항 7

제 6 항에 있어서,
인간 심장의 단면은 상기 제 1 이미지에서 보여질 수 있고, 상기 심장의 제 1 부분만이 상기 제 2 이미지에서 보여질 수 있고, 상기 심장의 제 2 부분만이 상기 제 3 이미지에서 보여질 수 있는,
초음파 이미징 방법.

청구항 8

제 6 항에 있어서,
제 2 이미지를 형성하는 것 및 제 3 이미지를 형성하는 것은 복수의 이미지 층들을 결합하는 것을 더 포함하고, 각각의 이미지 층은 전송된 초음파 펄스 및 수신 애퍼처의 상이한 결합에 대응하고, 상기 제 2 이미지를 형성하는 것은 상기 제 3 이미지를 형성하는 것과 상이한 수의 이미지 층들을 결합하는 것을 포함하는,
초음파 이미징 방법.

청구항 9

제 6 항에 있어서,
상기 제 2 이미지에서 보여질 수 있는 물체를 측정하는 것을 더 포함하는,
초음파 이미징 방법.

청구항 10

초음파 데이터를 프로세싱하는 방법으로서,
제 1 비-휘발성 디지털 메모리 디바이스로부터 제 1 데이터 세트를 리트리빙하는 단계 - 상기 제 1 데이터 세트는 전송 애퍼처의 포지션과 배향 정보를 포함함 -;
제 2 비-휘발성 디지털 메모리 디바이스로부터 제 2 데이터 세트를 리트리빙하는 단계 - 상기 제 2 데이터 세트는 일련의 초음파 에코 스트링(string)들을 포함하고, 각각의 초음파 에코 스트링은 상기 에코 데이터를 생성하는 것을 담당하는 전송 애퍼처와 연관된 에코 데이터를 포함함 -;
상기 제 1 데이터 세트로부터 상기 전송 애퍼처의 전송 위치를 결정하는 단계;
상기 제 2 데이터 세트로부터 수신 애퍼처의 수신 위치를 결정하는 단계; 및
타겟 물체의 제 1 세트의 이미지들을 생성하기 위하여 제 1 세트의 빔형성 파라미터들을 사용하여 상기 제 2 데이터 세트를 빔형성하는 단계를 포함하는,
초음파 데이터를 프로세싱하는 방법.

청구항 11

제 10 항에 있어서,
제 2 세트의 빔형성 파라미터들을 형성하기 위하여 적어도 하나의 빔형성 파라미터를 조절하는 단계; 및
상기 타겟 물체의 제 2 세트의 이미지들을 생성하기 위하여 상기 제 2 세트의 빔형성 파라미터들을 사용하여 상기 제 2 데이터 세트를 빔형성하는 단계를 더 포함하는,

초음파 데이터를 프로세싱하는 방법.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 빔형성 파라미터는 상기 타겟 물체의 음속인,

초음파 데이터를 프로세싱하는 방법.

청구항 13

제 11 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 빔형성 파라미터는 상기 전송 애퍼처의 전송 트랜스듀서 엘리먼트 또는 상기 수신 애퍼처의 수신 트랜스듀서 엘리먼트의 포지션인,

초음파 데이터를 프로세싱하는 방법.

청구항 14

제 11 항에 있어서,

상기 적어도 하나의 빔형성 파라미터는 가중 팩터인,

초음파 데이터를 프로세싱하는 방법.

청구항 15

제 10 항에 있어서,

상기 타겟 물체의 이미지 윈도우를 정의하는 단계; 및

상기 타겟 물체의 상기 이미지 윈도우의 제 2 세트의 이미지들을 생성하기 위하여 상기 제 2 데이터 세트를 빔형성하는 단계

를 더 포함하는,

초음파 데이터를 프로세싱하는 방법.

청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 이미지 윈도우는 상기 제 1 세트의 이미지들 내에 있고 상기 제 1 세트의 이미지들의 총 영역보다 작은 영역을 커버하고, 상기 초음파 데이터를 프로세싱하는 방법은 상기 제 2 세트의 이미지들에서 보여질 수 있는 구조의 사이즈를 측정하는 단계를 더 포함하는,

초음파 데이터를 프로세싱하는 방법.

청구항 17

제 10 항에 있어서,

상기 제 2 데이터 세트로부터 형성된 이미지에 기초하여 디스플레이에 m-모드 라인을 추가하는 단계를 더 포함하는,

초음파 데이터를 프로세싱하는 방법.

청구항 18

제 10 항에 있어서,

이미지들을 코히어런트하게 그리고 비코히어런트하게 결합하기 위한 알고리즘을 조절하는 단계를 더 포함하는,

초음파 데이터를 프로세싱하는 방법.

청구항 19

제 10 항에 있어서,

상기 제 1 세트의 이미지들을 생성하는 단계는 제 1 세트의 프레임들을 형성하기 위하여 제 1 복수의 이미지 층들을 결합하는 것 - 각각의 이미지 층은 상기 전송 애퍼처 및 상기 수신 애퍼처의 상이한 결합에 대응함 -, 및 제 1 프레임 레이트에서 상기 제 1 세트의 프레임들을 디스플레이하는 것을 더 포함하는,

초음파 데이터를 프로세싱하는 방법.

청구항 20

제 19 항에 있어서,

제 2 세트의 프레임들을 형성하기 위하여 제 2 복수의 이미지 층들을 결합하는 것을 포함하여, 상기 타겟 물체의 제 2 세트의 이미지들을 생성하기 위하여 상기 제 2 데이터 세트를 빔형성하는 단계 - 각각의 이미지 층은 상기 전송 애퍼처 및 상기 수신 애퍼처의 상이한 결합에 대응하고, 상기 제 2 세트의 프레임들은 상기 제 1 세트의 프레임들보다 많은 수의 프레임들을 가짐 -, 및 상기 제 1 프레임 레이트보다 높은 제 2 프레임 레이트에서 상기 제 2 세트의 프레임들을 디스플레이하는 단계를 더 포함하는,

초음파 데이터를 프로세싱하는 방법.

청구항 21

초음파 이미징 시스템으로서,

복수의 전송 트랜스듀서 엘리먼트들 및 복수의 수신 트랜스듀서 엘리먼트들을 가진 다수의 애퍼처 초음파 프로브;

상기 프로브의 상기 전송 트랜스듀서 엘리먼트들로부터 초음파 펄스들의 송신을 제어하도록 구성된 전송 제어 전자장치;

상기 초음파 펄스들의 에코들에 대응하는 상기 수신 트랜스듀서 엘리먼트들로부터의 에코 신호들을 수신하도록 구성된 수신기 전자장치; 및

상기 수신기 전자장치와 전자 통신하는 로우 데이터 메모리

를 포함하고,

상기 로우 데이터 메모리는 적어도 하나의 전송 엘리먼트의 아이덴티티를 나타내는 디지털 데이터, 상기 적어도 하나의 전송 엘리먼트가 초음파 펄스를 전송한 시간, 및 상기 초음파 펄스로부터 에코들의 크기를 나타내는 일련의 데이터 포인트들을 포함하는,

초음파 이미징 시스템.

청구항 22

제 21 항에 있어서,

상기 로우 데이터 메모리와 전자 통신하는 빔형성기를 더 포함하고, 상기 빔형성기는 상기 로우 데이터 메모리로부터 에코 데이터를 리트리브하고 상기 리트리브된 에코 데이터로부터 이미지들을 형성하도록 구성되는,

초음파 이미징 시스템.

청구항 23

초음파 이미지-프로세싱 계산 디바이스로서,

프로세서;

프로세스 코드를 포함하는 제 1 비-휘발성 메모리 디바이스;

전송 애퍼처와 연관된 초음파 에코 데이터를 포함하고, 그리고 수신 애퍼처의 수신 트랜스듀서 엘리먼트들에 관하여 상기 전송 애퍼처의 전송 트랜스듀서 엘리먼트들의 음향 포지션을 정의하는 트랜스듀서 엘리먼트 위치 데

이터를 포함하는 제 2 비-휘발성 메모리 디바이스

를 포함하고,

상기 프로세서는 상기 제 2 메모리 디바이스로부터 상기 초음파 에코 데이터를 리트리브하도록 상기 제 1 비-휘발성 메모리 디바이스의 프로세스 코드를 실행하고, 상기 트랜스듀서 엘리먼트 위치 데이터에 기초하여 상기 에코 데이터를 빔형성함으로써 이미지들을 형성하도록 구성되는,

초음파 이미지-프로세싱 계산 디바이스.

청구항 24

제 23 항에 있어서,

상기 초음파 이미지-프로세싱 계산 디바이스는 상기 전송 애퍼처 및 상기 수신 애퍼처를 포함하는 초음파 프로브에 전자적으로 또는 물리적으로 연결되지 않는,

초음파 이미지-프로세싱 계산 디바이스.

청구항 25

초음파 이미징 방법으로서,

적어도 하나의 전송 엘리먼트로부터 환자로 초음파 펄스를 전송하는 단계;

로우 데이터 메모리에 상기 초음파 펄스에 관계된 전송 정보를 저장하는 단계;

적어도 하나의 수신 엘리먼트로 상기 초음파 펄스에 대응하는 에코들을 수신하는 단계;

신호 크기 및 타임스탬프 엔트리(timestamp entry)를 포함하는 디지털 레코드를 생성하기 위하여 복수의 샘플링 포인트들에서 상기 에코들을 샘플링하는 단계; 및

각각의 샘플링 포인트에 대하여 상기 디지털 레코드를 로우 데이터 메모리에 저장하는 단계를 포함하는,

초음파 이미징 방법.

청구항 26

제 25 항에 있어서,

상기 디지털 레코드로부터 초음파 이미지를 형성하는 단계를 더 포함하는,

초음파 이미징 방법.

청구항 27

제 25 항에 있어서,

업데이트된 캘리브레이션 데이터를 얻기 위하여 상기 전송 및 수신 엘리먼트의 캘리브레이션 동작을 수행하는 단계; 및

초음파 이미지를 형성하기 위하여 업데이트된 캘리브레이션 데이터를 사용하여 상기 디지털 레코드를 프로세싱하는 단계

를 더 포함하는,

초음파 이미징 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 출원은 2012년 8월 21일 출원되고 발명의 명칭이 "Ultrasound Imaging System Memory Architecture"인 미국 가 특허 출원 번호 제 61/691,717 호의 우선권을 주장하고, 상기 미국 가 특허 출원의 내용들은 본원

에 인용에 의해 포함된다.

[0002] 본 명세서에 언급된 모든 공개물들 및 특허 출원들은, 각각의 개별 공개물 또는 특허 출원이 인용에 의해 포함되게 구체적으로 및 개별적으로 표시되는 것과 동일한 범위까지 인용에 의해 본원에 포함된다.

[0003] 본 개시는 일반적으로 초음파 이미징 시스템들 및 보다 구체적으로 로우 에코 데이터 메모리 디바이스들(raw echo data memory devices)을 이용하는 초음파 이미징 시스템들에 관한 것이다.

배경 기술

[0004] 종래의 초음파 이미징에서, 초음파 에너지의 포커싱된 빔은 검사될 신체 조직들로 전송되고 리턴된 에코들은 이미지를 형성하기 위하여 검출되고 그려진다. 초음파가 진단 목적들을 위하여 광범위하게 사용되었지만, 종래의 초음파는 스캐닝 깊이, 스펙클 잡음(speckle noise), 빈약한 측면 분해능, 모호한 조직들 및 다른 그런 문제들에 의해 크게 제한되었다.

[0005] 신체 조직들에 고주파를 발사하기 위하여, 초음파 빔은 통상적으로 페이즈드 어레이(phased array) 또는 성형 트랜스듀서 어느 하나에 의해 형성되고 포커싱된다. 페이즈드 어레이 초음파는 보통 의학 초음파 검사에서 이미지들을 형성하기 위한 좁은 초음파 빔을 조종 및 포커싱하는 일반적으로 사용되는 방법이다. 페이즈드 어레이 프로브(probe)는 많은 작은 초음파 트랜스듀서 엘리먼트들을 가지며, 상기 초음파 트랜스듀서 엘리먼트들 각각은 개별적으로 펄싱될 수 있다. 초음파 펄스들의 타이밍을 가변함으로써(예를 들어, 행을 따라 차례로 하나씩 엘리먼트들을 펄싱함으로써), 보강 간섭의 패턴은 셋업되고 이는 빔이 선택된 각도로 지향되게 한다. 이것은 빔 조종으로서 알려졌다. 그 다음 그런 조종된 초음파 빔은 검사되는 조직 또는 물체를 통해 스위핑(sweep)될 수 있다. 그 다음 다수의 빔들로부터의 데이터는 물체를 통한 슬라이스를 도시하는 시각적 이미지를 만들기 위하여 결합된다.

[0006] 종래에, 초음파 빔을 전송하기 위하여 사용된 동일한 트랜스듀서 또는 어레이가 리터닝 에코들을 검출하기 위하여 사용된다. 이런 설계 구성은 의학 목적들을 위해 초음파 이미징의 사용에서 최상위 제한(빈약한 측면 분해능)들 중 하나의 핵심이다. 이론적으로, 측면 분해능은 초음파 프로브의 애퍼처(aperture)의 폭을 증가 시킴으로써 개선될 수 있지만, 애퍼처 크기 증가로 수반된 현실적인 문제들은 애퍼처들을 작게 유지하였다. 분명히, 초음파 이미징은 이런 제한에도 매우 유용하였지만, 보다 우수한 분해능이 보다 효과적일 수 있다.

발명의 내용

[0007] 초음파 이미징 방법이 제공되고, 상기 방법은 관심 구역에 고주파를 발사하기 위하여 다수의 애퍼처 이미징 시스템을 사용하여 초음파 펄스(ping) 초음파 펄스를 전송하는 단계, 관심 구역의 제 1 섹션의 제 1 이미지를 실시간으로 생성하는 단계, 메모리 디바이스 내 구주파 발사된 구역으로부터 수신된 에코 데이터를 저장하는 단계, 저장하는 단계 후, 메모리 디바이스로부터 에코 데이터를 리트리브(retrieving)하는 단계, 및 관심 구역의 제 2 섹션의 제 2 이미지를 형성하기 위하여 에코 데이터를 프로세싱하는 단계를 포함하고, 여기서 제 2 섹션은 제 1 섹션이 존재하지 않는 관심 구역의 일부를 커버한다.

[0008] 몇몇 실시예들에서, 생성하는 단계는 제 1 세트의 빔형성 파라미터들을 사용하는 것을 포함하고, 프로세싱하는 단계는 제 1 세트의 빔형성 파라미터들과 상이한 제 2 세트의 빔형성 파라미터들을 사용하는 것을 포함한다.

[0009] 일 실시예에서, 제 2 이미지는 제 1 이미지보다 높은 픽셀 분해능을 가진다. 다른 실시예에서, 제 2 이미지는 제 1 섹션 내의 관심 구역의 일부를 커버한다. 몇몇 실시예들에서, 관심 구역의 제 1 및 제 2 섹션들은 완전히 비-오버래핑한다.

[0010] 몇몇 실시예들에서, 방법은 관심 구역의 제 3 섹션의 제 3 이미지를 형성하기 위하여 에코 데이터를 프로세싱하는 단계 - 여기서 제 3 이미지는 제 2 이미지에 존재하지 않는 관심 구역의 일부를 커버함 -, 및 동시에 제 2 이미지 및 제 3 이미지를 디스플레이하는 단계를 더 포함한다.

[0011] 몇몇 실시예들에서, 인간 심장의 단면은 제 1 이미지에서 보여질 수 있고, 심장의 제 1 부분만이 제 2 이미지에서 보여질 수 있고, 심장의 제 2 부분만이 제 3 이미지에서 보여질 수 있다.

[0012] 몇몇 실시예들에서, 제 2 이미지를 형성하는 단계 및 제 3 이미지를 형성하는 단계는 복수의 이미지 층들을 결합하는 단계를 더 포함하고, 각각의 이미지 층은 전송된 초음파 펄스 및 수신 애퍼처의 상이한 결합에 대응하고, 제 2 이미지를 형성하는 단계는 제 3 이미지를 형성하는 단계와 상이한 수의 이미지 층들을 결합하는

단계를 포함한다.

- [0013] [00013] 일 실시예에서, 방법은 제 2 이미지에서 보여질 수 있는 물체를 측정하는 단계를 더 포함한다.
- [0014] [00014] 초음파 데이터를 프로세싱하는 방법이 또한 제공되고, 상기 프로세싱하는 방법은, 제 1 비-휘발성 디지털 메모리 디바이스로부터 제 1 데이터 세트를 리트리빙하는 단계 - 제 1 데이터 세트는 전송 애퍼처의 포지션과 배향 정보를 포함함 -, 제 2 비-휘발성 디지털 메모리 디바이스로부터 제 2 데이터 세트를 리트리빙하는 단계 - 상기 제 2 데이터 세트는 일련의 초음파 에코 스트링들을 포함하고, 각각의 초음파 에코 스트링은 에코 데이터를 생성하는 것을 담당하는 전송 애퍼처와 연관된 에코 데이터를 포함함 -, 제 1 데이터 세트로부터 전송 애퍼처의 전송 위치를 결정하는 단계, 제 2 데이터 세트로부터 수신 애퍼처의 수신 위치를 결정하는 단계, 및 타겟 물체의 제 1 세트의 이미지들을 생성하기 위하여 제 1 세트의 빔형성 파라미터들을 사용하여 제 2 데이터 세트를 빔형성하는 단계를 포함한다.
- [0015] [00015] 몇몇 실시예들에서, 방법은 제 2 세트의 빔형성 파라미터들을 형성하기 위하여 적어도 하나의 빔형성 파라미터를 조절하는 단계, 및 타겟 물체의 제 2 세트의 이미지들을 생성하기 위하여 제 2 세트의 빔형성 파라미터들을 사용하여 제 2 데이터 세트를 빔형성하는 단계를 더 포함한다.
- [0016] [00016] 일 실시예에서, 적어도 하나의 빔형성 파라미터는 타겟 물체에서 음속이다. 다른 실시예에서, 적어도 하나의 빔형성 파라미터는 전송 애퍼처의 전송 트랜스듀서 엘리먼트 또는 수신 애퍼처의 수신 트랜스듀서 엘리먼트의 포지션이다. 추가적인 실시예에서, 적어도 하나의 빔형성 파라미터는 가중 팩터(weighting factor)이다.
- [0017] [00017] 몇몇 실시예들에서, 방법은 타겟 물체의 이미지 윈도우를 정의하는 단계, 및 타겟 물체의 이미지 윈도우의 제 2 세트의 이미지들을 생성하기 위하여 제 2 데이터 세트를 빔형성하는 단계를 더 포함한다.
- [0018] [00018] 몇몇 실시예들에서, 이미지 윈도우는 제 1 세트의 이미지들 내에 있고 제 1 세트의 이미지들의 총 영역보다 작은 영역을 커버하고, 방법은 제 2 세트의 이미지들에서 보이는 구조의 사이즈를 측정하는 단계를 더 포함한다.
- [0019] [00019] 다른 실시예에서, 방법은 제 2 데이터 세트로부터 형성된 이미지를 기초로 m-모드 라인을 디스플레이에 추가하는 단계를 포함한다.
- [0020] [00020] 다른 실시예들에서, 방법은 이미지들을 코히어런트하게 그리고 비코히어런트하게 결합하기 위한 알고리즘을 조절하는 단계를 더 포함한다.
- [0021] [00021] 몇몇 실시예들에서, 제 1 세트의 이미지들을 생성하는 단계는 제 1 세트의 프레임들을 형성하기 위하여 제 1 복수의 이미지 층들을 결합하는 단계 - 각각의 이미지 층은 전송 애퍼처 및 수신 애퍼처의 상이한 결합에 대응함 -, 및 제 1 프레임 레이트에서 제 1 세트의 프레임들을 디스플레이하는 단계를 더 포함한다.
- [0022] [00022] 다른 실시예들에서, 방법은 제 2 세트의 프레임들을 형성하기 위하여 제 2 복수의 이미지 층들을 결합하는 것을 포함하여, 타겟 물체의 제 2 세트의 이미지들을 생성하기 위하여 제 2 데이터 세트를 빔형성하는 단계 - 각각의 이미지 층은 전송 애퍼처 및 수신 애퍼처의 상이한 결합에 대응하고, 제 2 세트의 프레임들은 제 1 세트의 프레임들보다 큰 수의 프레임들을 가짐 -, 및 제 1 프레임 레이트보다 높은 제 2 프레임 레이트에서 제 2 세트의 프레임들을 디스플레이하는 단계를 포함한다.
- [0023] [00023] 초음파 이미징 시스템이 또한 제공되고, 초음파 이미징 시스템은 복수의 전송 트랜스듀서 엘리먼트들 및 복수의 수신 트랜스듀서 엘리먼트들을 가진 다수의 애퍼처 초음파 프로브, 프로브의 전송 트랜스듀서 엘리먼트들로부터 초음파 펄스들의 송신을 제어하도록 구성된 전송 제어 전자장치, 초음파 펄스들의 에코들에 대응하는 수신 트랜스듀서 엘리먼트들로부터의 에코 신호들을 수신하도록 구성된 수신기 전자장치, 및 수신기 전자장치들과 전자 통신하는 로우 데이터 메모리를 포함하고, 로우 데이터 메모리는 적어도 하나의 전송 엘리먼트의 아이덴티티를 나타내는 디지털 데이터, 적어도 하나의 전송 엘리먼트가 초음파 펄스를 전송한 시간, 및 초음파 펄스로부터 에코들의 크기를 나타내는 일련의 데이터 포인트들을 포함한다.
- [0024] [00024] 몇몇 실시예들에서, 시스템은 로우 데이터 메모리와 전자 통신하는 빔형성기를 포함하고, 빔형성기는 로우 데이터 메모리로부터 에코 데이터를 리트리브하고 리트리브된 에코 데이터로부터 이미지들을 형성하도록 구성된다.
- [0025] [00025] 초음파 이미지-프로세싱 계산 디바이스가 제공되고, 초음파 이미지-프로세싱 계산 디바이스는, 프로세

서, 프로세스 코드를 포함하는 제 1 비-휘발성 메모리 디바이스, 전송 애퍼처와 연관된 초음파 에코 데이터를 포함하고, 그리고 수신 애퍼처의 수신 트랜스듀서 엘리먼트들에 관해 전송 애퍼처의 전송 트랜스듀서 엘리먼트들의 음향 포지션을 정의하는 트랜스듀서 엘리먼트 위치 데이터를 포함하는 제 2 비-휘발성 메모리 디바이스를 포함하고, 프로세서는 제 2 메모리 디바이스로부터 초음파 에코 데이터를 리트리브하도록 제 1 비-휘발성 메모리 디바이스의 프로세스 코드를 실행하고, 트랜스듀서 엘리먼트 위치 데이터에 기초하여 에코 데이터를 빔형성함으로써 이미지들을 형성하도록 구성된다.

[0026] [00026] 몇몇 실시예들에서, 디바이스는 전송 애퍼처 및 수신 애퍼처를 포함하는 초음파 프로브에 전자적으로 또는 물리적으로 연결되지 않는다.

[0027] [00027] 초음파 이미징 방법이 제공되고, 초음파 이미징 방법은, 적어도 하나의 전송 엘리먼트로부터 환자로 초음파 펄스를 전송하는 단계, 로우 데이터 메모리의 초음파 펄스에 관련된 전송 정보를 저장하는 단계, 적어도 하나의 수신 엘리먼트로 초음파 펄스에 대응하는 에코들을 수신하는 단계, 신호 크기 및 타임스탬프 엔트리를 포함하는 디지털 레코드를 생성하도록 복수의 샘플링 포인트들에서 에코들을 샘플링하는 단계, 및 각각의 샘플링 포인트에 대한 디지털 레코드를 로우 데이터 메모리에 저장하는 단계를 포함한다.

[0028] [00028] 몇몇 실시예들에서, 방법은 디지털 레코드들로부터 초음파 이미지를 형성하는 단계를 더 포함한다.

[0029] [00029] 다른 실시예에서, 방법은 업데이트된 캘리브레이션 데이터를 얻기 위하여 전송 및 수신 엘리먼트들의 캘리브레이션 동작을 수행하는 단계, 및 초음파 이미지를 형성하기 위하여 업데이트된 캘리브레이션 데이터를 사용하여 디지털 레코드를 프로세싱하는 단계를 포함한다.

도면의 간단한 설명

[0030] [00030] 본 발명의 새로운 피쳐들은 다음의 청구항들에서 특이성으로 설명된다. 본 발명의 피쳐들 및 장점들의 보다 우수한 이해는 예시 실시예들을 설명하는 다음 상세한 설명을 참조하여 얻어질 것이고, 여기서 본 발명의 원리들이 활용된다. 첨부 도면들은 아래와 같다.

[00031] 도 1은 다수의 애퍼처 초음파 이미징 프로브 및 이미징될 포인트들의 그리드의 개략도이다.

[00032] 도 2는 로우 에코 데이터를 캡처하기 위하여 구성된 초음파 이미징 시스템 제어 패널의 일 실시예의 사시도이다.

[00033] 도 3은 로컬 로우 에코 데이터 캡처를 위하여 구성된 초음파 이미징 시스템의 일 실시예의 몇몇 기능 컴포넌트들을 예시하는 블록도이다.

[00034] 도 4는 원격 로우 에코 데이터 캡처를 위해 구성된 초음파 이미징 시스템의 일 실시예의 몇몇 기능 컴포넌트들을 예시하는 블록도이다.

[00035] 도 5는 로우 에코 데이터를 캡처 및 레코딩하기 위한 프로세스의 일 실시예를 예시하는 프로세스 흐름도이다.

[00036] 도 6은 의사가 이전 라이브 이미징 세션 동안 캡처된 로우 에코 데이터를 활용할 수 있게 하는 프로세스의 실시예를 예시하는 프로세스 흐름도이다.

[00037] 도 7은 이미징 시스템이 이전 라이브 이미징 세션 동안 캡처된 로우 에코 데이터를 프로세스 및 디스플레이할 수 있게 하는 프로세스의 실시예를 예시하는 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0031] [00038] 다양한 실시예들은 첨부 도면들을 참조하여 상세히 설명될 것이다. 특정 예들 및 구현들에 대한 참조는 예시 목적들을 위한 것이고, 본 발명 또는 청구항들의 범위를 제한하도록 의도되지 않는다.

[0032] 도입부 및 정의들

[0033] [00039] 비록 다양한 실시예들이 다양한 해부학적 구조들의 초음파 이미징을 참조하여 본원에 설명되었지만, 본원에 도시되고 설명된 많은 방법들 및 디바이스들이 또한 다른 애플리케이션들, 이를 테면 비-해부학적 구조들 및 물체들을 이미징 및 평가하는데 사용될 수 있다는 것이 이해될 것이다. 예를 들어, 본원에 설명된 프로브들, 시스템들 및 방법들은 다양한 기계적 물체들, 구조적 물체들 또는 재료들, 이를 테면 용접들, 파이프들, 빔들, 플레이트들, 압력 용기들, 충전 구조들 등의 비파괴 테스트 또는 평가에 사용될 수 있다. 아래의 다

양한 실시예들은 이미지 데이터로 추후 빔형성 및 프로세싱하기 위한 빔형성되지 않은 로우 초음파 데이터를 저장하도록 구성된 초음파 이미징 시스템을 사용하기 위한 시스템들 및 방법들을 포함한다. 그런 시스템은 초음파와 이미징 시스템들을 사용하는 많은 고유 방법들을 가능하게 한다.

[0034] [00040] 본원에 사용된 바와 같이, 용어들 "초음파 트랜스듀서" 및 트랜스듀서는 초음파 이미징 기술들의 당업자들에 의해 이해되는 바와 같이 그들의 일상적 의미를 보유할 수 있고 제한 없이 전기 신호를 초음파 신호로 및/또는 그 반대로 변환할 수 있는 임의의 단일 컴포넌트를 지칭할 수 있다. 예를 들어, 몇몇 실시예들에서, 초음파 트랜스듀서는 압전 디바이스를 포함할 수 있다. 몇몇 다른 실시예들에서, 초음파 트랜스듀서들은 용량성 마이크로머시닝 초음파 트랜스듀서들(CMUT)을 포함할 수 있다.

[0035] [00041] 트랜스듀서들은 다수의 개별 트랜스듀서 엘리먼트들의 어레이들로 종종 구성된다. 본원에 사용된 바와 같이, 용어들 "트랜스듀서 어레이" 또는 "어레이"는 일반적으로 공통 백킹 플레이트(backing plate)에 장착된 트랜스듀서 엘리먼트들의 콜렉션을 지칭한다. 그런 어레이들은 1차원(1D), 2차원들(2D), 1.X 차원들(1.XD) 또는 3차원들(3D)을 가질 수 있다. 당업자들에 의해 이해되는 바와 같이 다른 차원 어레이들은 또한 사용될 수 있다. 환형 어레이들, 이를 테면 동심원 어레이들 및 타원형 어레이들은 또한 사용될 수 있다. 트랜스듀서 어레이의 엘리먼트는 어레이의 가장 작은 분리 기능 컴포넌트일 수 있다. 예를 들어 압전 트랜스듀서 엘리먼트들의 어레이의 경우, 각각의 엘리먼트는 단일 압전 결정 또는 압전 결정의 단일 머시닝된 섹션일 수 있다.

[0036] [00042] 본원에 사용된 바와 같이, 용어 "전송 엘리먼트" 및 "수신 엘리먼트"는 초음파 이미징 기술들의 당업자들에 의해 이해되는 바와 같이 그들의 일상적 의미를 보유할 수 있다. 용어 "전송 엘리먼트"는 제한 없이 전기 신호가 초음파 신호로 변환되는 전송 기능을 적어도 잠시 수행하는 초음파 트랜스듀서 엘리먼트를 지칭할 수 있다. 유사하게, 용어 "수신 엘리먼트"는 제한 없이 엘리먼트에 충돌하는 초음파 신호가 전기 신호로 변환되는 수신 기능을 적어도 잠시 수행하는 초음파 트랜스듀서 엘리먼트를 지칭할 수 있다. 매체로의 초음파의 송신은 또한 본원에서 "고주파 발사"로서 지칭될 수 있다. 초음파들을 반사하는 물체 또는 구조는 "반사체" 또는 "산란체"라 지칭될 수 있다.

[0037] [00043] 본원에 사용된 바와 같이, 용어 "애퍼처"는 초음파 신호들이 전송되고 및/또는 수신될 수 있는 개념적 "개구"를 지칭할 수 있다. 실제 실시에서, 애퍼처는 간단히 이미징 제어 전자장치에 의해 공통 그룹으로서 집합적으로 관리되는 단일 트랜스듀서 엘리먼트 또는 트랜스듀서 엘리먼트들의 그룹이다. 예를 들어, 몇몇 실시예들에서 애퍼처는 인접 애퍼처의 엘리먼트들로부터 물리적으로 분리될 수 있는 엘리먼트들의 물리적 그룹일 수 있다. 그러나, 인접 애퍼처들은 반드시 물리적으로 분리될 필요는 없다.

[0038] [00044] 용어 "수신 애퍼처", "고주파 발사 애퍼처" 및/또는 "전송 애퍼처"가 원하는 물리적 관점 또는 애퍼처로부터 원하는 전송 또는 수신 기능을 수행하는 개별 엘리먼트, 어레이 내의 엘리먼트들의 그룹, 또는 심지어 공통 하우징 내의 전체 어레이들을 의미하는 것으로 본원에서 사용된다는 것이 주의된다. 몇몇 실시예들에서, 그런 전송 및 수신 애퍼처들은 전용 기능을 가진 물리적으로 분리된 컴포넌트들로서 생성될 수 있다. 다른 실시예들에서, 임의의 수의 전송 및/또는 수신 애퍼처들은 필요한 대로 동적으로 전자적으로 정의될 수 있다. 다른 실시예들에서, 다수의 애퍼처 초음파 이미징 시스템은 전용-기능 및 동적-기능 애퍼처들의 결합을 사용할 수 있다.

[0039] [00045] 본원에 사용된 바와 같이, 용어 "총 애퍼처"는 모든 이미징 애퍼처들의 총 누적 사이즈를 지칭한다. 다른 말로, 용어 "총 애퍼처"는 특정 이미징 사이클 동안 사용된 전송 및/또는 수신 엘리먼트들의 임의의 결합의 가장 먼 트랜스듀서 엘리먼트들 사이의 가장 먼 거리에 의해 정의된 하나 또는 그 초과 차원들을 지칭할 수 있다. 따라서, 총 애퍼처는 특정 사이클 동안 전송 또는 수신 애퍼처들로서 설계된 임의의 수의 서브-애퍼처들로 만들어진다. 단일-애퍼처 이미징 어레이먼트의 경우, 총 애퍼처, 서브-애퍼처, 전송 애퍼처, 및 수신 애퍼처는 모두 동일한 차원들을 가질 것이다. 다수의 어레이 프로브의 경우, 총 애퍼처의 차원들은 어레이들 모두의 차원들의 합을 포함할 수 있다.

[0040] [00046] 몇몇 실시예들에서, 두 개의 애퍼처들은 연속적인 어레이 상에서 서로 인접하게 위치될 수 있다. 또 다른 실시예들에서, 두 개의 애퍼처들은 연속적인 어레이 상에서 서로 오버랩할 수 있어서, 적어도 하나의 엘리먼트는 두 개의 별도의 애퍼처들의 부분으로서 기능하다. 애퍼처의 위치, 기능, 엘리먼트들의 수 및 물리적 사이즈는 특정 애플리케이션에 대해 임의의 필요한 방식으로 동적으로 정의될 수 있다. 특정 애플리케이션에 대한 이들 파라미터들에 대한 제한들은 아래에 논의될 것이고 당업자에게 명백할 것이다.

[0041] [00047] 본원에 설명된 엘리먼트들 및 어레이들은 또한 다중 기능일 수 있다. 즉, 하나의 예에서 전송기들로서

트랜스듀서 엘리먼트들 또는 어레이들의 설계는 다음 예에서 수신기들로서 그들의 당면한 재설계를 배제하지 않는다. 게다가, 본원에서 제어 시스템의 실시예들은 사용자 입력들, 사전 설정 스캔 또는 분해능 기준들, 또는 다른 자동으로 결정된 기준들에 기초하여 전자적으로 그 설계들을 가능하게 하기 위한 능력들을 포함한다.

[0042] [00048] 본원에 사용된 바와 같이 용어 "포인트 소스 송신" 또는 "핑"은 단일 공간 위치로부터 매체로 전송된 초음파 에너지의 도입을 지칭할 수 있다. 이것은 단일 초음파 트랜스듀서 엘리먼트 또는 단일 전송 애퍼처로서 함께 전송하는 인접한 엘리먼트들의 결합을 사용하여 달성될 수 있다. 포인트 소스 전송 애퍼처로부터 단일 송신은 균일 구면파 프론트(spherical wave front), 또는 2D 슬라이스를 이미징하는 경우, 2D 슬라이스 내의 균일 원형과 프론트를 근사화한다. 몇몇 경우들에서, 포인트 소스 전송 애퍼처로부터 원형 또는 구면파 프론트의 단일 송신은 본원에서 "핑" 또는 "포인트 소스 펄스"로서 지칭될 수 있다.

[0043] [00049] 본원에 사용된 바와 같이, 어구 "픽셀 분해능"은 이미지 내 다수의 픽셀들의 척도를 지칭하고, 두 개의 양수들로 표현될 수 있고, 제 1 양수는 다수의 픽셀 열들(이미지 폭)을 지칭하고 제 2 양수는 다수의 픽셀 행들(이미지 높이)를 지칭한다. 대안적으로, 픽셀 분해능은 픽셀들의 총 수(예를 들어, 행들의 수와 열들의 수의 곱), 단위 길이 당 픽셀들의 수, 또는 단위 영역 당 픽셀들의 수 측면에서 표현될 수 있다. 본원에 사용된 바와 같은 "픽셀 분해능"은 이미지에서 보여지는 세부 사항 레벨을 지칭하는 용어 "분해능"의 다른 사용들과 구별된다. 예를 들어, "측면 분해능"은 어떻게 초음파와 이미지 평면의 이미지가 픽셀들로 만들어진 디지털 이미지로서 표현될 수 있는지와 무관하게 초음파와 이미지 평면에서 수평 축을 따라 식별될 수 있는 세부 사항 레벨을 지칭할 수 있다.

[0044] 핑-기반 초음파 이미징

[0045] [00050] 다양한 실시예들에서, 다르게 핑-기반 초음파 이미징으로 지칭되는 포인트-소스 송신 초음파 이미징은 종래의 스캔라인-기반 이미징에 비해 몇몇 장점들을 제공한다. 포인트 소스 송신은 그의 공간 특성들에서 지향된 스캔라인을 따라 트랜스듀서 엘리먼트 어레이로부터 특정 방향으로 에너지를 포커싱하는 "페이스트 어레이 송신(phased array transmission)"과 상이하다. 포커싱되지 않은 포인트 소스 펄스(핑)는 스캐닝 평면에서 원형(또는 구면) 파면을 생성하기 위하여 전송될 수 있어서, 가능한 한 넓은 영역에 고주파를 발사한다. 관심 구역의 산란체들로부터의 에코들은 수신 애퍼처들의 모든 엘리먼트들로 리턴할 것이다. 이들 에코 신호들은 단기 또는 장기 메모리(특정 시스템의 필요들 또는 능력들에 좌우됨)에서 필터링, 증폭, 디지털화 및 저장될 수 있다.

[0046] [00051] 그 다음 이미지들은 포인트 소스로부터 방사된 파면들이 관심 구역에서 물리적으로 원형인 것을 가정함으로써 수신된 에코들로부터 재구성될 수 있다. 실제로, 파면은 또한 스캐닝 평면에 수직의 차원에 몇몇 침투를 가질 것이다(즉, 일부 에너지는 필수적으로 원하는 2차원 스캐닝 평면에 수직인 차원으로 "누설"할 수 있어서, 유효 이미징 범위를 감소시킨다). 부가적으로, "원형" 파면"은 실제로 트랜스듀싱 재료의 고유 오프-축(off-axis) 특성들에 따라 트랜스듀서의 앞면의 앞에 반원 또는 180 도 미만의 원의 일부로 제한될 수 있다. 유사하게, 3차원 "구" 파면들들을 전송할 때, 그런 파면들은 실제로 사용된 전송 엘리먼트(들)의 특성들에 좌우되어 반구 또는 그 미만의 형상을 가질 수 있다.

[0047] [00052] 수신된 에코들로부터 이미지를 형성하는 프로세스는 일반적으로 본원에서 "빔형성"으로 지칭된다. 핑-기반 이미징에서, 빔형성은 일반적으로 각각의 수신된 에코 샘플에 대한 픽셀 디스플레이 위치를 결정하는 것을 포함할 수 있다. 각각의 핑이 전체 이미징 구역에 초음파를 발사하기 때문에, "가능한 최대의"(비록 흐릿하지만) 이미지는 단일 트랜스듀서 엘리먼트의 에코들로 형성될 수 있다. 단일 수신 트랜스듀서 엘리먼트에 의해 수신된 에코들로부터 형성될 수 있는 이미지는 서브-이미지로 지칭될 수 있다. 이미지 품질은 복수의 트랜스듀서 엘리먼트들에서 수신된 에코들로부터 형성된 서브-이미지들을 결합함으로써 개선될 수 있다. 트랜스듀서 엘리먼트들은 "애퍼처들"로 그룹지어질 수 있고, 공통 애퍼처의 엘리먼트들로부터 서브-이미지들은 이미지 층을 형성하기 위하여 결합될 수 있다.

[0048] [00053] 핑-기반 에코들의 빔형성은 소프트웨어-기반 또는 하드웨어-기반 동적 빔형성 기술을 사용하여 수행될 수 있고, 여기서 빔형성기들의 포커스는 특정 픽셀이 이미징될 때 그 특정 픽셀 포지션에 포커싱하도록 연속으로 변화될 수 있다. 그런 빔형성기는 포인트 소스 펄스로부터 수신된 에코들의 포지션을 그리기 위하여 사용될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 동적 빔형성기는 송신기로부터 개별 수신 트랜스듀서 엘리먼트로 신호의 왕복 이동 시간에 기초하여 각각의 에코 데이터 신호의 로커스(locus)를 그릴 수 있다.

[0049] [00054] 단일 반사기의 로커스는 전송 트랜스듀서 엘리먼트(들)의 포지션에서 제 1 포커스 및 수신 트랜스듀서

엘리먼트의 포지션에서 제 2 포커스를 가진 타원을 따라 놓일 것이다. 비록 몇몇 다른 가능한 반사체들이 동일한 타원을 따라 놓이지만, 동일한 반사체의 에코들은 또한 수신 애퍼처의 다른 수신 트랜스듀서 엘리먼트들의 각각에 의해 수신될 것이다. 각각의 수신 트랜스듀서 엘리먼트의 약간 다른 포지션들은, 각각의 수신 엘리먼트가 주어진 반사체에 대해 약간 상이한 타원을 정의할 것임을 의미한다. 공통 수신 애퍼처의 모든 엘리먼트들에 대한 타원들을 코히어런트하게 합산함으로써 결과들을 누적하는 것은 반사체에 대한 타원들의 교차점(intersection)을 표시할 것이고, 이에 의해 반사체를 나타내는 픽셀을 디스플레이할 포인트로 수렴한다. 이에 의해 임의의 수의 수신 엘리먼트들에 의해 수신된 에코 진폭들은 각각의 픽셀 값으로 결합될 수 있다. 다른 실시예들에서 계산은 실질적으로 동일한 이미지에 도착하도록 상이하게 구성될 수 있다.

[0050] [00055] 다양한 알고리즘은 별도의 수신 엘리먼트들의 의해 수신된 에코 신호들을 결합하기 위하여 사용될 수 있다. 예를 들어, 몇몇 실시예들은 개별적으로 에코-신호들을 프로세싱하여, 에코-신호들의 타원을 따라 모든 가능한 위치들에 각각의 에코 신호를 그리고, 그 다음 에코 신호로 진행할 수 있다. 대안적으로, 각각의 픽셀 위치는 개별적으로 프로세싱되고, 다음 픽셀 위치로 진행하기 전에 픽셀 위치에 잠재적으로 기여하는 모든 에코들을 식별하고 프로세싱할 수 있다.

[0051] [00056] 이미지 품질은 동일하거나 상이한 포인트 소스(또는 다수의 상이한 포인트 소스들)로부터 전송된, 하나 또는 그 초과와 이후 전송된 펄들로부터의 빔형성기에 의해 형성된 이미지들을 결합함으로써 더 개선될 수 있다. 이미지 품질에 대한 또 다른 개선들은 하나보다 많은 수신 애퍼처에 의해 형성된 이미지들을 결합함으로써 얻어질 수 있다. 별도로 빔형성된 이미지들을 결합하는 프로세스는 일반적으로 본원에서 이미지 층 결합으로서 지칭될 수 있다. 다수의 애퍼처 초음파 프로브의 다수의 별개의 애퍼처들에서 수신된 에코들로부터의 이미지들을 결합하는 것은 이미지 품질을 추가로 개선할 수 있다.

[0052] [00057] 몇몇 실시예들에서, 펄-기반 다수의 애퍼처 이미징은 제 1 전송 애퍼처로부터 포인트-소스 펄을 전송하고 둘 또는 그 초과와 수신 애퍼처들의 엘리먼트들로 에코들을 수신함으로써 동작할 수 있고, 둘 또는 그 초과와 수신 애퍼처들의 엘리먼트들의 하나 또는 그 초과를 전송 애퍼처의 몇몇 또는 모든 엘리먼트들을 포함할 수 있다. 이미지는 에코들의 펄 송신과 수신 사이의 지연 시간들에 기초한 산란체들의 포지션, 음속, 및 전송 및 수신 트랜스듀서 엘리먼트들의 상대적 포지션들을 삼각 측량함으로써 형성될 수 있다. 결과적으로, 전체 고주파 발사된 구역의 서브-이미지는 각각의 수신 엘리먼트에 의해 수신된 각각의 전송 펄의 에코들로부터 형성될 수 있다. 단일 수신 애퍼처로 그룹화된 다수의 엘리먼트들에 의해 수신된 에코들로부터 서브-이미지들을 결합하는 것은 교차하는 타원들을 참조하여 상기 설명된 개선을 생성할 수 있다.

[0053] [00058] 몇몇 실시예들에서, 단일 시간 도메인 프레임은 단일 전송된 펄로부터 둘 또는 그 초과와 수신 애퍼처들에 수신된 에코들로부터 형성된 이미지들을 결합함으로써 형성될 수 있다. 다른 실시예들에서, 단일 시간 도메인 프레임은 둘 또는 그 초과와 전송된 펄들로부터 하나 또는 그 초과와 수신 애퍼처들에 수신된 에코들로부터 형성된 이미지들을 결합함으로써 형성될 수 있다. 몇몇 그런 실시예들에서, 다수의 전송된 펄들은 상이한 전송 애퍼처들로부터 기원할 수 있다. 도 1은 3-어레이 다수 애퍼처 초음파 이미징 프로브(10) 및 그리드로서 표현되게 이미징될 관심 구역(20)의 실시예를 예시한다. 프로브(10)는 'n', 'j', 및 'k'로 라벨링된 3개의 전송 애퍼처들(본원에서 속기법 표기들 L_n , L_j 및 L_k 에 의해 지칭될 수 있음)을 포함할 수 있는 좌측 트랜스듀서 어레이(12)가 도시된다. 우측 트랜스듀서 어레이(14)는 또한 3개의 전송 애퍼처들 'n', 'j' 및 'k'(본원에서 속기법 표기들 R_n , R_j 및 R_k 에 의해 지칭될 수 있음)을 포함할 수 있다. 좌측 트랜스듀서 어레이(12)의 일부 또는 모든 엘리먼트들은 또한 좌측 수신 애퍼처(13)로서 표기될 수 있다. 유사하게, 우측 트랜스듀서 어레이(14)의 일부 또는 모든 엘리먼트들은 우측 수신 애퍼처(15)로서 표기될 수 있다. 좌측 및 우측 어레이들에 더하여, 다수의 애퍼처 초음파 프로브(10)는 'n', 'j' 및 'k'(본원에서 속기법 표기들 C_n , C_j 및 C_k 에 의해 지칭될 수 있음)로 라벨링된 3개의 전송 애퍼처들을 포함할 수 있는 중심 애퍼처 어레이(16)를 포함할 수 있다. 중심 트랜스듀서 어레이(16)의 일부 또는 모든 엘리먼트들은 또한 중심 수신 애퍼처(17)로서 표기될 수 있다. 3개의 애퍼처들 각각이 1차원, 2차원 또는 3차원에서 서로 이격될 수 있는 임의의 수의 트랜스듀서 엘리먼트들을 포함할 수 있다는 것이 이해되어야 한다.

[0054] [00059] 다른 실시예들에서, 임의의 다른 다수의 애퍼처 초음파 이미징 프로브는 이하에 설명된 시스템들 및 방법들과 관련하여 사용될 수 있다.

[0055] [00060] 일부 실시예들에서, 수신 애퍼처의 폭은 음속이 산란체로부터 수신 애퍼처의 각각의 엘리먼트로 모든 각각의 경로에 대해 동일하다는 가정에 의해 제한될 수 있다. 좁은 충분한 수신 애퍼처에서, 이런 간소화 가정은 허용 가능하다. 그러나, 수신 애퍼처 폭이 증가함에 따라, 변곡점(inflexion point)(본원에서 "최대 코히

어런트 애퍼처 폭", "최대 코히어런트 폭" 또는 "코히어런스 폭"으로서 지칭됨)에 도달되고, 여기서 에코 리턴 경로들이 필수적으로 상이한 음속들을 가진 상이한 타입들의 조직을 통과할 것이다. 이런 차가 180 도에 접근하는 위상 시프트들을 초래할 때, 최대 코히어런트 수신 애퍼처 폭을 넘는 추가의 수신 엘리먼트들은 실제로 이미지를 개선하기 보다 이미지의 품질을 떨어뜨릴 것이다.

[0056]

[00061] 그러므로, 최대 코히어런트 폭보다 큰 총 애퍼처 폭을 가진 넓은 프로브를 사용하기 위하여, 프로브 전 폭(full width)은 다수의 애퍼처들로 물리적으로 또는 논리적으로 분할될 수 있고, 다수의 애퍼처들 각각은 의도된 이미징 애플리케이션에 대해 최대 코히어런트 애퍼처 폭보다 작고 수신된 신호들의 위상 소거를 회피하기에 충분히 작은 폭으로 제한될 수 있다. 최대 코히어런트 폭은 상이한 환자들에 대해 그리고 동일한 환자에 대한 상이한 프로브 포지션들에 대해 상이할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 절충 폭은 주어진 이미징 시나리오에 대해 결정될 수 있다. 다른 실시예들에서, 다수의 애퍼처 초음파 이미징 제어 시스템은 다수의 애퍼처들에서 이용 가능한 엘리먼트들을 상당한 위상 소거를 회피하기에 충분히 작은 그룹들로 세분하기 위하여 동적 알고리즘으로 구성될 수 있다.

[0057]

[00062] 몇몇 실시예들에서, 최대 코히어런트 폭보다 작은 폭을 애퍼처들로 엘리먼트들을 그룹화하는 동안 추가의 설계 제한들을 충족하는 것은 어렵거나 불가능할 수 있다. 예를 들어, 재료가 매우 작은 영역들에 걸쳐 너무 이질적이면, 최대 코히어런트 폭보다 작도록 애퍼처들을 충분히 작게 형성하는 것은 비현실적일 수 있다. 유사하게, 시스템이 상당한 깊이의 매우 작은 타겟을 이미지하도록 설계되면, 최대 코히어런트 폭보다 큰 폭을 가진 애퍼처가 필요할 수 있다. 그런 경우들에서, 최대 코히어런트 폭보다 큰 폭을 가진 수신 애퍼처는 추가 조절들에 의해 수용될 수 있거나, 정정들은 상이한 경로들을 따라 음속의 차이들을 고려하기 위하여 이루어질 수 있다. 그런 음속 조절들의 몇몇 예들은 여기에 제공되지만, 다른 방법들이 또한 알려져 있을 수 있다.

[0058]

이미지 총 결합

[0059]

[00063] 상기 설명된 바와 같이, 다수의 이미지 층들은 최종 결합된 이미지의 전체 품질을 개선하기 위하여 결합될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 이미지 층들의 수는 수신 애퍼처들의 수와 전송 애퍼처들의 수(여기서 "전송 애퍼처"는 단일 전송 엘리먼트 또는 전송 엘리먼트들의 그룹일 수 있음)의 곱일 수 있다. 다른 실시예들에서, 동일한 평 이미징 프로세스들은 또한 단일 수신 애퍼처를 사용하여 수행될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 몇몇 이미지 총 결합은 빔형성 전에 수행될 수 있다. 그런 실시예들에서, 에코들의 둘 또는 그 초과 세트들은 코히어런트하게 또는 비코히어런트하게(아래에 논의된 바와 같이) 결합될 수 있고, 빔형성 프로세스는 그런 결합의 결과를 사용하여 수행될 수 있다. 그런 사전-빔형성 이미지 총 결합은 공통 수신 애퍼처의 다수의 엘리먼트들에 의해 수신된 에코들로부터 형성될 수 있는 서브-이미지들에 대응하는 에코 데이터를 결합하기 위하여 사용될 수 있다. 대안적으로, 그런 사전-빔형성 이미지 총 결합은 단일 수신 엘리먼트에 의해 수신된 동위상 및 쿼드러처(quadrature) 에코 데이터로부터 형성될 수 있는 서브-이미지들에 대응하는 에코 데이터를 결합하기 위하여 사용될 수 있다.

[0060]

[00064] 도 1을 참조하여 일 실시예에서, 제 1 이미지 층(예를 들어, 그리드(20)에서 모든 포인트들, 또는 그리드(20)의 단지 섹션들만을 나타냄)은 제 1 전송 애퍼처(L_n)로부터 제 1 평을 전송하고, 좌측 수신 애퍼처(13)의 엘리먼트들로 제 1 평의 에코들을 수신하고, 그리고 좌측 수신 애퍼처(13)의 각각의 엘리먼트에 의해 수신된 에코들로부터 구성된 서브-이미지들을 결합함으로써 구성될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 서브-이미지들은 이미지 층을 형성하기 위하여 코히어런트하게 결합될 수 있다. 제 2 이미지 층은 유사하게 우측 수신 애퍼처(15)의 엘리먼트들이 수신한 제 1 평의 에코들로부터 형성될 수 있다. 제 3 및 제 4 이미지 층들은 제 2 전송 애퍼처(L_j)로부터 제 2 평을 전송하고 좌측 수신 애퍼처(13)의 엘리먼트들 및 우측 수신 애퍼처(15)의 엘리먼트들로 제 2 평의 에코들을 수신함으로써 유사하게 형성될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 그 다음 모두 4개의 이미지 층들은 단일 시간 도메인 이미지 프레임을 형성하기 위하여 결합될 수 있다. 다른 실시예들에서, 단일 시간 도메인 이미지 프레임은 임의의 수의 수신 애퍼처들에서 수신된 에코들 및/또는 임의의 수의 전송 애퍼처들에 의해 전송된 임의의 수의 평들로부터 얻어질 수 있다. 그 다음 시간 도메인 이미지 프레임들은 연속적인 움직임 이미지로서 디스플레이 스크린 상에 순차적으로 디스플레이될 수 있다. 스틸 이미지들은 또한 상기 기술들 중 임의의 기술을 사용하여 이미지 층들을 결합함으로써 형성될 수 있다.

[0061]

[00065] 디스플레이 스크린들 및 디스플레이 스크린들 상에 디스플레이된 이미지들은 일반적으로 픽셀들의 그리드로 분할될 수 있다. 몇몇 경우들에서, 픽셀은 디스플레이 스크린의 가장 작은 개별적으로 제어 가능 영역이다. 이미지 픽셀들과 디스플레이 픽셀들 사이의 관계는 기술 분야에서 일반적으로 잘 이해되고 여기서 설명되지 않을 것이다. 본 설명의 목적들을 위하여, 도면들에 도시된 그리드들(20)의 사각 셀들은 픽셀들로서 지칭될

것이다. 본원의 많은 실시예들에서, 픽셀들의 그룹들은 공통 그룹으로서 함께 처리될 수 있다. 따라서, 용어 "픽셀"의 사용은 임의의 특정 크기로 제한되도록 의도되는 것이 아니라, 이미지의 이산 섹션을 설명하기 위한 편리한 용어로서 사용된다.

[0062]

[00066] 다르게 특정되지 않으면, 도 1의 그리드(20)는 디스플레이 픽셀들의 그리드 및 이미징되는 물체의 관심 구역("ROI") 내의 대응하는 포인트들의 그리드를 동시에 나타낸다. 용어 "ROI 포인트들"은 본원에서 프로브에 관하여 고정된 위치들에서 스캔 평면(또는 3D 스캔 볼륨) 내의 포인트들을 설명하기 위하여 사용될 것이다. 다음 설명으로부터 명백하게 될 바와 같이, ROI 포인트들은 반드시 픽셀 위치들에 항상 상관하지 않을 것이다. 예를 들어, 이미지가 보다 작은 영역(30)을 나타내기 위하여 "줌인(zoomed in)"되면, 디스플레이 픽셀들(20)의 그리드는 관심 구역에서 주밍된 영역(30) 내의 포인트들에만 대응할 것이다. 그러나, 줌 레벨에서, 주어진 이미지 픽셀에 의해 나타낸 ROI 포인트의 물리적 위치는 고도의 정확도로 결정(프로브에 관하여)될 수 있다.

[0063]

[00067] 다수의 애퍼처 프로브가 포인트-소스 송신 이미징 기술을 사용함으로써, 각각의 이미지 픽셀은 다수의 수신 애퍼처들의 각각에서 수신되고 다수의 전송 애퍼처들의 각각으로부터 전송된 에코들로부터 정보를 결합하기 위하여 수신된 에코 데이터를 빔형성함으로써 어셈블리될 수 있다. 펄-기반 다수의 애퍼처 이미징의 몇몇 실시예들에서, 수신 빔형성은 검사되는 물체의 산란체에 의해 리턴되고 수신 트랜스듀서 엘리먼트들에 의해 수신된 시간-지연 에코들을 합산함으로써 재구성된 이미지의 픽셀을 형성하는 것을 포함할 수 있다. 그런 에코들에 대응하는 시간 지연들은 프로브 엘리먼트들의 기하구조 및 이미징되는 매체를 통한 음속에 대한 가정 값에 기초한 픽셀 위치들(즉, 공통 좌표 시스템에 관하여 각각의 엘리먼트의 포지션)과 상관될 수 있다. 중요한 고려는 합산이 코히어런트인지(위상 민감) 또는 비코히어런트인지(위상 정보에 무관하면서 신호들의 진폭을 합산함)이다. 일반적으로, 공통 수신 애퍼처로 그룹화된 둘 또는 그 초과의 개별 수신 엘리먼트들에 의해 수신된 에코들로부터 구성된 서브-이미지들은 코히어런트 합산을 사용하여 결합될 수 있다.

[0064]

[00068] 다수의 전송된 펄들로부터 발생하는 이미지 층들의 합산은 코히어런트 가산, 비코히어런트 가산, 또는 둘의 결합에 의해 달성될 수 있다. 코히어런트 가산(크기들의 가산 동안 위상 정보 유지)은 측면 분해능을 최대화하는 경향이 있는 반면, 비코히어런트 가산(위상 정보를 고려하지 않고 신호들의 크기 합산)은 스펙클 잡음을 감소시키고 또한 이미지되는 매체를 통한 음속의 작은 변동들에 의해 유발될 수 있는 이미지 층 오정렬 에러들의 효과들을 최소화하는 경향이 있다. 스펙클 잡음은 각각의 이미지 층이 그 자신의 독립적인 스펙클 패턴(speckle pattern)을 전개하고자 할 것이기 때문에 비코히어런트 합산을 통하여 감소되고 패턴들을 비코히어런트하게 합산하는 것은, 스펙클 패턴들을 평균하는 효과를 가지며; 다른 한편, 패턴들이 코히어런트하게 가산되면, 단지 하나의 강한 스펙클 패턴이 발생한다.

[0065]

[00069] 음속의 변동들은, 음속 변동들이 단지 절반의 파장 지연을 초래하는 두 개의 픽셀들을 코히어런트하게 합산하는 것이 파괴적 위상 소거를 초래할 수 있기 때문에 비코히어런트 가산에 의해 허용되는 반면; 음속의 변동들이 비코히어런트하게 가산되면 동일하거나 보다 큰 지연은 이미지 층에서 단지 중요하지 않은 왜곡만을 유발한다. 그런 이미지 층들의 가산은 최종 이미지의 일부 스무딩(smoothing)(몇몇 실시예들에서, 그런 스무딩은 보다 신뢰성 있는 이미지를 만들기 위하여 고의로 가산될 수 있음)을 초래할 수 있다.

[0066]

[00070] 이미지 층 결합은 코히어런트 대 비코히어런트 합산의 결정이 이루어질 수 있는 3개의 이미지 층 레벨들의 측면에서 설명될 수 있다. 이들 3개의 경우들은 제 1-레벨 이미지 층들, 제 2-레벨 이미지 층들 및 제 3-레벨 이미지 층들을 포함한다. (1) 제 1-레벨 이미지 층은 단일 전송 애퍼처로부터 단일 펄로부터 발생하는 단일 수신 애퍼처에 수신된 에코들로부터 형성될 수 있다. 단일 펄 및 단일 수신 애퍼처의 고유 결합에 대해, 수신 애퍼처의 모든 수신 엘리먼트들에 의해 수신된 에코들로부터 서브-이미지들은 제 1-레벨 이미지 층을 얻기 위하여 합산될 수 있다. (2) 단일 수신 애퍼처에서 수신된 다수의 전송된 펄들(동일하거나 상이한 전송 애퍼처들로부터)의 에코들로부터 발생하는 다수의 제 1-레벨 이미지 층들은 제 2-레벨 이미지 층을 생성하기 위하여 함께 합산될 수 있다. 제 2-레벨 이미지 층들은 정렬 또는 다른 이미지 특성들을 개선하기 위하여 부가적인 프로세싱에 의해 추가로 개선될 수 있다. (3) 제 3-레벨 이미지들은 다수의 상이한 수신 애퍼처들로부터 데이터가 형성된 제 2-레벨 이미지 층들을 결합함으로써 얻어질 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 제 3-레벨 이미지들은 움직임 이미지 비디오를 형성하기 위하여 순차적 시간-도메인 프레임들로서 디스플레이될 수 있다.

[0067]

[00071] 모두 3개의 이미지 층 레벨들에서 코히어런트 가산은, 프로브 엘리먼트들의 기하구조가 원하는 정밀도로 알려져 있고 모든 경로들에 걸쳐 실질적으로 일정한 음속의 가정이 유효하면, 다수의 애퍼처 시스템의 최대 측면 분해능을 유도할 수 있다. 마찬가지로, 모든 이미지 층 레벨들에서, 코히어런트 가산은 스펙클 잡음 및 이미지 매체를 통한 음속의 최소 변동들의 허용 오차를 최대로 평균화하도록 한다.

- [00068] [00072] 몇몇 실시예들에서, 코히어런트 가산은 위상 소거가 문제가 되지 않을 애퍼처들로부터 발생하는 이미지 층들을 결합하기 위하여 사용될 수 있고, 그 다음 비코히어런트 가산은 위상 소거가 보다 문제로 존재할 경우, 이를 태면 두 개의 수신 애퍼처들의 총 애퍼처가 주어진 이미징 애플리케이션에 대해 코히어런스들을 초과하게 하도록 충분한 거리 만큼 분리된 상이한 수신 애퍼처들에서 수신된 에코들로부터 형성된 이미지들을 결합할 때 사용될 수 있다.
- [00069] [00073] 몇몇 실시예들에서, 모든 제 1-레벨 이미지들은 사용된 수신 애퍼처들이 최대 코히어런트 애퍼처 폭보다 작은 폭을 가지도록 선택되었다고 가정하면 코히어런트 가산을 사용함으로써 형성될 수 있다. 제 2 및 제 3 레벨 이미지 층들에 대해, 코히어런트 및 비코히어런트 합산의 많은 결합들이 가능하다. 예를 들어, 몇몇 실시예들에서, 제 2-레벨 이미지 층들은 기여하는 제 1-레벨 이미지 층들을 코히어런트하게 합산함으로써 형성될 수 있는 반면, 제 3-레벨 층들은 기여하는 제 2-레벨 이미지 층들의 비코히어런트 합산에 의해 형성될 수 있다.
- [00070] [00074] 다른 실시예들에서, 코히어런트 및 비코히어런트 합산의 결합들을 사용하여 다양한 알고리즘 중 임의의 것을 통하여 이미지 층들을 결합하는 것이 바람직할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 이미징 제어 시스템은 특정 이미징 애플리케이션에 대해 설계될 수 있는 복수의 선택 가능한 사전-프로그래밍된 합산 알고리즘을 저장하기 위하여 구성될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 그런 저장된 합산 알고리즘은 수동 사용자 인터페이스 제어를 동작함으로써 같이 수동으로 선택 가능할 수 있다. 대안적으로, 그런 저장된 합산 알고리즘은 제어 시스템에 이용 가능한 다른 데이터 또는 정보에 기초하여 자동으로 선택 가능할 수 있다.
- [00071] [00075] 예를 들어, 몇몇 실시예들에서 대안적인 알고리즘은 코히어런트 가산에 의해 모든 제 2-레벨 및 제 3-레벨 이미지 층들을 형성하는 것을 포함할 수 있다. 다른 실시예에서, 모든 제 2-레벨 및/또는 제 3-레벨 이미지 층들은 비코히어런트 가산에 의해 형성될 수 있다. 추가 실시예들에서, 제 2-레벨 이미지들 중 단지 선택된 결합들만이 제 3-레벨 이미지들을 형성하기 위하여 코히어런트하게 결합될 수 있다. 다른 실시예들에서, 제 1-레벨 이미지 층들 중 단지 선택된 결합들만이 제 2-레벨 이미지 층들을 형성하기 위하여 코히어런트하게 결합될 수 있다.
- [00072] [00076] 몇몇 실시예들에서, 제 1-레벨 이미지 층은 각각의 수신-애퍼처 엘리먼트에 대한 동위상 및 쿼드러처 에코 데이터를 합산(즉, 지연된 에코 1/4 파장을 가진 각각의 에코를 합산)함으로써 또한 형성될 수 있다. 대부분의 실시예들에서, 단일 수신 애퍼처의 엘리먼트들에 의해 수신된 에코들은 통상적으로 코히어런트하게 결합된다. 몇몇 실시예들에서, 수신 애퍼처들의 수 및/또는 각각의 수신 애퍼처의 사이즈는 측면 분해능, 음속 변동 허용 오차, 스펙클 잡음 감소 등 같은 이미지 품질 메트릭들의 몇몇 원하는 결합을 최대화하기 위하여 변경될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 그런 대안적인 엘리먼트-투-애퍼처 그룹핑 어레이먼트들은 사용자에게 의해 선택 가능할 수 있다. 다른 실시예들에서, 그런 어레이먼트들은 이미징 시스템에 의해 자동으로 선택되거나 전개될 수 있다.
- [00073] [00077] 이미지 층(임의의 레벨에서)이 하위 레벨들로부터의 서브-이미지들 또는 이미지 층들의 비코히어런트 합산에 의해 형성되면, 하위-레벨 이미지들 및 결합된 이미지 층으로부터의 임의의 위상 정보는 영원히 손실된다. 따라서, 비코히어런트 합산에 의해 형성된 이미지 층을 사용하는 임의의 추후 이미지 층들은 그 자체가 필수적으로 비코히어런트하게 결합될 것이다. 따라서, 몇몇 실시예들에서, 위상 정보는 이미지-층 결합 프로세스에서 원하는 만큼 길게 유지될 수 있다.
- [00074] [00078] 상기 논의된 바와 같이, 평균 음속 값은 통상적으로 전송 시간과 수신 시간 사이의 시간 지연들에 기초하여 관심 구역 내의 특정 포인트들의 위치 및 대응하는 픽셀들을 결정하기 위하여 빔형성 동안 가정된다. 인체 연조직에서, 음속은 통상적으로 약 1540 m/s이도록 가정된다. 그러나, 음속은 환자들 사이 및 단일 환자 내의 상이한 타입들의 연 조직 사이에서 10% 또는 그 초과만큼 많이 가변하는 것으로 알려졌다. 특정 산란체 경로에 대한 가정된 음속과 실제 값 사이의 변동은 빔형성 동안 시간 에러들을 유발할 수 있고, 차례로 이미징에서 블러링 효과를 유발할 수 있다. 그러므로, 몇몇 실시예들에서 다수의 애퍼처 초음파 이미징 시스템은 몇몇 또는 모든 산란체 경로들에 대해 가정된 음속 값의 자동 및/또는 수동 조절을 허용하도록 구성될 수 있다.
- [00075] [00079] 몇몇 실시예들에서, 다수의 애퍼처 이미징 시스템은 모든 산란체 경로들(즉, 전송 애퍼처 및 수신 애퍼처의 모든 결합들)에 대한 빔형성에 사용된 음속의 가정 값을 증가 또는 감소시키는 "거시(coarse)" 음속 조절을 포함할 수 있다. 몇몇 경우들에서, 그런 조절은 단일-애퍼처 초음파 이미징 시스템들을 위해 또한 제공될 수 있다. 거시 음속 조절은 시스템이 사용자에게 허용 가능한 결과를 생성할 때까지 소노그래프(sonographer) 또는 다른 사용자가 가정된 음속 값을 직접 증가 또는 감소시키게 하도록 수동(예를 들어, 다이얼, 슬라이더 또는 임의의 다른 물리적 또는 가상 사용자 인터페이스 디바이스)일 수 있다. 다른 실시예들에서, "거시" 음속

조절은 이미징 제어 시스템에 의해 자동으로 제어될 수 있다. 따라서, 거시 음속 조절은 단일 조절을 모든 이미지 층들에 적용할 수 있다.

[0076]

[00080] "미시(fine)" 음속 조절들의 다양한 실시예들이 또한 제공될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 미시 음속 조절은 단일 수신 애퍼처에 대한 가정된 음속 값을 조절하도록 구성될 수 있다. 다른 실시예들에서, 미시 음속 조절은 단일 전송 애퍼처에 대한 가정된 음속 값을 조절하도록 구성될 수 있다. 추가 실시예들에서, 미시 음속 조절은 전송 애퍼처 및 수신 애퍼처의 하나 또는 그 조합의 특정 결합들에 대한 가정된 음속 값을 조절하도록 구성될 수 있다. 따라서, 미시 음속 제어들은 특정 제 1-레벨 또는 제 2-레벨 이미지 층들에 조절들을 효과적으로 적용하도록 구성될 수 있다. 거시 음속 조절들과 마찬가지로, 미시 음속 조절들은 수동, 자동 또는 둘의 결합일 수 있다.

[0077]

[00081] 몇몇 실시예들에서, 거시 음속 조절은 사용자에게 의해 수동으로 이루어질 수 있고, 미시 음속 조절들은 초음파 이미징 제어 시스템에 의해 자동으로 이루어질 수 있다. 다른 실시예들에서, 거시 및 미시 음속 조절들 둘 다는 자동으로 제어될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 초음파 이미징 제어 시스템은, 결과 이미지(또는 이미지들)의 원하는 이미지 품질 매트릭(예를 들어, 에지들 또는 포인트들의 샤프니스(sharpness), 최대 콘트라스트, 최대 동적 범위, 등)이 임계 값을 초과할 때까지 상이한 거시 및/또는 미시 음속 값들을 평가하도록 구성될 수 있다. 대안적으로 임의의 다른 "자동포커스" 알고리즘은, 이미지 품질 매트릭이 개선되거나 최적화될 때까지 음속 값을 조절하기 위하여 적용될 수 있다. 예를 들어, 다양한 에러 최소화 최적화 프로세스들 중 임의의 것이 사용될 수 있다.

[0078]

로우 데이터 메모리 아키텍처를 가진 초음파 시스템들

[0079]

[00082] 도 3은 초음파 이미징 시스템의 몇몇 실시예들에 포함될 수 있는 컴포넌트들을 예시하는 블록도이다. 도 3의 다이어그램은 몇몇 서브시스템들: 전송 제어 서브시스템(204), 프로브 서브시스템(202), 수신 서브시스템(210), 이미지 생성 서브시스템(230), 및 비디오 서브시스템(240)을 포함한다. 대부분의 초음파 시스템들과 달리, 도 3의 시스템은 추후 리트리벌(retrieval) 및 프로세싱에 대한 범형성되지 않은 로우 에코 데이터를 저장하도록 구성된 메모리 디바이스를 제공한다.

[0080]

[00083] 본원에 사용된 바와 같이, 어구들 "에코 데이터", "로우 에코 데이터" 및 "로우 데이터"는 범형성 전에 프로세싱의 임의의 레벨에서 수신된 초음파 에코들(RX 데이터)을 설명하는 저장된 에코 정보를 지칭할 수 있다. 다양한 실시예들에서, 수신된 에코 데이터는 완전히 프로세싱된 디지털 이미지들 또는 심지어 디지털 비디오에 대한 순수 아날로그 에코 신호들 사이의 다양한 스테이지들에서 저장될 수 있다. 예를 들어, 순수 로우 아날로그 신호는 아날로그 레코딩 매체 이를 테면 아날로그 자기 테이프를 사용하여 저장될 수 있다. 약간 상위 프로세싱 레벨에서, 디지털 데이터는 아날로그-투-디지털 컨버터를 통해 아날로그 신호를 전달함으로써 각각 저장될 수 있다. 추가 증가 프로세싱, 이를 테면 대역 통과 필터링, 보간, 다운-샘플링, 업-샘플링, 다른 필터링 등은 디지털화된 에코 데이터에 대해 수행될 수 있고, "로우" 출력 데이터는 그런 추가 필터링 또는 프로세싱 단계들 후 저장될 수 있다. 그 다음 그런 로우 데이터는 각각 수신된 에코에 대한 픽셀 위치를 결정하기 위하여 범형성될 수 있어서, 이미지가 형성된다. 개별 스틸 이미지들은 움직임 비디오를 형성하기 위하여 프레임들로서 결합될 수 있다. 본원에 설명된 시스템들 및 방법들의 몇몇 실시예들에서, 매우 작은 프로세싱을 수행한 후(예를 들어, 디지털 에코 데이터의 몇몇 필터링 및 컨디셔닝 후이지만, 임의의 범형성 또는 이미지 프로세싱 이전) 디지털화된 에코 데이터를 저장하는 것이 바람직할 수 있다. 몇몇 초음파 시스템들은 범형성된 에코 데이터 또는 완전히 프로세싱된 이미지 데이터를 저장한다.

[0081]

[00084] 수신된 에코 데이터에 더하여, 또한 에코 데이터의 특정 세트를 생성한 하나 또는 그 조합의 전송된 초음파 신호들에 관한 정보를 저장하는 것이 바람직할 수 있다. 예를 들어, 상기 설명된 바와 같이 다수의 애퍼처 핑 초음파 방법으로 이미징할 때, 에코들의 특정 세트를 생성한 전송된 핑에 관한 정보를 아는 것이 바람직하다. 그런 정보는 하나 또는 그 조합의 전송 엘리먼트들의 아이덴티티 및/또는 포지션뿐 아니라, 주파수, 진폭(크기), 펄스 길이(지속 기간), 파형(형상), 또는 전송된 초음파 신호를 설명하는 다른 정보를 포함할 수 있다. 전송 데이터는 본원에서 집합적으로 "TX 데이터"로 지칭될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 그런 TX 데이터는 로우 에코 데이터가 저장된 동일한 로우 데이터 메모리 디바이스에 명시적으로 저장될 수 있다. 예를 들어, 전송된 신호를 설명하는 TX 데이터는 전송된 신호에 의해 생성된 한 세트의 로우 에코 데이터 이전 헤더 데이터로서 또는 이후 푸터/footer)로서 저장될 수 있다. 다른 실시예들에서, TX 데이터는 범형성 프로세스를 수행하는 시스템에 또한 액세스 가능한 별도의 메모리 디바이스에 명시적으로 저장될 수 있다. 전송 데이터가 명시적으로 저장된 실시예들에서, 어구들 "로우 에코 데이터" 또는 "로우 데이터"는 또한 그런 명시적으로 저장된 TX

데이터를 포함할 수 있다.

- [0082] [00085] TX 데이터는 또한 암시적으로 저장될 수 있다. 예를 들어, 이미징 시스템이 일관된 또는 알려진 시퀀스에서 일관되게 정의된 초음파 신호들(예를 들어, 일관된 진폭, 파형 형상, 주파수, 펄스 길이 등)을 전송하도록 구성되면, 그런 정보는 빔형성 프로세스 동안 가정될 수 있다. 그런 경우들에서, 에코 데이터와 연관될 필요가 있는 정보만이 전송 트랜스듀서(들)의 포지션(또는 아이덴티티)이다. 몇몇 실시예들에서, 그런 정보는 로우 데이터 메모리 내 로우 에코 데이터의 구성에 기초하여 암시적으로 저장되고 추출될 수 있다.
- [0083] [00086] 예를 들어, 시스템은 각각의 펄 다음 고정된 수의 에코 레코드들을 저장하도록 구성될 수 있다. 그런 실시예들에서, 제 1 펄로부터의 에코들은 메모리 포지션들 0 내지 'n'(여기서 'n'은 각각의 펄에 대해 저장된 레코드들의 번호임)에 저장될 수 있고, 제 2 펄로부터의 에코들은 메모리 포지션들 n+1 내지 2n+1에 저장될 수 있다. 다른 실시예들에서, 하나 또는 그 초과된 비거나 특정하게 인코딩된 레코드들은 에코 세트들 사이에 남겨질 수 있다. 몇몇 실시예들에서 수신된 에코 데이터는 전송된 펄과 수신된 에코 데이터 포인트(또는 에코들의 그룹) 사이의 관계를 암시하도록 다양한 메모리 인터리빙 기술들을 사용하여 저장될 수 있다. 일반적으로, 단일 수신 엘리먼트에 의해 수신된 단일 전송된 펄들의 에코들에 대응하는 에코 레코드들의 컬렉션은 본원에서 단일 "에코 스트림"으로 지칭될 수 있다. 전체 에코 스트림이 수신 엘리먼트에 의해 수신된 단일 펄의 모든 에코들을 지칭할 수 있는 반면, 부분 스트림은 수신 엘리먼트에 의해 수신된 단일 펄의 모든 에코들의 서브-세트를 지칭할 수 있다.
- [0084] [00087] 유사하게, 데이터가 일관되고, 알려진 샘플링 레이트로 샘플링되는 것을 가정하면, 각각의 에코 데이터 포인트가 수신된 시간은 메모리의 그 데이터 포인트의 포지션으로부터 추론될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 동일한 기술들은 또한 단일 로우 데이터 메모리 디바이스에 다수의 수신 채널들로부터의 데이터를 암시적으로 저장하기 위하여 사용될 수 있다.
- [0085] [00088] 다른 실시예들에서, 로우 데이터 메모리 디바이스(220)에 저장된 로우 에코 데이터는, 에코 데이터를 리트리빙하는 시스템이 어느 에코 신호들이 어느 수신 트랜스듀서 엘리먼트 및 어느 전송 펄에 대응하는지를 결정할 수 있도록 제공되면, 원하는 대로 임의의 다른 구조로 있을 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 각각의 수신 트랜스듀서 엘리먼트의 포지션을 설명하는 포지션 데이터는 그 동일한 엘리먼트에 의해 수신된 에코 데이터에 링크될 수 있는 정보와 함께 캘리브레이션 메모리 디바이스(238)에 저장될 수 있다. 유사하게, 각각의 전송 트랜스듀서 엘리먼트의 포지션을 설명하는 포지션 데이터는 각각의 전송된 펄을 설명하는 TX 데이터에 링크될 수 있는 정보와 함께 캘리브레이션 메모리 디바이스(238)에 저장될 수 있다.
- [0086] [00089] 몇몇 실시예들에서, 로우 데이터 메모리 디바이스(220)의 각각의 에코 스트림은 에코들을 수신하는 수신 트랜스듀서 엘리먼트의 포지션을 설명하는 포지션 데이터 및 에코들을 생성한 펄을 전송하는 전송 애퍼처의 하나 또는 그 초과된 전송 엘리먼트들의 포지션을 설명하는 데이터와 연관될 수 있다. 각각의 에코 스트림은 또한 전송된 펄의 특성들을 설명하는 TX 데이터와 연관될 수 있다. 그런 연관들은 임의의 적당한 데이터 구조들을 사용하여 이루어질 수 있다.
- [0087] [00090] 도 3에 도시된 바와 같이, 초음파 이미징 시스템(200)은 복수의 개별 초음파 트랜스듀서 엘리먼트들을 포함할 수 있는 초음파 프로브(202)를 포함할 수 있고, 복수의 개별 초음파 트랜스듀서 엘리먼트들 중 몇몇은 전송 엘리먼트들로서 표기될 수 있고, 다른 것들은 수신 엘리먼트들로서 표기될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 각각의 프로브 트랜스듀서 엘리먼트는 초음파 변동들을 시변 전기 신호들로 변환할 수 있고 그 반대로 가능할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 프로브(202)는 임의의 원하는 구성의 임의의 수의 초음파 트랜스듀서 어레이들을 포함할 수 있다. 본원에 설명된 시스템들 및 방법들과 관련하여 사용된 프로브(202)는 단일 애퍼처 및 다수의 애퍼처 프로브들을 포함하여, 원하는 대로 임의의 구성을 가질 수 있다.
- [0088] [00091] 프로브(202)의 엘리먼트들로부터 초음파 신호들의 송신은 전송 제어기(204)에 의해 제어될 수 있다. 펄-기반 이미징 시스템에서, 초음파 신호들은 가능한 한 넓은 구역에 고주파를 발사하기 위하여 선택된 특성들을 가진 별개의 포커싱되지 않은 펄들로서 전송될 수 있다. 이와 같이 각각의 전송된 펄의 특성들은 제어될 수 있다. 그런 특성들은 주파수, 진폭, 펄스 길이, 파형(형상) 및 다른 것들을 포함할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 이미징 세션 동안 전송된 모든 펄들은 실질적으로 동일한 특성들을 가질 수 있는 반면 몇몇은 상이한 전송 애퍼처들로부터 전송될 수 있다. 몇몇 다른 실시예들,
- [0089] [00092] 몇몇 실시예들에서, 펄-기반 이미징 기술들을 사용하는 이미징 시스템의 최대 프레임 레이트는, 펄 반복 주파수(즉, 단위 시간 당 전송된 펄들의 수)가 왕복 이동 시간(즉, 초음파가 전송 트랜스듀서로부터, 트랜스

듀서로부터 원하는 거리에 있는 반사체로 이동하도록 요구된 시간, 플러스 에코가 반사체로부터 동일하거나 상이한 경로를 따라 수신 트랜스듀서로 리턴하는 시간)의 인버스와 동일할 때 도달될 수 있다.

[0090]

[00093] 몇몇 실시예들에서 제 1 핑의 모든 에코들이 수신되기 전에 제 2 핑을 전송하는 것이 바람직할 수 있고, 그 경우는 "오버래핑 핑들"이라 지칭될 수 있다. 전송중인 오버래핑 핑들은 도플러 이미징 또는 매우 높은 프레임-레이트 이미징 같은 이미징 경우들에서 바람직할 수 있고, 여기서 이미징된 매체에서 음파들의 왕복 이동 시간이 달리 가능할 것보다 빠른 핑 반복 레이트(시간 단위 당 전송된 핑들의 수)를 달성하는 것이 바람직할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 오버래핑 핑들은 코딩된 여기 또는 다른 방법들을 사용하여 서로 구별될 수 있다. 예를 들어, 제 2 핑은, 제 1 및 제 2 핑이 제 1 또는 제 2 핑으로부터 발생하는 바와 같은 에코들을 이미징 시스템이 올바르게 구별하게 하는 특성들을 가지고 전송된다면 제 1 핑으로부터의 모든 에코들이 수신되기 전에 전송될 수 있다. 몇몇 코딩된 여기 기술들은 당업자들에게 알려져 있고, 그 중 임의의 것은 포인트-소스 다수 애퍼처 이미징 프로브와 함께 사용될 수 있다. 예를 들어, 핑들은 제 1 주파수의 제 1 핑 및 제 2(더 높거나 낮음) 주파수의 제 2 핑을 전송함으로써 주파수 코딩될 수 있다. 그 다음 그런 핑들의 에코들은 제 2 핑의 에코들로부터 제 1 핑의 에코들을 격리하기 위하여 제 1 주파수 및 제 2 주파수를 추출하도록 튜닝된 주파수 대역통과 필터들을 사용하여 수신된 에코들을 프로세싱함으로써 구별될 수 있다.

[0091]

[00094] 전송된 신호들의 에코들을 수신시, 프로브 엘리먼트들은 수신된 초음파 변동들에 대응하는 시변 전기 신호들을 생성할 수 있다. 수신된 에코들을 나타내는 신호들은 프로브(202)로부터 출력될 수 있고 수신 서브시스템(210)으로 전송될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 수신 서브시스템은 다수의 채널들을 포함할 수 있고, 채널들 각각은 아날로그 프론트-엔드 디바이스("AFE")(212) 및 아날로그-투-디지털 컨버전 디바이스(ADC)(214)를 포함할 수 있다.

[0092]

[00095] 몇몇 실시예들에서, 수신 서브시스템(210)의 각각의 채널은 또한 ADC(214) 이후 도시되지 않은 다양한 타입들의 데이터 컨디셔너들 및/또는 디지털 필터들(예를 들어, 유한 임펄스 응답(FIR) 및/또는 무한 임펄스 응답(IIR) 필터들, 실수 및/또는 복소수 필터들, 하나 또는 그 초과 중심 주파수들을 가진 저역 통과, 대역통과, 및/또는 고역 통과 필터들, 통과대역 폭들, 스톱밴드 롤오프 레이트들(sotpband rolloff rates) 등)을 포함할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, ADC(214) 이전에 아날로그 필터들은 또한 제공될 수 있다. 각각의 ADC(214)의 출력은 로우 데이터 메모리 디바이스(220)로 지향될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 수신 서브시스템(210)의 독립 채널은 프로브(202)의 각각의 수신 트랜스듀서 엘리먼트를 위해 제공될 수 있다. 다른 실시예들에서, 둘 또는 그 초과 트랜스듀서 엘리먼트들은 공통 수신 채널을 공유할 수 있다. 또 다른 실시예들에서, 단일 트랜스듀서 엘리먼트는 둘 또는 그 초과 수신 채널들을 사용할 수 있고, 채널들의 출력은 로우 데이터 메모리에 둘 또는 그 초과 별도의 레코드 세트들로서 저장될 수 있다. 예를 들어, 로우 데이터 메모리는 단일 수신 엘리먼트와 연관되고 오버래핑 시간 기간들을 나타내는 둘 또는 그 초과 별개의 에코 스트리밍들을 포함할 수 있다.

[0093]

[00096] 몇몇 실시예들에서, 아날로그 프론트-엔드 디바이스(212)(AFE)는 신호를 아날로그-투-디지털 컨버전 디바이스(214)(ADC)에 전달하기 전에 특정 필터링 프로세스들을 수행할 수 있다. ADC(214)는 몇몇 미리 결정된 샘플링 레이트에서 수신된 아날로그 신호들을 일련의 디지털 데이터 포인트들로 변환하도록 구성될 수 있다. 그 다음 대부분의 초음파 시스템들과 달리, 도 3의 초음파 이미징 시스템의 몇몇 실시예들은 임의의 추가 빔형성, 필터링, 이미지 층 결합 또는 다른 이미지 프로세싱을 수행하기 전에 로우 데이터 메모리 디바이스(220)에 각각의 개별 수신 엘리먼트에 의해 수신된 초음파 에코 신호들의 타이밍, 위상, 크기 및/또는 주파수를 나타내는 디지털 데이터를 저장할 수 있다.

[0094]

[00097] 캡처된 디지털 샘플들을 이미지로 변환하기 위하여, 데이터는 이미지 생성 서브시스템(230)에 의해 로우 데이터 메모리(220)로부터 리트리브될 수 있다. 도시된 바와 같이, 이미지 생성 서브시스템(230)은 빔형성 에코 데이터에 의해 이미지 층들을 형성할 수 있는 빔형성 블록(232), 및 원하는 알고리즘에 따라 이미지 층들을 결합할 수 있는 이미지 층 결합("ILC") 블록(234)을 포함할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 빔형성기(232)는 프로브 캘리브레이션 데이터를 포함하는 캘리브레이션 메모리(238)와 통신할 수 있다. 프로브 캘리브레이션 데이터는 정밀한 음향 포지션, 동작 품질, 및/또는 개별 프로브 트랜스듀서 엘리먼트들에 관한 다른 정보를 포함할 수 있다. 캘리브레이션 메모리(238)는 프로브 내, 이미징 시스템 내, 또는 프로브와 이미징 시스템 둘 다 외부의 위치에 물리적으로 위치될 수 있다.

[0095]

[00098] 몇몇 실시예들에서, 이미지 생성 블록(230)을 통해 통과한 후, 그 다음 이미지 데이터는 빔형성되고(몇몇 실시예들에서) 층-결합된 이미지 프레임들을 저장할 수 있는 이미지 버퍼 메모리(236)에 저장될 수 있다.

그 다음 비디오 서브시스템(240) 내의 비디오 프로세서(242)는 이미지 버퍼로부터 이미지 프레임들을 리트리브할 수 있고, 비디오 디스플레이(244) 상에 디스플레이될 수 있고 및/또는 기술 분야에서 "신 루프(cine loop)"로서 지칭되는 바와 같은 디지털 비디오 클립으로서 비디오 메모리(246)에 저장될 수 있는 비디오 스트림으로 이미지들을 프로세싱할 수 있다. 이미지 프로세서는 실제 디스플레이 또는 저장 전에 스틸 및/또는 움직임 이미지들에 대한 하나 또는 그 초과와 컨디셔닝 또는 정보 오버레이 동작들을 수행할 수 있다 - 예를 들어, 수단 또는 가우시안 필터링, 언샤프 마스크(unsharp masking) 또는 에지 검출, 메디안 또는 솔트 앤드 페퍼(salt-and-pepper) 필터링, 다중-프레임 평균(또한 기술 분야에서 영구 평균화로 지칭됨), 데이터 주석달기들 등.

[0096]

[00099] 몇몇 실시예들에서, 전송 제어기(204)는 원하는 이미징 알고리즘에 따라 선택된 전송 애퍼처들로부터의 원하는 주파수들 및 인터벌들에서 포커싱되지않은 초음파 펄스들을 전송하기 위하여 프로브(202)의 트랜스듀서 엘리먼트들을 제어하기 위한 아날로그 및 디지털 컴포넌트들의 임의의 결합을 포함할 수 있다. 몇몇 실시예들에서 전송 제어기(204)는 초음파 주파수들, 진폭들, 펄스 길이들, 파형들 등의 범위에서 초음파 펄스들을 전송하도록 구성될 수 있다. 몇몇(비록 모두가 아니지만) 실시예들에서, 전송 제어기는 또한 페이즈드 어레이, 전송 포커싱(즉, 전송 빔형성됨) 초음파 스캔라인 빔들로서 동작하도록 구성될 수 있다.

[0097]

[000100] 몇몇 실시예들에서, AFE(212)는 아날로그 신호를 아날로그-투-디지털 컨버전 디바이스에 전달하기 전에 수신된 아날로그 신호에 대해 다양한 증폭 및 필터링 프로세스들을 수행하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, AFE(212)는 증폭기들 이를 테면 저잡음 증폭기(LNA), 가변 이득 증폭기(VGA), 대역통과 필터, 및/또는 다른 증폭 또는 필터링 디바이스들을 포함할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, AFE 디바이스(212)는 트리거 신호를 수신시 아날로그 신호를 ADC(214)에 전달하기 시작하도록 구성될 수 있다. 다른 실시예들에서, AFE 디바이스는 "프리 런닝(free running)"일 수 있고, 아날로그 신호를 ADC에 연속으로 전달할 수 있다.

[0098]

[000101] 몇몇 실시예들에서, 각각의 아날로그-투-디지털 컨버터(214)는 일반적으로 수신된 아날로그 신호를 몇몇 일관되고, 미리 결정된 샘플링 레이트로 샘플링하도록 구성된 임의의 디바이스를 포함할 수 있다. 예를 들어, 몇몇 실시예들에서, 아날로그-투-디지털 컨버터는 초 당 2천 오백만 샘플들 또는 매 40 나노초마다 하나의 샘플인 25MHz에서 시변 아날로그 신호의 디지털 샘플들을 레코딩하도록 구성될 수 있다. 따라서, ADC에 의해 샘플링된 데이터는 간단히 데이터 포인트들의 리스트를 포함할 수 있고, 데이터 포인트들 각각은 특정 순간 신호 값에 대응할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, ADC(214)는 트리거 신호를 수신시 아날로그 신호를 디지털적으로 샘플링하기 시작하도록 구성될 수 있다. 다른 실시예들에서, ADC 디바이스는 "프리 런닝(free running)"일 수 있고, 수신된 아날로그 신호를 연속으로 샘플링할 수 있다.

[0099]

[000102] 몇몇 실시예들에서, 로우 데이터 메모리 디바이스(220)는 임의의 적당한 휘발성 또는 비-휘발성 디지털 메모리 저장 디바이스를 포함할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 로우 데이터 메모리(220)는 또한 로우 디지털 초음파 데이터를 유선 또는 무선 네트워크를 통해 외부 디바이스에 전송하기 위한 통신 전자장치를 포함할 수 있다. 그런 경우들에서, 전송된 로우 에코 데이터는 임의의 원하는 포맷으로 외부 디바이스 상에 저장될 수 있다. 다른 실시예들에서, 로우 데이터 메모리(220)는 휘발성 메모리, 비-휘발성 메모리 및 통신 전자장치의 결합을 포함할 수 있다.

[0100]

[000103] 몇몇 실시예들에서, 로우 데이터 메모리 디바이스(220)는 임시(휘발성 또는 비-휘발성) 메모리 섹션, 및 장기 비-휘발성 메모리 섹션을 포함할 수 있다. 그런 실시예들의 예에서, 임시 메모리는 빔형성기가 ADC에 의해 지원되는 폴 레이트에서 데이터를 수용하기에 충분히 빨리 동작하도록 이용할 수 없는 경우들에서 ADC와 빔형성기 사이의 버퍼로서 동작할 수 있다.

[0101]

[000104] 몇몇 실시예들에서, 장기 비-휘발성 메모리 디바이스는 임시 메모리 디바이스로부터 또는 직접적으로 ADC로부터 데이터를 수신하도록 구성될 수 있다. 그런 장기 메모리 디바이스는 추후 프로세싱, 분석 또는 외부 디바이스로의 전송을 위해 로우 에코 데이터의 양을 저장하도록 구성될 수 있다.

[0102]

[000105] 몇몇 실시예들에서, 로우 데이터 메모리에서 데이터의 양은 디지털 샘플링 레이트, 각각의 데이터 샘플의 크기(비트들 또는 바이트들 단위), 적용된 임의의 데이터 압축 및 다른 팩터(factor)들에 좌우될 수 있다. 따라서, 일 예로서, 약 16GB의 용량을 가진 메모리 디바이스는 실시간 디스플레이의 약 6초들에 대응하는 로우 에코 데이터(예를 들어, 25 MHz 데이터 샘플 레이트, 샘플 당 16 비트들, 128 수신 채널들, 프레임 당 32 펄스, 및 초당 40 프레임들)를 저장할 수 있다. 다른 실시예들에서, 보다 짧거나 긴 기간의 시간을 나타내는 데이터는 동일한 양의 메모리에 저장될 수 있다.

[0103]

[000106] 몇몇 실시예들에서, 빔형성 블록(232) 및 이미지 층 결합 블록(234)은 특정된 프로세스들(예를 들어,

아래에 설명된 바와 같이)을 수행하도록 구성된 임의의 디지털 신호 프로세싱 및/또는 계산 컴포넌트들을 각각 포함할 수 있다. 예를 들어, 다양한 실시예들에서 빔형성(232) 및 이미지 층 결합(234)은 GPU 또는 다른 계산 가속기에서 운용하는 소프트웨어에 의해, 또는 FPGA 아키텍처에서 운용하는 펌웨어에 의해 수행될 수 있다. 다양한 실시예들에서, 제 1 레벨 이미지 층들을 형성하기 위하여 공통 수신 애퍼처의 엘리먼트들로부터 서브-이미지들을 결합하는 일부 또는 모든 단계는 빔형성 블록(232) 및 이미지 층 결합 블록의 어느 하나 또는 둘 다에 의해 수행될 수 있다.

[0104] [000107] 몇몇 실시예들에서, 비디오 프로세서(242)는 디스플레이 및/또는 저장을 위하여 이미지 프레임들을 비디오 스트림으로 어셈블리하기 위해 구성될 수 있는 임의의 비디오 프로세싱 하드웨어, 펌웨어 및 소프트웨어 컴포넌트들을 포함할 수 있다.

[0105] 실시간 디스플레이 및 로우 에코 데이터 캡처 개시

[0106] [000108] 도 3의 블록도 및 도 5의 프로세스 흐름도를 참조하여, 로우 에코 데이터를 캡처 및 레코딩하기 위한 프로세스(500)의 일 실시예는 지금 설명될 것이다. 첫째, 전송 제어기(204)는 초음파 펄스(502)를 전송하기 위하여 프로브(202)의 하나 또는 그 초과와 전송 엘리먼트들에게 지시할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 전송 제어기(204)는 또한 전송된 펄스에 관한 디지털 데이터(예를 들어, 펄스에 대해 사용되는 각각의 전송 엘리먼트의 아이덴티티, 펄스의 크기, 펄스의 지속기간, 전송된 초음파 신호의 주파수 및 특정 파형, 또는 다른 데이터)를 로우 데이터 메모리(220)에 명시적으로 통신(504)할 수 있다. 전송 펄스 신호가 전송된 거의 직후(또는 전)에, 프로브(202)의 수신 트랜스듀서 엘리먼트들은 에코들을 수신하고 대응하는 아날로그 신호들을 생성하기 시작할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 시간 간격은 수신된 데이터를 수집하기 전에 경과하도록 대기하는 것이 바람직할 수 있다. 그런 실시예들에서, '캡처 시작' 신호는 임의의 그런 시간 간격이 경과된 후 AFE(212) 및/또는 ADC(214)에 전송될 수 있다. 그런 시간 간격은 이미징된 물체 내의 원하는 깊이 범위로부터 에코 데이터만을 캡처하기 위하여 선택될 수 있다.

[0107] [000109] 펄스 트리거(506)를 수신시, AFE(212)는 수신된 아날로그 에코 신호들을 증폭 및/또는 필터링하기 시작하고, 그 다음 ADC(214)로 전달된다. 그 다음 ADC(214)는 정규 간격들(예를 들어, 몇몇 실시예들에서 25 MHz이지만, 전송된 펄스의 주파수와 같은 팩터들, 보간 및 빔형성기의 능력들 및 정밀도, 및 주파수 에일리어싱(aliasing)을 회피하기 위하여 적어도 나이퀴스트-정의 하위 최소 샘플 레이트들을 유지할 필요에 좌우되어 보다 높거나 낮은 레이트들에서)에서 아날로그 신호들을 샘플(508)할 수 있다. 따라서, 각각의 샘플링 포인트에서, ADC는 신호 크기 및 시간스탬프 엔트리들을 포함하는 디지털 레코드를 생성할 수 있다. 그 다음 디지털 레코드들의 이런 스트림은 각각의 샘플링된 데이터 포인트에 대해 로우 데이터 메모리(202)에 레코딩(510)될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 각각의 데이터 포인트는 또한 이미지 형성 블록(230)으로 전달(512)될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, ADC(214)는 고정된 수의 데이터 포인트들(예를 들어, 도 5에서 변수 'Z'로 표현된 바와 같이)을 저장하도록 구성될 수 있다. 그 다음 도 5의 프로세스(500)는 임의의 수의 전송 애퍼처들로부터 임의의 수의 펄들에 대하여 반복(514)될 수 있다.

[0108] [000110] 도 3의 점선(250)에 의해 표시된 바와 같이, 몇몇 실시예들에서 디지털화된 에코 데이터는 ADC로부터 빔형성기로(몇몇 경우들에서 데이터 컨디셔닝 단계들, 이를 테면 부가적인 필터링, 보간, 다운-샘플링, 업-샘플링, 등을 수행한 후) 직접 전송될 수 있고 이미지들은 최소 레이턴스로 실질적으로 실시간으로 빔형성, 프로세싱 및 디스플레이될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 그런 실시간 디스플레이를 달성하기 위하여, 임의의 다양한 방법들은 이미지들을 형성하기 위하여 필요한 프로세싱 양을 감소시키기 위하여 사용될 수 있다. 예를 들어, 다양한 데이터 감소 방법들은 프로브의 위치를 변경하는 사용자(예를 들어, 소노그래프) 및 이미징 시스템에 의해 디스플레이된 대응하는 변화를 찾는 사용자 사이의 인간-인지 레이턴스를 최소화하기 위하여 사용될 수 있다.

[0109] [000111] 도 2의 실시예에서, 사용자는 이미징은 인체에 관하여 프로브를 움직이면서 제어 평면(100)의 디스플레이 스크린(130) 상 초음파 이미지를 뷰잉할 수 있다. 원하는 뷰를 발견하면, 사용자는 초음파 이미징 제어 시스템 상에서 "캡처" 프로세스를 개시할 수 있다. 그 다음 시스템은 장기 메모리 디바이스에 디지털화된 로우 에코 데이터의 일부 양을 레코딩할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 캡처 프로세스는 도 2에 예시된 것과 같은 적당히 목적된 버튼(110)을 누름으로써 개시될 수 있다. 다른 실시예들에서, 캡처 프로세스는 다른 사용자-상호작용 제어(120), 이를 테면 터치-감지 디바이스, 다이얼, 슬라이더, 망막 스캐너, 음성 명령, 키보드, 마우스, 트랙패드, 터치패드, 또는 사용자-상호작용 제어들의 결합을 통해 개시될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 로우 에코 데이터 캡처는 네트워크 연결을 통하여 원격 제어에 의해 개시될 수 있다.

- [0110] [000112] 몇몇 실시예들에서, 초음파 이미징 시스템(200)은 임시 메모리 디바이스 및/또는 장기 메모리 디바이스(또한 "회로 버퍼"로서 알려짐)의 어느 하나 또는 둘 다에 로우 에코 데이터의 가장 최근 X 초들을 연속으로 저장하도록 구성될 수 있다. 예를 들어, 몇몇 실시예들에서, 로우 에코 데이터가 연속으로 저장될 수 있는 시간 'X'의 길이는 임시 메모리 디바이스 및/또는 장기 메모리 디바이스의 용량뿐 아니라, 제 2 의 로우 에코 데이터의 각각의 부분을 캡처하기 위하여 필요한 메모리 공간에 좌우될 수 있다. 따라서, 메모리 저장 용량이 로우 에코 데이터의 가장 최근 6초들을 저장하기에 충분하면, 시스템은 데이터의 가장 최근 6초들의 연속 저장을 유지하기 위하여 오래된 데이터를 새로운 데이터로 연속으로 대체하도록 구성될 수 있다. 다른 실시예들에서, X의 값은 휘발성 및 비-휘발성 메모리의 총 용량보다 작거나 같은 사용자-구성가능 또는 미리 결정된 시간 기간일 수 있다.
- [0111] [000113] 다양한 실시예들에서, '캡처' 프로세스는 소급적으로 또는 미리 개시될 수 있다. 예를 들어, 몇몇 실시예들에서 사용자는 시스템(예를 들어, 사용자 인터페이스 상호작용을 통해)에게 데이터의 이전 X 초들을 절약할 것을 지시할 수 있다. 대안적으로, 사용자는 시스템에게 데이터의 다음 X 초들을 절약하도록 지시할 수 있다. 추가 실시예들에서, 소급 및 사전작용 로우 에코 데이터의 결합은 캡처될 수 있고 로우 데이터 메모리 디바이스에 저장될 수 있다.
- [0112] [000114] 몇몇 실시예들에서, 로우 데이터 메모리 디바이스(220)에 저장된 로우 에코 데이터는 실시간 또는 거의 실시간 이미지들의 디스플레이들을 위해 리트리브 및 프로세싱될 수 있다. 다른 실시예들에서, 로우 에코 데이터는 로우 데이터 메모리디바이스(220)로부터 리트리브될 수 있고 실시간으로 볼 수 없는 세부 사항들을 보기 위하여 느린 모션 또는 빠른 모션(예를 들어, 시간-경과)으로 재생을 위해 프로세싱될 수 있다.
- [0113] [000115] 예를 들어, 하나의 실시예에서 프로브의 엘리먼트들은 두 개의 수신 애퍼처들, 및 8개의 전송 애퍼처들로 분할될 수 있다. 이 예시적 실시예에서, 단일 시간-도메인 프레임은 제 1 및 제 2 수신 애퍼처들 각각의 엘리먼트들로 수신된 8개의 전송 애퍼처들 각각으로부터 전송된 8개의 펄스의 에코들로부터 형성될 수 있다. 따라서, 단일 시간-도메인 프레임은 총 16개의 제 2 레벨 이미지 층들(각각의 수신 애퍼처로부터 8개의 제 2-레벨 이미지 층들)로 구성될 수 있다. 대안적으로, 시간-도메인 프레임들의 수는 보다 작은 수의 제 2 레벨 이미지들(예를 들어, 16 대신 8개의 제 2 레벨 이미지들)의 결합으로부터 각각의 시간-도메인 프레임을 형성함으로써 증가(예를 들어, "느린 모션" 비디오를 생성하기 위하여)될 수 있다. 반대로, 시간-도메인 프레임들의 수는 보다 큰 수의 제 2 레벨 이미지들(예를 들어, 16 대신 32 또는 64개의 제 2 레벨 이미지들)의 결합으로부터 각각의 시간-도메인 프레임을 형성함으로써 감소(예를 들어, "시간-경과" 비디오를 생성하기 위하여)될 수 있다.
- [0114] [000116] 다른 예에서, 프로브는 3개의 수신 애퍼처들, 및 16개의 전송 애퍼처들로 분할될 수 있다. 이 예시적 실시예에서, 단일 시간-도메인 프레임은 제 1, 제 2 및 제 3 수신 애퍼처들 각각의 엘리먼트들로 수신된 16개의 전송 애퍼처들 각각으로부터 전송된 16개의 펄스의 에코들로부터 형성될 수 있다. 따라서, 단일 시간-도메인 프레임은 총 48개의 제 2 레벨 이미지 층들(각각의 수신 애퍼처로부터 16개의 제 2-레벨 이미지 층들)로 구성될 수 있다. 대안적으로, 시간-도메인 프레임들의 수는 보다 작은 수의 제 2 레벨 이미지들(예를 들어, 48 대신 8 또는 24개의 제 2 레벨 이미지들)의 결합으로부터 각각의 시간-도메인 프레임을 형성함으로써 증가(예를 들어, "느린 모션" 비디오를 생성하기 위하여)될 수 있다. 반대로, 시간-도메인 프레임들의 수는 보다 큰 수의 제 2 레벨 이미지들(예를 들어, 48 대신 64 또는 96개의 제 2 레벨 이미지들)의 결합으로부터 각각의 시간-도메인 프레임을 형성함으로써 감소(예를 들어, "시간-경과" 비디오를 생성하기 위하여)될 수 있다.
- [0115] [000117] 다른 실시예들에서, 몇몇 원하는 프로세싱 단계들은 초음파 이미징 시스템으로 라이브, 실시간 이미징 세션의 시간 및 하드웨어 제한들 내에서 이용할 수 있는 보다 많은 프로세싱 시간 또는 계산력을 요구할 수 있다. 그런 실시예들에서, 초음파 시스템의 로우 데이터 메모리 디바이스(220)에 저장된 로우 에코 데이터는 이미지들의 추후 디스플레이를 위해 리트리브 및 프로세싱될 수 있다.
- [0116] [000118] 예를 들어, 몇몇 실시예들에서 에코 데이터는 환자-존재 초음파 데이터 캡처 세션 후 시간들, 날짜들, 주들, 달들, 또는 심지어 년들에서 재프로세싱 및 디스플레이될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 추후 프로세싱 및 디스플레이는 초음파 에코 데이터를 캡처하기 위하여 사용된 시스템으로부터 완전히 상이한 하드웨어, 펌웨어 및/또는 소프트웨어에서 발생할 수 있고 - 프로세싱은 심지어 예를 들어 무선 테블릿들, 스마트 폰들, 또는 다른 인터넷-연결 디스플레이 시스템들 같은 모바일 디바이스들에 스트리밍되는 결과적인 이미지들을 이용하여 클라우드-기반 분산 시스템들에서 발생할 수 있다. 부가적으로, 새로운 프레스싱 알고리즘 및 체험적 가시화 및/또는 최적화 방법들이 이용 가능하게 됨에 따라, 이전에-캡처된 데이터는 추가 세부 사항들을 뷰잉하기 위하여 재프로세싱될 수 있다.

- [0117] 외부 스토리지에 캡처
- [0118] [000119] 몇몇 실시예들에서, 상기 설명된 바와 같은 로우 데이터 메모리 디바이스에 캡처되고 저장된 로우 에코 데이터는 추후 외부(예를 들어, 백업) 메모리 저장 디바이스로 카피되거나 포워딩될 수 있다. 그런 데이터 송신들은 임의의 이용 가능한 유선 또는 무선 데이터 전송 시스템, 이를 테면 블루투스, IR/적외선, USB, IEEE 1394 Firewire, 쉐더볼트, 이더넷/인트라넷/인터넷(TCP/IP, FTP, 등) 또는 다른 것들을 통해 발생할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 데이터는 재프로세싱, 재범형성 및 이미지 뷰잉을 위한 초음파 이미징 시스템(예를 들어, 고주파 발사 및 로우 에코 데이터 캡처 또는 단순히-구성된 초음파 이미징 시스템에 사용되는 동일한 시스템)에 로딩 백될 수 있다. 다른 실시예들에서, 개인용 컴퓨터는 전용 초음파 이미징 시스템의 사용 없이 로우 에코 데이터를 범형성 및/또는 프로세싱하기 위하여 소프트웨어 및/또는 하드웨어로 구성될 수 있다. 다른 실시예들에서, 로우 에코 데이터는 테블릿 또는 스마트 폰 같은 임의의 다른 적당히 구성된 계산 디바이스 또는 시스템 상 소프트웨어에 의해 범형성, 프로세싱 및 디스플레이될 수 있다. 다른 실시예들에서, 로우 에코 데이터는 네트워크를 통해 이미지 데이터를 원격으로 프로세싱할 수 있는 네트워크-엑세스 가능 서버에 업로딩될 수 있다.
- [0119] [000120] 도 4는 통신 디바이스(264) 및 유선 또는 무선 네트워크(266)를 통하여 원격 이미징 시스템(262)으로 로우 에코 데이터의 통신을 위한 소형 하드웨어 컴포넌트들로 구성될 수 있는 초음파 데이터 캡처 & 송신 디바이스(260)의 실시예를 예시한다. 도 4의 초음파 데이터 캡처 디바이스(260)는 상기 설명된 바와 같이 전송 제어기(204), AFE(212) 및 ADC(214)를 포함할 수 있다. 임의의 범형성 또는 이미지 프로세싱 컴포넌트들 대신, 디바이스(260)는 대신에 로우 에코 데이터를 네트워크(266)를 통해 원격 시스템(262)으로 전송하도록 구성된 통신 디바이스(264)를 포함할 수 있다. 원격 시스템(262)은 디바이스(260)에 의해 캡처된 로우 에코 데이터를 범형성 및 프로세싱하도록 구성된 하드웨어, 펌웨어 및 소프트웨어를 포함할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 통신 디바이스는 로우 에코 데이터를 실시간으로 원격 시스템에 스트리밍하도록 구성될 수 있다. 다른 실시예들에서, 초음파 데이터 캡처 디바이스(260)는 로우 에코 데이터의 단기 저장을 위한 내부 메모리 디바이스(220)(예를 들어, 송신 버퍼로서)를 포함할 수 있다. 다른 실시예들에서, 내부 메모리 디바이스(220)는 캡처 디바이스(260) 내의 로우 에코 데이터의 보다 긴 기간 저장을 위해 구성될 수 있다. 예를 들어, 몇몇 실시예들에서, 내부 로우 데이터 메모리 디바이스(220)는 SD 카드 같은 제거 가능 데이터 저장 디바이스, 광학 저장 디바이스(CD 또는 DVD 같은) 또는 임의의 다른 고체 상태 비-휘발성 디지털 메모리 디바이스를 포함할 수 있다.
- [0120] [000121] 예를 들어, 일 실시예에서, 환자는 소노그래프를 방문할 수 있고 소노그래프는 로우 에코 데이터가 캡처되고 저장되는 초음파 검사를 수행할 수 있다. 시간들, 날들 또는 주들 후(즉, 세션 후 임의의 시간, 심지어 환자가 물리적으로 존재한 후 오랜 기간), 의사는 검사 세션 동안 생성된 이미지들을 재검사하기 위하여 개인용 컴퓨터 또는 이미징 시스템을 이용할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 그런 재검사는 단지 로우 에코 데이터에만 액세스가 가능한 몇몇 프로세스들을 포함할 수 있다. 그런 프로세스들의 예들은 지금 설명될 것이다.
- [0121] [000122] 몇몇 실시예들에서, 이미징 세션으로부터의 로우 데이터는 캘리브레이션 팬텀(calibration phantom)을 이미징하는 동안 캡처된 로우 에코 데이터와 함께 저장될 수 있다. 팬텀 이미징 세션의 로우 에코 데이터는 범형성 동안 이루어진 트랜스듀서 엘리먼트 포지션 가정들을 정정함으로써 이미징 세션 데이터의 추후 캘리브레이션을 위해 사용될 수 있다. 각각의 트랜스듀서 엘리먼트의 포지션을 설명하는 정보는 출원자의 이전 출원들에서 설명된 바와 같이 캘리브레이션 프로세스에 의해 얻어질 수 있다. 그런 엘리먼트 포지션 데이터는 캘리브레이션 메모리 디바이스(220)에 저장될 수 있고, 캘리브레이션 메모리 디바이스(220)는 다른 전자장치들과 물리적으로 함께 위치될 수 있거나, 원격 네트워크-엑세스 가능 서버에 위치될 수 있다. 그러나, 몇몇 실시예들에서, 엘리먼트-포지션 정보는 캘리브레이션 동작 수행 및 로우 초음파 데이터 캡처링 사이에서 변화할 수 있다. 예를 들어, 프로브가 떨어지거나, 손상될 수 있거나 그렇지 않으면 로우 에코 데이터 캡처 세션 이전 또는 동안 변경될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 저장된 로우 에코 데이터를 재프로세싱하기 위한 능력은, 로우 에코 데이터가 캡처된 후 프로브가 실제로 재캘리브레이팅될 수 있고, 데이터가 업데이트된 엘리먼트 포지션 정보를 이용하여 재범형성될 수 있다는 것을 의미한다. 다른 실시예들에서, 로우 데이터 메모리 디바이스에 저장된 로우 에코 데이터는, 프로브가 실제로 캘리브레이션되지 않았다는 것을 결정하기 위하여 분석될 수 있다.
- [0122] 로우 에코 데이터 재프로세싱
- [0123] [000123] 로우 데이터 메모리를 가진 초음파 이미징 시스템들의 몇몇 실시예들은 초음파 이미징의 진단 유용성을 크게 확장할 수 있는 많은 고유한 사용자 상호작용들을 가능하게 할 수 있다. 이미징 세션 동안 로우 에코 데이터를 캡처 및 저장함으로써, 그런 초음파 이미징 시스템들은 사용자가 저장된 로우 에코 데이터만을 사용하여 크게 개선된 이미지들 및/또는 대안적인 뷰들 또는 세부 사항들을 얻기 위하여 근본적 범형성 및 이미지 프

로세싱 세팅들을 조절하는 것을 허용할 수 있다.

[0124]

[000124] 몇몇 실시예들에서, 저장된 로우 에코 데이터는, 로우 에코 데이터가 캡처된 후 임의의 시간에 재 빔 형성될 수 있다. 상기 설명된 바와 같이, 펄 송신 시스템을 사용하는 다수의 애퍼처 초음파 이미징의 환경에서 빔형성은 일반적으로 반사체, 전송 엘리먼트의 위치, 및 수신 엘리먼트의 위치 사이의 삼각시차 관계에 기초하여 각각의 반사체에 대한 디스플레이 위치를 결정하는 프로세스이다. 그런 삼각시차 관계들은 전송된 펄과 주어진 반사체에 대한 수신된 에코 사이의 시간 간격 및 가정된 음속을 사용한 거리 계산에 기초하여 결정된다. 따라서, 임의의 주어진 반사체의 디스플레이 위치는 몇몇 팩터들에 의해 결정될 수 있고, 팩터를 각각은 몇몇 다른 팩터들에 좌우될 수 있다. 정상 실시간 이미징 동안, 이들 팩터들 중 일부 또는 모두에 대한 상수 값들은 프로세싱 시간을 제한하기 위하여 가정될 수 있다. 프로세싱 시간이 실시간으로 이미지들을 디스플레이할 필요에 의해 제한되지 않을 때, 빔형성 계산들 또는 다른 이미지 형성 및/또는 이미지 프로세싱 단계들을 시작하는 가변 인자들은 이미지 품질을 추가로 개선하기 위하여 조절 또는 최적화될 수 있다. 따라서, 로우 에코 데이터의 시간-시프트된 재빔형성 동안, 음속 및 전송 또는 수신 엘리먼트들의 위치들 같은 잠재적으로 가변 양들은 이미지 품질을 개선하기 위하여 최적화될 수 있다.

[0125]

[000125] 초음파 데이터를 재빔형성할 능력은 또한 임의의 이미지 분해능을 손실하지 않고 이미지의 원하는 구역 상에서 "줌 인"할 개선된 능력을 촉진하게 할 수 있다. 이것은 아날로그 투 디지털 포토프로세서로 이해될 수 있다. 많은 디지털 카메라들은 "광학 줌" 기능 및 "디지털 줌" 기능을 가진다. "광학 줌"은 대상을 카메라에 밀접하게 가져가는 인상을 광학적으로 제공하고, 이에 의해 이미지의 사이즈가 증가된다. 결과적으로, "광학적 줌" 이미지는 카메라의 이미지 캡처 디바이스의 전체 픽셀 분해능으로부터 이익을 얻는다. 대조하여, "디지털 줌"은 단순히 이미지를 크롭(crop)하고 캡처된 픽셀들의 사이즈를 증가시키고, 이에 의해 동일한 "줌" 결과의 인상을 제공하지만, 감소된 이미지 분해능을 희생하고 각각의 증가된 "디지털 줌" 단계를 갖는다. 대부분의 초음파 이미징 시스템들에 의해 활용되는 분해능-손실 "줌" 프로세스에 대조하여, 사전-빔형성기 메모리 디바이스를 가진 초음파 이미징 시스템은 이미지 분해능 손실 없이 줌 인 능력을 제공할 수 있다. 본래의 이미지보다 작은 영역 내의 초음파 이미지 데이터를 줌 인 및 재빔형성할 능력은 "광학 줌"과 유사한데, 그 이유는 빔형성기가 이미지의 원하는 "줌-인" 구역 내의 이미지 데이터만으로부터 풀-분해능 이미지를 생성할 수 있기 때문이다.

[0126]

[000126] 다수의 애퍼처 펄 이미징 프로세스를 사용하여 초음파 이미지들을 생성하는 것은, 전체 관심 구역으로부터의 이미지들이 항상 "포커싱되어" 있다는 것을 의미한다. 이것은 각각의 전송된 펄이 전체 구역을 비추고, 수신 애퍼처들이 전체 구역으로부터 에코들을 수신하기 때문에 진실이다. 그런 경우들에서, 이미지의 최대 범위는 전송 또는 수신 빔형성 장치들의 제한된 포커스에 의해 보다 감쇠 및 신호-대-잡음 인자들에 의해 주로 제한될 수 있다. 결과적으로, 풀-분해능 이미지는 로우 에코 데이터의 동일한 세트를 사용하여 고주파 발사된 관심 구역의 임의의 부분으로부터 형성될 수 있다. 용어 "이미지 윈도우"는 본원에서 빔형성되고 디스플레이될 전체 고주파 발사된 관심 구역의 부분을 지칭하기 위하여 사용될 것이다. 그러므로, 다양한 실시예들에서, 이미지 윈도우는 하나의 이미지 윈도우로부터 다른 이미지 윈도우로 주밍 또는 패닝(panning)함으로써 변경될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 동시 이미지들은 고주파 발사된 구역 내의 다수의 오버래핑 또는 비-오버래핑 이미지 윈도우들로 형성될 수 있다.

[0127]

[000127] 대조하여, 페이즈드 어레이 전송/수신 이미징 시스템을 사용하여, 포커싱되어 있는 이미징된 구역만이, 전송된 초음파 신호들이 포커싱된 깊이 범위 내의 구역이다. 결과적으로, 그런 시스템들(비록 사전-빔형성기 메모리를 활용하였지만)은 그들의 능력에서 실시간 이미징 세션 동안 본래 디스플레이된 것 이외의 상이한 고주파 발사된 구역의 부분들의 이미지들을 구성하도록 제한된다. 게다가, 그런 시스템들의 사용자들이 "줌 인"에 의해 디스플레이된 이미지의 사이즈를 증가시키고자 할 때, 시스템은 통상적으로 디스플레이된 픽셀들 사이의 데이터를 보간하는데, 그 이유는 추가의 샘플 데이터는 그렇지 않으면 그들 캡들 내에 충전하도록 이용 가능하지 않기 때문이다.

[0128]

[000128] 예를 들어, 통상적인 이미징 세션 동안, 다수의 애퍼처 펄 이미징 프로세스를 사용하는 초음파 시스템의 사용자는 전체 고주파 발사된 구역의 선택된 부분의 이미지를 디스플레이하기 위하여 임의의 원하는 "줌" 레벨의 이미지 영역을 선택할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 다수의 애퍼처 초음파 프로브와 대략 동일한 폭을 가진 구역의 임의의 부분으로부터 로우 에코 데이터는 이미지를 생성하기 위하여 빔형성될 수 있다. 그런 이미징 세션 동안, 시스템은, 선택된 구역만의 실시간 이미지를 디스플레이하면서 전체 고주파 발사된 구역의 로우 에코 데이터를 캡처 및 저장할 수 있다. 실시간 이미지를 생성하기 위하여, 시스템은 수신된(및/또는 저장된) 에코 데이터를 사용하여 상기 설명된 수신 빔형성 단계들을 수행할 수 있다. 특히, 시스템은 이미지를 형성하기

위하여 가해진 음속 값, 엘리먼트 포지션 데이터, 수신된 에코들의 시간 지연들 및 코히어런트/비코히어런트 합산 알고리즘을 사용하여 수신된 에코들을 삼각 측량할 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 시스템은 특정 디스플레이에 대해 최적화된 픽셀 분해능을 가진 실시간 이미지를 형성할 수 있다. 그렇게 할 때, 실제 빔형성된 분해능보다 작은 본래 분해능들을 가진 디스플레이 디바이스들의 경우에, 디스플레이된 이미지 픽셀들 사이의 포인트들을 나타내는 몇몇 에코 데이터는 무시될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 프로세싱 또는 데이터 전송 전자장치에 의해 부과된 제한들 같은 하드웨어 제한들은 실시간 디스플레이를 위하여 빔형성할 때 모든 이용 가능한 에코 데이터보다 작은 에코 데이터를 사용하는 것을 필요로 할 수 있다. 이런 이유들 또는 다른 이유들 때문에, 몇몇 환경들 하에서, 시스템은 이미지를 형성하기 위하여 모든 이용 가능한 에코 데이터의 부분만을 사용하도록 제한될 수 있다.

[0129]

[000129] 이미징 세션 후 몇몇 포인트에서, 본래 고주파 발사된 영역의 일부 부분의 상이한 뷰를 얻기 위하여 줌 인 또는 줌 아웃(또는 이미지를 수평 또는 수직으로 패닝)하는 것은 바람직하게 되고, 사용자는 그 구역 내의 어딘가에 새로운 뷰 영역을 간단히 정의할 수 있다. 그 다음 시스템은 선택된 구역만의 새로운 이미지 픽셀들을 형성하기 위하여 가해진 음속 값, 엘리먼트 포지션 데이터, 수신된 에코들의 시간 지연들 및 코히어런트/비코히어런트 합산을 사용하여 에코들을 삼각 측량함으로써 선택된 구역 내의 에코들을 나타내는 에코 데이터를 빔형성할 수 있다. 그렇게 할 때, 새로운 이미지는, 비록 선택된 구역이 본래 실시간 이미지에서 보여지지 않았지만 풀 빔형성 분해능으로 형성될 수 있다. 본원의 어딘가에서 논의된 바와 같이, 저장된 로우 에코 데이터로부터 이미지를 생성할 때, 다양한 빔형성 파라미터들(음속, 엘리먼트 포지션들, 가중 팩터들, 합산 알고리즘, 등)은 또한 실시간 이미징 세션 동안 사용된 값들에 관련하여 변화될 수 있다. 결과적으로, 어느 정도 낮은 기술 레벨은 실시간 이미징 세션 동안 로우 데이터를 캡처하기 위하여 허용 가능할 수 있다.

[0130]

[000130] 일 실시예에서, 저장된 로우 에코 데이터를 사용한 초음파 이미징의 프로세스는 초음파 이미징 세션 동안, 다수의 애퍼처 평 이미징에 대해 구성된 초음파 시스템을 사용하는 단계, 전체 고주파 발사된 구역으로부터의 에코 데이터를 저장하면서 관심 구역의 제 1 섹션의 실시간 이미지를 생성하는 단계를 포함할 수 있다. 그 다음 에코 데이터는 메모리 디바이스로부터 추후 리트리빙될 수 있고, 제 2 관심 구역의 제 2 이미지는 동일하거나 상이한 빔형성 파라미터들을 사용하여 생성될 수 있다. 제 2 이미지는 제 1 이미지와 동일하거나, 낮거나, 높은 픽셀 분해능을 가질 수 있다. 몇몇 경우들에서, 제 2 관심 구역은 제 1 관심 구역 내에서 보다 작은 영역일 수 있다. 다른 실시예들에서, 제 2 관심 구역의 일부는 제 1 관심 구역 외부에 놓이지만 고주파 발사된 구역 내에 놓일 수 있다. 또 다른 실시예들에서, 제 1 및 제 2 관심 구역들은 완전히 비-오버랩핑일 수 있다.

[0131]

[000131] 몇몇 실시예들에서, 단일 고주파 발사된 구역의 별도의 섹션들을 독립적으로 빔형성할 능력은 고주파 발사된 구역의 두 개의 별도의 부분들을 동시에 뷰잉하기 위하여 유리하게 사용될 수 있다. 본원의 어딘가에 설명된 바와 같이, 몇 초, 몇 분, 또는 그 초과와 이미지 데이터는 추후 뷰잉을 위하여 저장 및 리트리브될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 제 1 관심 구역은 환자의 실질적으로 전체 심장의 단면 같은 제 1 해부학적 구조를 포함하도록 정의될 수 있는 반면, 제 2 관심 구역은 심장의 대동맥 판막 같은 해부학적 구조의 부분 또는 서브구조의 이미지 사이즈를 증가시키기 위하여 제 1 구역의 줌-인 구역을 포함하도록 정의될 수 있다. 양쪽 이미지들이 동일한 데이터 세트로부터 생성되기 때문에, 구조 및 서브-구조(예를 들어, 심장 및 판막)의 움직임 이미지들은 바람직하게 동기화될 것이고 심장 주기(또는 해부학적 구조의 다른 움직임)의 동일한 포인트에서 심장(또는 다른 구조)의 상이한 구역들의 동작을 동시에 가시화하도록 뷰잉될 수 있다. 유사하게, 제 3 이미지는 또한 고주파 발사된 구역의 다른 부분의 동시 동작, 다른 서브-구조 또는 완전히 별도의 구조, 이를 테면 심장 또는 인접 기관의 삼첨판의 하이라이팅을 보여주도록 생성될 수 있다. 동일한 기술들은 다른 기관들(예를 들어, 폐, 간, 신장들, 또는 근육-뼈대 구조들)을 이룰 테면 수관절들, 족관절들, 무릎 관절들, 어깨 관절들, 힙 관절들 또는 척추)의 구역들을 뷰잉하기 위하여 사용될 수 있다.

[0132]

[000132] 3D 볼륨 데이터에 기초하면(아래에 논의된 바와 같이), 완전하게 동기화된 이미지 윈도우들은 심지어 공통 평면상에 놓이지 않는 구조들에 대해서도 정의될 수 있다. 그러므로, 공통 3차원 볼륨의 비-동일 평면 세그먼트들을 커버하는 제 1 및 제 2 이미지 윈도우들은 저장된 에코 데이터세트로부터 추출될 수 있고, 이들 이미지 윈도우들은 독립적으로 빔형성되고 동시 발생으로 동시에 디스플레이될 수 있다.

[0133]

[000133] 다른 실시예에서, 시스템은 최대 가능한 분해능에서 전체 고주파 발사된 구역의 모든 이용 가능한 에코 데이터를 빔형성함으로써 디스플레이 분해능보다 훨씬 높은 픽셀 분해능으로 이미지를 생성하도록 구성될 수 있다. 그런 실시예들에서, 빔형성된 이미지들의 최대 분해능은 가장 작은 합리적으로-인식 가능한 세부 사항들의 크기를 설정하고, 그 다음 이들 작은 세부 사항들이 보여질 수 있는 이미지를 형성하기 위하여 에코 데이터를 빔형성함으로써 결정될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 충분한 하드웨어 자원들 및 시간을 가정한 것이 이

용 가능하면, 모든 이용 가능한 에코 데이터를 사용하는 최대 분해능은 단지 총 애퍼처 폭 및 전송 및 수신된 초음파 파장에 의해서만 제한될 수 있다. 몇몇 그런 실시예들에서, 이미지는 형성될 수 있고 이미지에서 단일 픽셀은 사용된 초음파 신호들의 파장의 대략 절반의 사이즈의 물리적 영역을 나타낸다. 몇몇 실시예들에서, 그런 높은 분해능 이미지들은 비디오 루프에서 프레임들로서 결합될 수 있다.

[0134] [000134] 다른 실시예들에서, 이미지의 구역들로 주밍하는 상기 방법들은 고주파 발사된 구역 내의 해부학적 또는 구조적 피쳐들의 매우 정확한 측정들을 허용할 수 있다. 측정들은 임의의 선택된 "줌" 레벨에서, 픽셀 크기와 이미지된 물체 크기 사이의 관계가 상기 설명된 픽셀-지향 빔형성 방법의 결과로서 정확하게 알려진다는 사실에 의해 가능해진다. 예를 들어, 어떤 줌 레벨이 실시간 이미징 동안 디스플레이되었는지에 무관하게, 피쳐가 고주파 발사된 구역 내에 있고 에코 데이터 세트에 포함되면, 사용자는 동맥 직경, 정맥 직경, 심실 사이즈, 태아 심장 사이즈 또는 임의의 다른 원하는 피쳐 또는 물체 같은 피쳐들을 뷰잉 및 정확하게 측정하기 위하여 추후 줌 인할 수 있다.

[0135] [000135] 상기 설명된 바와 같이, 몇몇 실시예들에서 상이한 펄스 또는 상이한 수신 애퍼처들로부터 형성된 이미지 층들은 큰 총 애퍼처를 가로질러 음속 차들을 수용하거나, 결합된 이미지에서 이미지 분해능 또는 스펙클 감소를 개선하기 위하여 코히어런트 및 비코히어런트 합산의 다양한 결합들을 사용하여 결합될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 추가 코히어런트 및 비코히어런트 합산 알고리즘은 상이한 결과를 찾기 위하여 저장된 로우 에코 데이터에 적용될 수 있다.

[0136] [000136] 몇몇 실시예들에서, 가중 팩터들은 출원자의 이전 출원(2013년 3월 26일 출원되고, 발명의 명칭이 "Systems and Methods for Improving Ultrasound Image Quality by Applying weighting Factors"인 미국 특허 출원 번호 13/850,823)에 설명된 바와 같이 이미지 품질을 개선하기 위하여 이미지 층 결합 동안 다양한 픽셀들에 적용될 수 있다. 저장된 로우 에코 데이터를 재 프로세싱함으로써, 그런 가중 팩터들은 상이하게 적용될 수 있거나, 데이터가 캡처된 후 추가 최적화될 수 있다.

[0137] [000137] 하나 또는 그 초과와 초음파 전송 및/또는 수신 경로들을 따라 음속에 대한 가정된 값들이 결합된 이미지 층들의 정렬을 개선하기 위하여 조절되거나 최적화될 수 있는 몇몇 실시예들이 상기 설명된다. 몇몇 실시예들에서, 그런 조절들 및/또는 최적화들은 저장된 로우 에코 데이터에 적용될 수 있다. 저장된 로우 에코 데이터의 재 프로세싱 동안 그런 조절들을 적용하는 것은 보다 시간-소비적 최적화들이 수행될 수 있게 할 수 있다(예를 들어, 빔형성 계산들에 사용할 평균 음속 값을 최적화).

[0138] [000138] 몇몇 실시예들에서, 전송 및 수신 애퍼처들은 초음파 데이터가 캡처된 후 재 정의될 수 있다. 상기 설명된 바와 같이, 전송 또는 수신 애퍼처들의 사이즈, 위치 및 수는 특정 타겟 물체 기하구조 또는 다른 요소들에 좌우되어 변경될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 애퍼처들의 사이즈, 위치 또는 수의 그런 변화들은 저장된 로우 에코 데이터로부터 생성된 이미지의 품질을 최적화하기 위하여 적응적으로 이루어질 수 있다.

[0139] [000139] 출원자의 이전 출원(2012년 12월 28일 출원되고 발명의 명칭이 "M-Mode Ultrasound Imaging of Arbitrary Paths"인 미국 특허 출원 번호 13/730,346)은 임의의 M-모드 경로를 정의 및 디스플레이하기 위한 시스템들 및 방법들을 설명한다. 저장된 로우 에코 데이터를 사용하여, 새로운 M-모드 경로들은 로우 데이터 뷰잉 세션 동안 재 빔형성된 저장된 로우 에코 데이터에 기초하여 정의되고 디스플레이될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, m-모드 경로는 하나의 사야에서 정의될 수 있고, M-모드 경로와 동일한 피쳐를 반드시 포함하지 않는 완전히 상이한 사야를 따라 디스플레이될 수 있다. 예를 들어, 몇몇 실시예들에서 m-모드 경로를 따른 포인트들에 대응하는 로우 에코 데이터는 로우 데이터 메모리 디바이스로부터 리트리브되고 완전한 이미지를 형성하기 위하여 사용된 로우 에코 데이터에 무관하게 빔형성될 수 있다.

[0140] [000140] 도플러 이미징 및 탄성초음파 이미징은 모든 다수의 애퍼처 펄스 이미징 세션들 동안 반드시 존재하지 않는 전송 패턴들을 포함한다. 예를 들어, 펄스 기반 도플러 초음파 이미징은 매우 높은 펄스 반복 레이트(예를 들어, 왕복 펄스 이동 시간에 대응하는 레이트보다 거의 같거나 빠름)에서 하나 또는 두 개의 전송 애퍼처들로부터 비교적 낮은 주파수 펄스(이미징 주파수에 비해)를 전송하는 것을 포함한다. 펄스 기반 탄성초음파 이미징은 또한 전단파 유도 펄스의 전송 다음 매우 높은 펄스 반복 레이트에서 이미징 펄스들을 전송하는 것을 포함할 수 있다.

[0141] [000141] 그런 패턴들이 전송될 때, 결과 로우 에코 데이터는, 초기 이미징 세션 동안 에코들이 도플러 결과들을 디스플레이하기 위하여 프로세싱되든 탄성초음파 결과들을 디스플레이하기 위하여 프로세싱 되든 캡처 및 저장될 수 있다. 따라서, 몇몇 실시예들에서, 상기 참조된 출원들에서 설명된 다수의 애퍼처 도플러 또는 탄성초음파 전송 패턴들이 로우 에코 데이터 캡처 세션 동안 존재할 때, 도플러 또는 탄성초음파 결과들은 로우 데이

터 메모리 디바이스로부터 리트리브된 캡처된 로우 에코 데이터를 사용하여 해석되거나 분석될 수 있다. 예를 들어, 몇몇 실시예들에서, 다수의 애퍼처 도플러 패턴들은 이미징 세션 동안 전송될 수 있고, 결과 도플러 에코 데이터는 라이브 이미징 세션 동안 컬러 흐름 도플러를 프로세싱하거나 디스플레이하지 않고 캡처되고 저장될 수 있다. 저장된 로우 에코 데이터는 메모리로부터 추후 리트리브되고 도플러 이미징의 결과들을 가시화하거나 분석하기 위하여 동일하거나 상이한 프로세싱 하드웨어를 사용하여 프로세싱될 수 있다. 유사하게, 몇몇 실시예들에서, 다수의 애퍼처 탄성초음파 패턴들은 이미징 세션 동안 전송될 수 있고, 결과 에코 데이터는 라이브 이미징 세션 동안 스트레인 정보를 프로세싱하거나 디스플레이하지 않고 캡처되고 저장될 수 있다. 저장된 로우 에코 데이터는 메모리로부터 추후 리트리브되고 탄성초음파 프로세스의 결과들을 가시화하고 분석하기 위하여 동일하거나 상이한 프로세싱 하드웨어를 사용하여 프로세싱될 수 있다.

[0142]

[000142] 몇몇 실시예들에서, 이미지 데이터는 중요한 인지 가능 지연 없이 실시간 이미지들을 생성하기 위하여 압축될 수 있다. 몇몇 경우들에서, 그런 압축은 상이한 시점들에서 얻어진 이미지들을 결합하는 효과(예를 들어, 다수의 전송된 펄들로부터 얻어진 이미지 층들을 결합함으로써)를 가질 수 있다. 이것은 에코 데이터가 캡처된 최대 가능한 프레임 레이트로부터 실제 디스플레이된 프레임 레이트를 감소시키는 효과를 가질 수 있다. 그러나, 로우 에코 데이터를 재밍형성하고 이미지들을 상이하게 결합함으로써, 훨씬 높은 프레임 레이트(즉, 초당 보다 높은 수의 프레임들)가 달성될 수 있다. 몇몇 실시예들에서, 훨씬 높은 프레임 레이트에서 형성된 이미지들은 프레임 단위 또는 느린 모션으로 뷰잉될 수 있는 반면, 느린 모션 재생은 디스플레이 프레임 레이트에 관하여 초당 보다 낮은 수의 프레임들에서 발생할 수 있는데, 그 이유는 보다 상세한 것이 보여질 수 있게, 그런 프레임들은 실시간 뷰잉을 위해 제공된 이미지들과 비교하여 보다 짧은 시간 간격들에서 발생한 이벤트들을 나타낼 수 있기 때문이다. 예를 들어, 심장 판막의 부분들의 몇몇 움직임들은 종래의 초음파 시스템들로 캡처될 수 있는 것보다 훨씬 빠르게 발생한다. 훨씬 높은 프레임-캡처 레이트에서 그런 움직임의 이미지들을 뷰잉할 능력은 진단 능력들에 대한 큰 개선들을 가능하게 할 수 있다.

[0143]

[000143] 로우 에코 데이터의 재프로세싱에 더하여, 임의의 다른 다운스트림 이미지 또는 비디오 프로세싱 단계들은 로우 에코 데이터를 재 프로세싱 이후 재 적용될 수 있거나, 수정될 수 있거나 개선될 수 있다. 예를 들어, 다양한 비디오 프로세싱 필터들(예를 들어, 평균, 메디안, 제곱, 가우시안, 디스페클(despeckle), 고역 통과, 에지 강화, 콘트라스트 강화, 언샤프 마스킹 또는 다른 이미지 및 비디오 프로세싱 필터들)은 로우 에코 데이터를 재 프로세싱한 후 이미지 및 비디오 데이터에 재 적용될 수 있다.

[0144]

3차원 로우 데이터를 캡처 및 사용하는 실시예들

[0145]

[000144] 3차원 볼륨들의 로우 데이터는 또한 유리하게 유사한 시스템들 및 방법들을 사용하여 캡처, 저장 및 재 빔형성될 수 있다. 상기 설명된 동일한 평-기반 이미징 기술들은 단일 평면으로 제한되지 않는 평 신호들(예를 들어, 3 차원 반구 또는 거의 반구 초음파 신호들)을 전송하고, 이미징된 매체에 수직의 적어도 두 개의 직교 축들을 따라 서로 변위된 수신 엘리먼트들로 에코들을 수신함으로써 3D 볼륨 데이터에 적용될 수 있다. 평-기반 3D 볼륨 이미징을 위해 구성된 다수의 애퍼처 초음파 프로브들은 의도된 이미징 애플리케이션에 대해 임의의 예상된 코히어런스 폭보다 상당히 클 수 있는 큰 총 애퍼처들을 가질 수 있다.

[0146]

[000145] 3D 볼륨 데이터는 상기 설명된 실질적으로 동일한 시스템들 및 방법들을 사용하여 캡처 및 저장될 수 있다. 통상적으로, 3D 이미징을 위한 다수의 애퍼처는 2D 이미징을 위해 주로 의도된 프로브보다 실질적으로 보다 많은 트랜스듀서 엘리먼트들을 가질 수 있다. 이와 같이, 평-기반 이미징 프로세스 동안 3D 볼륨 데이터를 캡처 및 저장하기 위한 이미징 시스템은 실질적으로 많은 수신 채널들을 포함할 수 있고 또한 보다 큰 용량 로우 데이터 메모리 디바이스를 포함할 수 있다. 메모리 디바이스에 저장된 로우 에코 데이터는 상기 설명된 바와 같이 구성될 수 있어서, 에코들은 에코들을 생성한 특정 전송된 펄 및 에코들을 수신한 특정 수신 엘리먼트에 기초하여 구별될 수 있다.

[0147]

[000146] 3D 평-기반 에코 데이터를 빔형성하는 것은 또한 2D 평-기반 에코 데이터를 빔형성하기 위하여 사용된 것들과 유사한 시스템들 및 방법들을 사용하여 수행될 수 있다. 각각의 디지털화된 샘플 값은 고주파 발사된 관심 구역으로부터의 산란체를 나타낼 수 있다. 2D 경우에서와 같이, 샘플의 도달 시간을 따라 각각의 수신된 샘플의 진폭 및 전송 및 수신 트랜스듀서들의 정확한 포지션들은 산란체의 잠재적 포지션들을 식별하는 포인트들의 로커스를 정의하기 위하여 분석될 수 있다. 3D 경우에서, 그런 로커스는 그의 포커스들로서 전송 및 수신 트랜스듀서들의 포지션들을 가진 3차원 타원체이다. 전송 및 수신 트랜스듀서 엘리먼트들의 각각의 고유 결합은 동일한 반사체의 별도의 뷰를 정의할 수 있다. 따라서, 다수의 전송-수신 트랜스듀서 결합들로부터의 정보를 결합함으로써, 각각의 반사체의 실제 위치는 보다 정확하게 표현될 수 있다.

- [0148] [000147] 예를 들어, 몇몇 실시예들에서 복셀들의 3D 어레이 이미지는 선택된 디지털 샘플의 평가를 시작함으로써 컴퓨터 메모리에서 어셈블리될 수 있다. 선택된 디지털화된 샘플 값은 상기 설명된 대응하는 타원체에 의해 표시된 모든 각각의 복셀로 기입될 수 있다. 모든 각각의 다른 수집된 샘플 값으로 동일한 것을 수행하도록 진행하고, 그 다음 모든 결과 타원체들을 결합하는 것은 보다 개선된 이미지를 생성할 수 있다. 실제 산란체들은 많은 타원체들의 교차에 의해 표시되는 반면 다른 타원체들에 의해 보장되지 않은 타원체들의 부분들은 낮은 신호 레벨들을 가질 것이고 잡음으로서 처리(즉, 필터들 또는 다른 이미지 프로세싱 단계들에 의해 제거되거나 감소됨)될 수 있다.
- [0149] [000148] 다른 실시예들에서, 계산 순서는 생성될 최종 3D 이미지 볼륨의 선택된 복셀로 시작함으로써 변화될 수 있다. 예를 들어, 선택된 복셀에 대해, 가장 밀접한 저장된 샘플은 각각의 송신기/수신기 쌍에 대해 식별될 수 있다. 그 다음 선택된 복셀에 대응하는 모든 샘플들(즉, 복셀을 교차하는 타원체를 가진 모든 샘플들)은 최종 복셀 표현을 생성하기 위하여 평가 및 합산(또는 평균)될 수 있다. 선택된 복셀에 대한 샘플의 근접도는 송신기의 3차원 포지션(즉, 평 신호가 에코 샘플을 생성하기 위하여 전송된 송신기)의 3차원 포지션으로부터 선택된 복셀 포지션까지 벡터 거리 플러스 선택된 복셀 포지션으로부터 샘플이 수신된 수신기의 포지션까지 벡터 거리를 계산함으로써 결정될 수 있다. 그런 선형 거리는 이미지된 물체를 통한 음속에 의해 총 경로 길이를 나눔으로써 시간-분할된 샘플 값들에 관련될 수 있다. 그런 방법을 사용하여, 계산된 시간에 대응하는 샘플들은 선택된 복셀과 연관될 수 있다.
- [0150] [000149] 평 신호들이 이미지되는 전체 영역에 고주파를 발사하기 때문에, 평-기반 이미징을 통해 얻어진 에코 데이터는 심리스(seamless)이다. 대조하여, 일련의 스캔라인들로부터 어셈블리된 2D 이미지들은 통상적으로 인접 스캔라인들 사이 공간들에서 이미지 데이터의 약간의 보간 양을 요구한다. 유사하게, 일련의 평면 슬라이스들로부터 어셈블리된 볼륨 데이터는 또한 인접한 평면 슬라이스들 사이의 공간에서 이미지 데이터의 약간의 보간 양을 요구하는 경향이 있다.
- [0151] [000150] 평-기반 에코 데이터의 심리스 성질은 임의의 2D 슬라이스들이 보간에 대한 필요 없이 3D 볼륨의 임의의 부분을 통하여 취해질 수 있다는 것을 의미한다. 몇몇 경우들에서, 비평면 또는 곡선 슬라이스는 볼륨 데이터의 섹션을 통해 취해질 수 있고, 곡선 경로 슬라이스의 결과는 납작해진 평면 이미지 또는 사시도 어느 하나로서 2차원 디스플레이 상에 디스플레이될 수 있다. 그런 정보는 또한 홀로그래픽 디스플레이 또는 입체 디스플레이 같은 3차원 디스플레이를 통하여 제공될 수 있다. 그러므로, 몇몇 실시예들에서, 볼륨 이미징 세션으로부터의 로우 에코 데이터는 메모리 디바이스로부터 리트리브될 수 있고, 볼륨의 일부 또는 모두는 이미지로서 빔형성되고 디스플레이될 수 있고, 볼륨의 원하는 구역은 선택될 수 있고(소프트웨어에 의해 자동으로 또는 조작자에 의해 수동으로), 및 선택된 구역은 새로운 이미지로서 재 빔형성될 수 있고 제공될 수 있다.
- [0152] [000151] 도 6은 의사가 이전 시간 및/또는 상이한 위치에서 동일한 의사 또는 상이한 의사에 의해 수행되었을 수 있는 라이브 이미징 세션(500) 동안 캡처된 로우 에코 데이터를 검사하기 위하여 적당히 구성된 이미징 시스템을 사용할 수 있게 하는 프로세스(600)를 예시한다. 이미징 세션으로부터의 로우 데이터는 메모리디바이스(601)로부터 리트리브될 수 있고, 의사는 이미지 형성 파라미터들의 미리 결정된 세트를 사용하여 로우 데이터로부터 이미지들(602)을 구성하도록 시스템에게 지시할 수 있고, 그 다음 의사는 결과 이미지들(604)을 뷰잉할 수 있다. 그 다음 의사는 이미지를 개선하거나 고주파 발사된 구역의 부분을 뷰로 변경하기 위한 시도시(예를 들어, 줌 인, 줌 아웃, 또는 패닝에 의해 이미지 윈도우를 변경함) 하나 또는 그 초과와 이미지 형성 파라미터들(606)을 변경할 수 있다. 그 다음 의사는 변경된 파라미터들(608)을 사용하여 이미지들을 구성 및 디스플레이하도록 시스템에게 지시할 수 있고, 그 다음 새로운 이미지들(610)을 뷰잉할 수 있다. 이미지 형성 파라미터들(606)을 변경하는 단계들, 변경된 파라미터(들)를 사용하여 이미지들을 구성하는 단계(708) 및 새로운 이미지들을 디스플레이하는 단계(610)는 원하는 대로 다수 번 반복(612)될 수 있다.
- [0153] [000152] 도 7은 라이브 이미징 세션(500) 동안 캡처된 로우 초음파 에코 데이터를 재 프로세싱하기 위하여 적당히 구성된 초음파 이미징 시스템에 의해 수행될 수 있는 프로세스(700)를 예시한다. 프로세스(700)는 메모리 디바이스(704)로부터 로우 데이터를 리트리빙하는 단계, 변경될 하나 또는 그 초과와 이미지 형성 파라미터들을 표시하는 사용자 입력을 수락하는 단계(706), 변경된 이미지 형성 파라미터(들)를 이용하여 이미지들을 구성하는 단계(708), 및 새로운 이미지(들)를 디스플레이하는 단계(710)를 포함할 수 있다. 사용자 입력(706)을 수락하는 단계, 변경된 파라미터(들)를 이용하여 이미지들을 구성하는 단계(708) 및 새로운 이미지들을 디스플레이하는 단계(710)는 원하는 대로 다수 번 반복(712)될 수 있다. 상기 다양한 실시예들에서 설명된 바와 같이, 사용자 입력은 변경될 이미지 형성 파라미터들을 명시적으로 지정할 수 있거나, 사용자 입력은 변경될 이미지 형성 파라미터들을 암시적으로 표시할 수 있다. 변경할 명시적 파라미터의 예는 음속 값을 변경하는 것을 포함할

수 있는 반면, 암시적 지정된 파라미터의 예는 코히어런트 및 비코히어런트 가산의 결합을 사용하여 이미지 층들을 결합하는 이미지 층 결합 알고리즘의 선택을 포함할 수 있다.

[0154]

[000153] 도 6의 프로세스(600) 또는 도 7의 프로세스(700)의 어느 하나에서, 변경된 이미지 형성 파라미터들은 빔형성 파라미터들, 이를 테면 음속 값, 하나 또는 그 초과와 트랜스듀서 엘리먼트 포지션 변수들, 또는 가중팩터를 포함할 수 있다. 이미지 형성 파라미터들은 애퍼처들로 트랜스듀서 엘리먼트들의 그룹화, 또는 프레임당 다수의 이미지 층들을 변경하는 것 같은 이미지 층 결합 파라미터들 또는 코히어런트 또는 비코히어런트 가산을 사용하여 상이한 레벨들에서 이미지 층들을 결합하기 위한 알고리즘을 또한 포함할 수 있다. 이미지 파라미터들을 변경하는 것은 또한 디스플레이할 M-모드 라인을 선택하는 것, 또는 3차원 볼륨으로부터 2차원 슬라이스를 선택하는 것을 포함할 수 있다.

[0155]

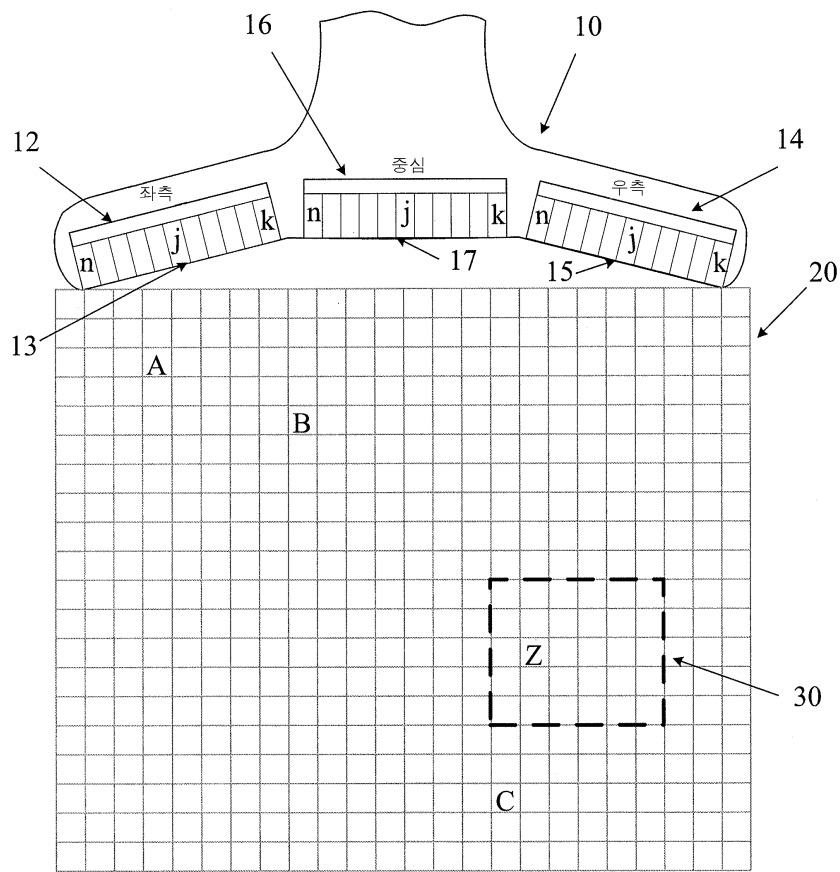
[000154] 비록 본 발명이 특정 바람직한 실시예들 및 예들의 환경에서 개시되었지만, 본 발명이 특정하게 개시된 실시예들을 넘어 본 발명의 다른 대안적인 실시예들 및/또는 이용들 및 그들의 분명한 수정들 및 그들의 등가들까지 연장된다는 것은 당업자들에 의해 이해될 것이다. 상기 실시예들에 대한 다양한 수정들은 당업자들에게 용이하게 명백할 것이고, 본원에 정의된 일반적인 원리들은 본 발명의 사상 또는 범위로부터 벗어남이 없이 다른 실시예들에 적용될 수 있다. 따라서, 본원에 개시된 본 발명의 범위가 상기 설명된 특정 개시된 실시예들에 의해 제한되는 것이 아니라, 다음 청구항들의 공정한 판독에 의해서만 결정되어야 함이 의도된다.

[0156]

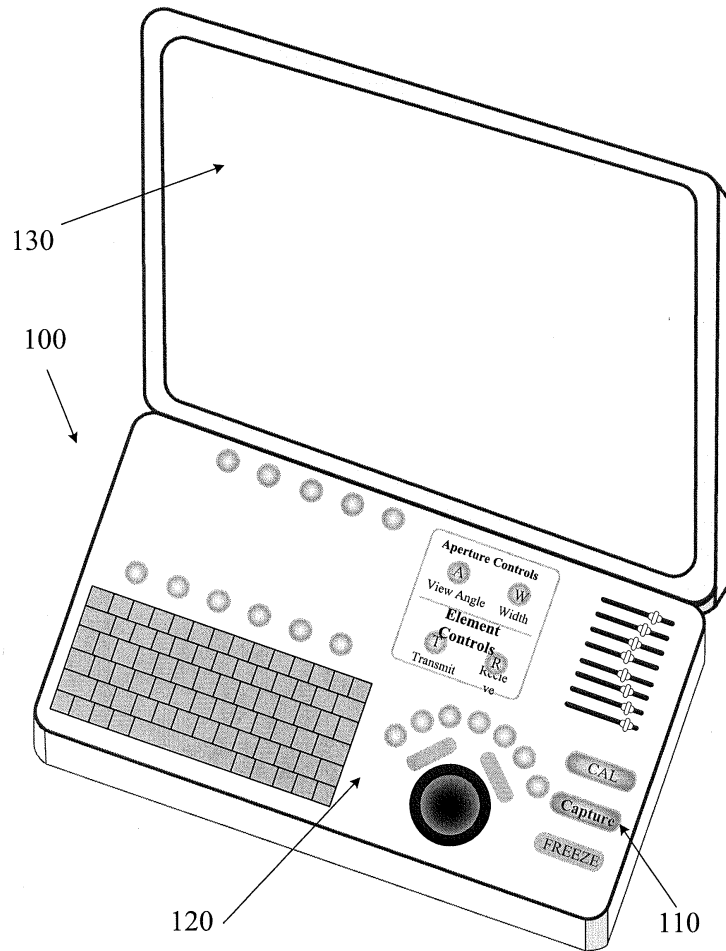
[000155] 특히, 재료들 및 제조 기술들은 당업자들의 레벨 내에서 활용될 수 있다. 게다가, 단수 항목에 대한 참조가 복수의 동일한 아이템들이 존재하는 가능성을 포함한다. 보다 구체적으로, 본원 및 첨부된 청구항들에서 사용된 바와 같이, 단수 형태들은 환경이 명확하게 다르게 나타내지 않으면 복수의 참조들을 포함한다. 본원에 사용된 바와 같이, 다르게 명시적으로 언급되지 않으면, 용어 "또는"은 모든 제시된 대안들의 포괄이고, 필수적으로 공통으로 사용된 어구 "및/또는"과 동일을 의미한다. 따라서, 예를 들어 어구 "A 또는 B 둘 다는 청색일 수 있다"는 다음 중 임의의 것을 의미할 수 있다: A만 청색이고, B만 청색이고, A 및 B는 청색이고, 그리고 A, B 및 C는 청색이다. 청구항들이 임의의 선택적 엘리먼트를 배제하도록 초안될 수 있다는 것이 추가로 주의된다. 이와 같이, 이런 진술은 청구항 엘리먼트의 설명 또는 "부정" 제한의 이용과 관련하여 "오로지", "단지" 및 등 같은 그런 배타적 용어들의 이용을 위한 선행 기초로서 역할을 하도록 의도된다. 본원에서 다르게 정의되지 않으면, 본원에 사용된 모든 기술적 및 과학적 용어들은 본 발명이 속하는 당업자에 의해 공동으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가진다.

도면

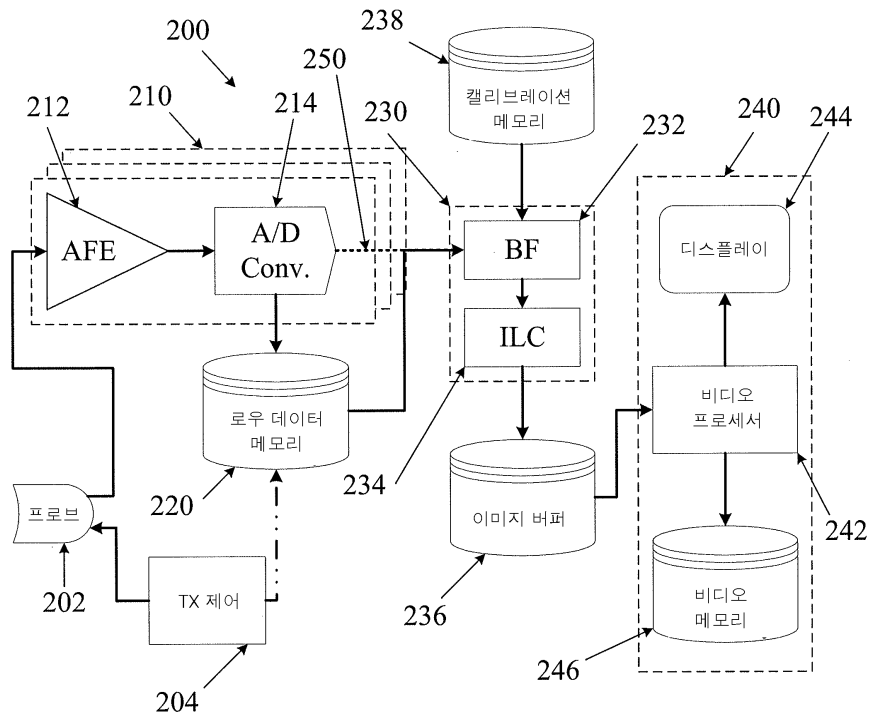
도면1



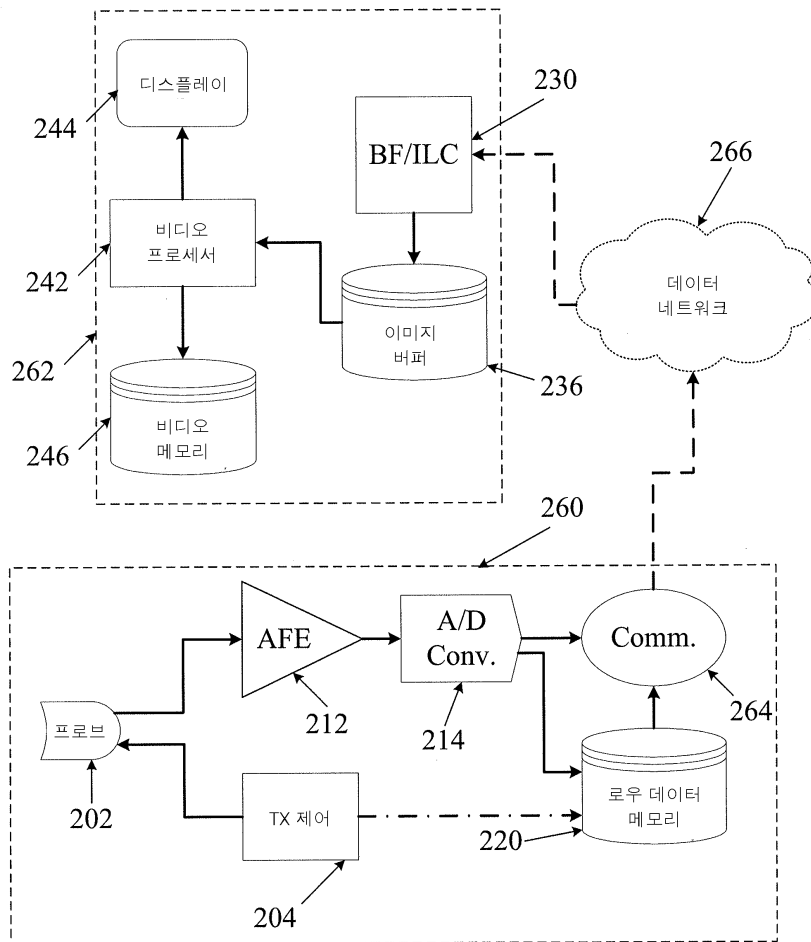
도면2



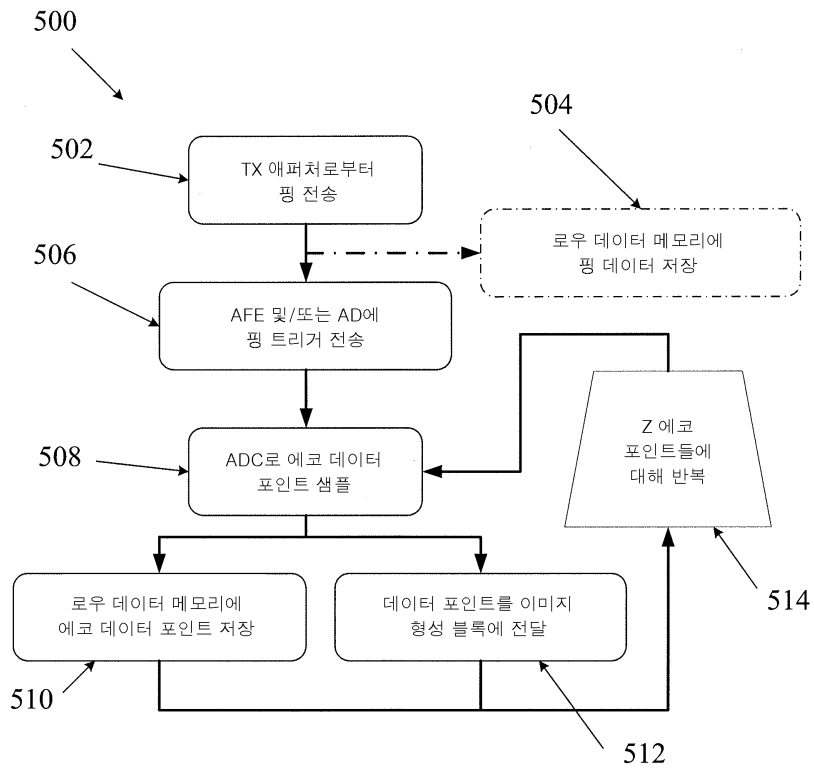
도면3



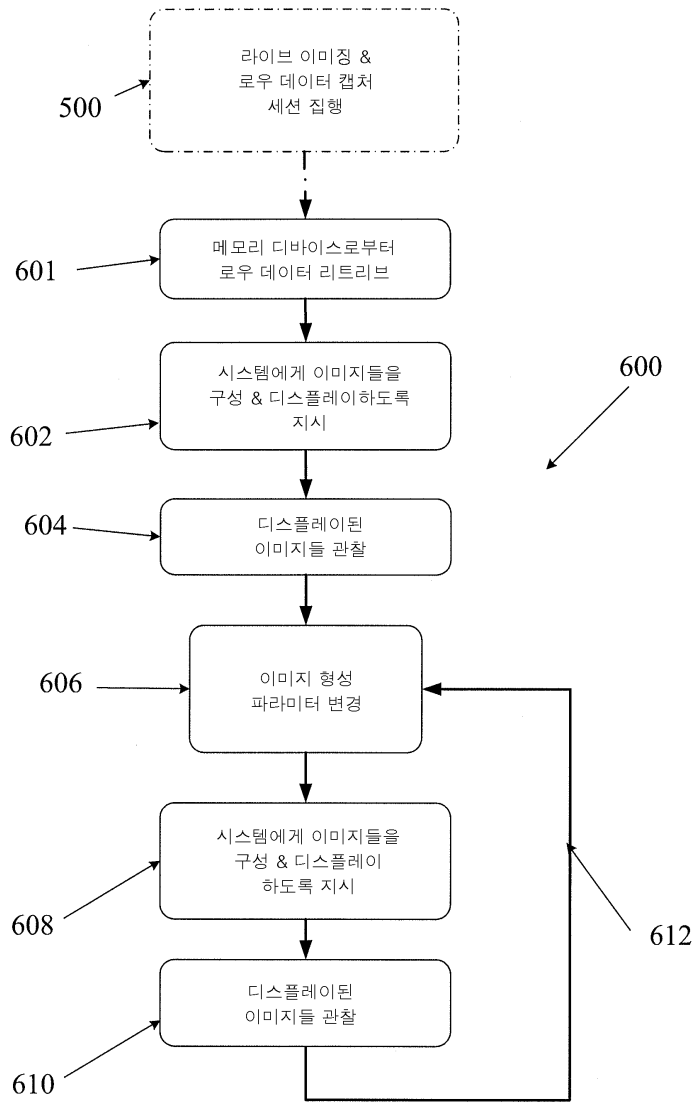
도면4



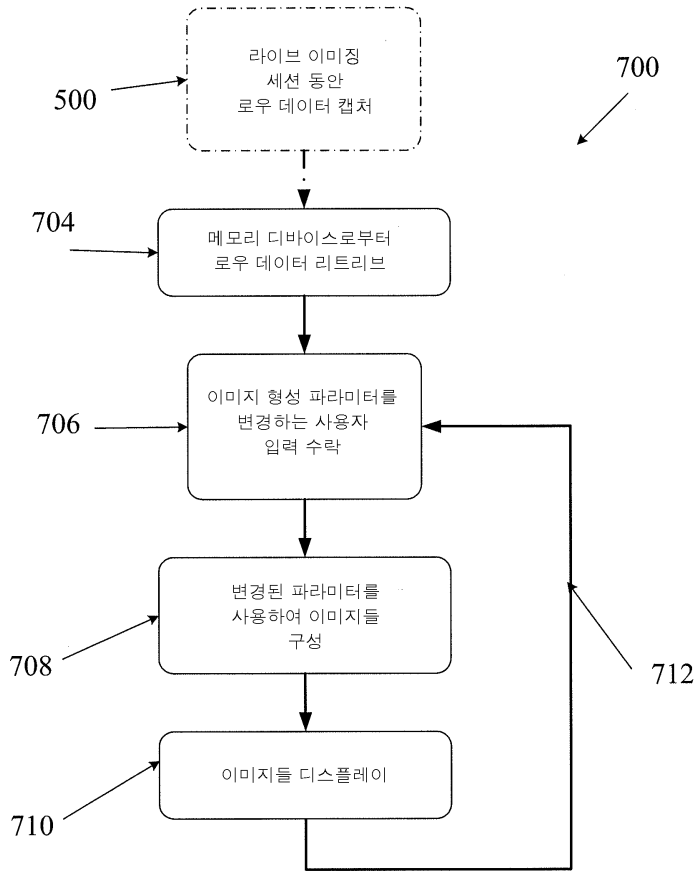
도면5



도면6



도면7



专利名称(译)	标题：超声成像系统存储器架构		
公开(公告)号	KR1020150047544A	公开(公告)日	2015-05-04
申请号	KR1020157007159	申请日	2013-08-20
[标]申请(专利权)人(译)	茂伊成像股份有限公司		
申请(专利权)人(译)	毛伊岛成像公司		
当前申请(专利权)人(译)	毛伊岛成像公司		
[标]发明人	CALL JOSEF R 칼조세프알 BREWER KENNETH D LE VIET NAM OUELLETTE MATTHEW BLAKE MATHIAS		
发明人	칼,조세프,알. 브루어,케네스,디. 레,비에트,남 올레트,매튜 블레이크,마티아스		
IPC分类号	A61B8/14 A61B8/08 G01S15/89 G01S7/52 G10K11/34		
CPC分类号	A61B8/14 A61B8/469 A61B8/485 A61B8/5207 A61B8/565 A61B8/582 A61B8/585 A61B8/587 G01S7/52042 G01S7/52049 G01S15/8927 G01S15/8979 G01S15/8993 G01S15/8995 G01S15/8997 G06F3/14 A61B8/4427 A61B8/4483 G01S7/52063 G01S7/52074 G01S7/52098 G10K11/346		
优先权	61/691717 2012-08-21 US		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

多孔径超声成像系统可以被配置为存储原始的，未波束形成的回波数据。可以使用修改的参数来检索和重新波束形成存储的回波数据，以便增强图像或揭示原始图像中不可见或不可辨别的信息。原始回波数据也可以通过网络传输，并由远程设备进行波束形成，该远程设备在物理上不接近执行成像的探头。这样的系统可以允许医生或其他从业者操纵回波数据，就像他们直接对患者成像一样，即使患者不在场也是如此。通过这样的系统和方法可以实现许多独特的诊断机会。

