



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년08월27일
(11) 등록번호 10-2014946
(24) 등록일자 2019년08월21일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G01S 15/89 (2006.01) A61B 8/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-7031986
(22) 출원일자(국제) 2012년05월02일
심사청구일자 2017년04월10일
(85) 번역문제출일자 2013년12월02일
(65) 공개번호 10-2014-0031287
(43) 공개일자 2014년03월12일
(86) 국제출원번호 PCT/US2012/036155
(87) 국제공개번호 WO 2012/151300
국제공개일자 2012년11월08일
(30) 우선권주장
61/481,476 2011년05월02일 미국(US)
(56) 선행기술조사문헌
JP2009536856 A*
(뒷면에 계속)
전체 청구항 수 : 총 14 항

(73) 특허권자
베라소닉스, 인코포레이티드
미국 워싱턴주 98034 노스이스트 커클랜드 115 애
비뉴 12016
(72) 발명자
데이글, 로널드, 엘빈
미국 98053 워싱턴 레드몬드 노스이스트 62 플레
이스 22126
(74) 대리인
특허법인에이아이피

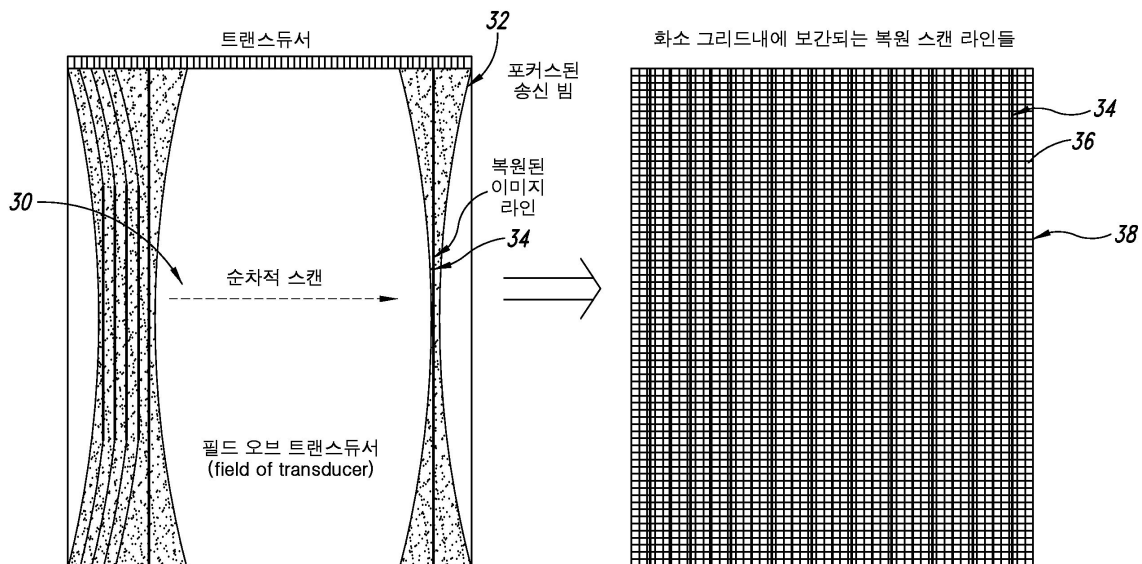
심사관 : 안문환

(54) 발명의 명칭 중첩하는 송신 빔들의 제한된 영역들을 이용하여 증강된 초음파 이미지 형성 시스템 및 방법

(57) 요약

송신 빔들의 세트내의 각각의 송신 빔들에 대한 개별 엘리먼트 송신 특성들을 특징하는 단계; FOV (field of view)내 필드 포인트들에서 송신 빔들의 다양한 속성들을 결정하는 단계; 각각의 송신 빔에 의해 원인된 수신되는 초음파 에코 신호들이 이미지 형성에 사용을 위해 제한되는지, 만약 그렇다면, 어떻게 신호가 프로세스 되어야 (뒷면에 계속)

대표도



포커스된 빔들을 이용하여 통상의 스캐닝 및 이미지 형성

하는지를 결정하기 위해 하나 또는 그 이상의 속성들을 이용하는 단계; 각각의 새로운 이미지 프레임을 가지고 반복된 사용을 위해 각각의 필드 포인트에 대하여 결정된 정보를 저장하는 단계; 각각의 필드 포인트에 대하여 이후 수신된 에코 신호들을 선택하고 프로세스하고 각각의 제한된 에코 신호에 대하여 필드 포인트에서의 이미지 파라미터를 생성하기 위해 저장된 정보를 이용하는 단계; 및 상기 이미지 프레임에 대한 필드 포인트 값을 구성하는 최종 이미지 파라미터를 생성하기 위해서 필드 포인트에 대하여 송신 빔들을 중첩시킴으로써 다수의 이미지 파라미터들을 결합하는 단계;를 포함하는 초음파 이미지들의 해상도 및 프레임 레이트를 개선하기 위한 방법 및 관련된 시스템.

(56) 선행기술조사문헌

KR1020110027806 A*

KR100330855 B1*

KR100868483 B1*

KR1020030017413 A*

JP2007098142 A*

KR101820422 B1*

KR1020070039230 A*

US06514205 B1*

US20070081711 A1*

US20070238954 A1*

WO2006113445 A1*

WO2009158399 A1*

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

명세서

청구범위

청구항 1

멀티-엘리먼트 트랜스듀서(multi-element transducer)로부터 획득된 초음파 이미지 프레임들의 해상도 및 프레임 레이트(frame rate)를 개선하는 방법에 있어서,

- a. 이미지 프레임을 포착하기 위해 사용되는 송신 빔들의 세트 내 각각의 송신 빔에 대한 송신 개구 및 개별 엘리먼트 송신 특성들을 특정하는 단계로서, 상기 송신 빔들의 세트는 희망하는 FOV(field of view)의 적어도 일부를 조사하는 적어도 하나의 송신 빔을 포함하는, 상기 특정하는 단계;
- b. 측정 또는 시뮬레이션을 통하여, 상기 FOV를 커버하는 복수개의 필드 포인트(field point)들에서 상기 송신 빔의 세트 내 각각의 송신 빔의 다양한 속성들을 결정하는 단계;
- c. 각각의 새로운 이미지 프레임 프로세싱에서의 반복된 사용을 위해 각각의 필드 포인트에 대하여 상기 속성들을 저장하는 단계;
- d. 상기 송신 빔들의 세트를 이용하는 에코 신호(echo signal)들을 송신 및 수신하고 상기 에코 신호들을 메모리에 저장하는 단계;
- e. 이미지 형성에서의 사용을 위한 소정의 송신 빔에 의해 원인된 필드 포인트로부터 수신되는 초음파 에코 신호를 제한하고 어떻게 상기 초음파 에코 신호가 프로세스되어야 하는지를 특정하기 위해 하나 또는 그 이상의 상기 저장된 송신 빔 속성들을 이용하여 상기 저장된 에코 신호들을 프로세싱하는 단계;
- f. 상기 이미지 프레임에 대한 필드 포인트 값을 구성하는 최종 이미지 파라미터를 생성하기 위해서 필드 포인트에 대하여 중첩하는 제한된(qualified) 송신 빔들의 세트로부터의 다수의 이미지 파라미터들을 생성하고 결합하는 단계;를 포함하는, 방법.

청구항 2

청구항 1 에 있어서, 필드 포인트에서의 상기 송신 빔의 측정되거나 시뮬레이션된 속성들은

- a. 송신 이벤트의 지속 기간(duration)에 걸친 상기 송신 빔의 피크 세기;
- b. 상기 송신 빔의 상기 피크 세기가 상기 필드 포인트에서 일어나는 시간;
- c. 상기 송신 빔의 세기가 상기 피크 세기의 -20dB 보다 작은 임계값을 초과하는 시간에 의해 결정되는 상기 송신 빔의 지속기간 ;
- d. 송신 이벤트 동안에 상기 필드 포인트에서 일어나는 상기 피크 세기와 빔 세기의 임의의 다른 피크들 사이의 비율; 및
- e. 상기 필드 포인트의 위치를 특정하는데 사용되는 선택된 축과 상기 송신 빔 펄스의 파면의 입사각; 중 적어도 하나를 포함하는, 방법.

청구항 3

청구항 1 에 있어서, 상기 저장된 에코 신호들의 상기 프로세싱 하는 단계는 상기 필드 포인트에서의 각각의 송신 빔의 피크 송신 세기를 이용하여 각각의 저장된 에코 신호의 계인을 보상하는 단계를 포함하는, 방법.

청구항 4

청구항 1 에 있어서, 상기 필드 포인트들은 장방형의 어레이내의 디스플레이될 이미지 프레임내 화소들의 대응

하는 위치들에 배열되는, 방법.

청구항 5

청구항 1 에 있어서, 상기 송신 빔들의 세트는 64 보다 작은 송신/수신 포착들을 가지고 상기 FOV를 조사하는 포커스되지 않은(unfocused) 송신 빔들을 이용하여 프레임 레이트를 최대화 하도록 구성되는, 방법.

청구항 6

청구항 1 에 있어서, 상기 송신 빔들의 세트는 상기 세트내 상기 송신 빔들의 중첩 양을 제어함으로써 최적 공간 및 대조 해상도(spatial and contrast resolution)를 제공하도록 구성되는, 방법.

청구항 7

청구항 1 에 있어서, 조직 또는 혈액 속도에 대하여 수신된 에코 신호들의 상기 프로세싱하는 단계는 상기 송신 빔 속성 중 저장된 각도를 사용하여 도플러 주파수 이동(Doppler frequency shift)들에 기반된 속도 계산들을 교정하고 각각의 필드 포인트에서의 움직임의 크기 및 방향을 획득하는, 방법.

청구항 8

멀티-엘리먼트 트랜스듀서로부터 획득된 초음파 이미지들의 해상도 및 프레임 레이트를 개선하기 위한 컴퓨터에 구현되는 시스템에 있어서,

- a. 이미지 프레임에 포착하기 위해 사용되는 송신 빔들의 세트내 각각의 송신 빔에 대한 송신 개구 및 개별 엘리먼트 송신 특성들을 특정하는 단계로서, 상기 송신 빔들의 세트는 희망하는 FOV(field of view)의 적어도 일부를 조사하는 적어도 하나의 송신 빔을 포함하는, 상기 특정하는 단계;
- b. 측정 또는 시뮬레이션을 통하여, 상기 FOV를 커버하는 복수개의 필드 포인트(field point)들에서 상기 송신 빔의 세트내 각각의 송신 빔의 다양한 속성들을 결정하는 단계;
- c. 각각의 새로운 이미지 프레임 프로세싱에서의 반복된 사용을 위해 각각의 필드 포인트에 대한 상기 속성들을 저장하는 단계;
- d. 상기 송신 빔들의 세트를 이용하는 에코 신호들을 송신 및 수신하고, 상기 에코 신호들을 메모리에 저장하는 단계;
- e. 이미지 형성에서의 사용을 위한 소정의 송신 빔에 의해 원인된 필드 포인트로부터 수신되는 초음파 에코 신호를 제한하고 어떻게 상기 초음파 에코 신호가 프로세스되어야 하는 지를 특정하기 위해 하나 또는 그 이상의 상기 저장된 송신 빔 속성들을 이용하여 상기 저장된 에코 신호들을 프로세싱하는 단계; 및
- f. 상기 이미지 프레임에 대한 필드 포인트 값을 구성하는 최종 이미지 파라미터를 생성하기 위해서 필드 포인트에 대하여 중첩하는 제한된(qualified) 송신 빔들의 세트로부터 다수의 이미지 파라미터들을 생성하고 결합하는 단계;를 수행하도록 구성된 프로세서 및 메모리를, 포함하는, 시스템.

청구항 9

청구항 8 에 있어서, 상기 송신 빔의 측정되거나 시뮬레이션된 속성들은

- a. 송신 이벤트의 지속 기간에 걸친 상기 송신 빔의 피크 세기;
- b. 상기 송신 빔의 상기 피크 세기가 상기 필드 포인트에서 일어나는 시간;
- c. 상기 송신 빔의 세기가 상기 피크 세기의 -20dB 보다 작은 임계값을 초과하는 시간에 의해 결정되는 상

기 송신 빔의 지속기간 ;

d. 송신 이벤트 동안에 상기 필드 포인트에서 일어나는 상기 피크 세기와 빔 세기의 임의의 다른 피크들 사이의 비율; 및

e. 상기 필드 포인트의 위치를 특정하는데 사용되는 선택된 측과 상기 송신 빔 펄스의 파면의 입사각; 중 적어도 하나를 포함하는, 시스템.

청구항 10

청구항 8 에 있어서, 상기 저장된 에코 신호들의 상기 프로세싱은 상기 필드 포인트에서의 각각의 송신 빔의 피크 송신 세기를 이용하여 각각의 저장된 에코 신호의 계인을 보상하는 단계를 포함하는, 시스템.

청구항 11

청구항 8 에 있어서, 상기 필드 포인트들은 장방형의 어레이내의 디스플레이될 이미지 프레임내 화소들의 대응하는 위치들에 배열되는, 시스템.

청구항 12

청구항 8 에 있어서, 상기 송신 빔들의 세트는 64 보다 작은 송신/수신 포착들을 가지고 상기 FOV를 조사하는 포커스되지 않은 송신 빔들을 이용하여 프레임 레이트를 최대화 하도록 구성되는, 시스템.

청구항 13

청구항 8 에 있어서, 상기 송신 빔들의 세트는 상기 세트내 상기 송신 빔들의 중첩 양을 제어함으로써 최적 공간 및 대조 해상도를 제공하도록 구성되는, 시스템.

청구항 14

청구항 8 에 있어서, 조직 또는 혈액 속도에 대하여 수신된 에코 신호들의 상기 프로세싱은 상기 송신 빔 속성 중 저장된 각도를 사용하여 도플러 주파수 이동들에 기반된 속도 계산들을 교정하고 각각의 필드 포인트에서의 움직임의 크기 및 방향을 획득하는, 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 관련된 출원들에 대한 상호 참조

[0002] 본 출원은 2011년 5 월 2일에 출원된 미국의 가특허 출원 번호 61/481,476의 35 U.S.C § 119(e)에 기한 이익을 주장하며, 이 가출원은 그 전체가 참조로서 본 출원에 통합된다.

[0003] 기술 분야

[0004] 본 발명은 초음파 이미지화와 관련되며, 보다 상세하게는 이미지 형성 프로세싱(image formation processing)을 위해 이미지 필드 포인트 특성(image field point characteristic)들을 결정하고 이용하기 위한 방법 및 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

- [0005] 초음파 이미징화는 객체들의 내부를 시각화하기 위해 고 주파수 음파들을 이용한다. 예를 들어, 음향 감지 디바이스들, 예컨대 초음파 검사 장비는 용접부위 주변 영역, 및 목재 패널들과 같은 제조된 제품들을 포함하는 여러 가지 객체들의 내부를 검사할 때 사용된다. 본 발명은 조직(tissue) 이미징화, 예컨대 의료 초음파 검사의 상황하에서 설명되지만 그것은 이 분야 밖의 애플리케이션을 가질 것이다.
- [0006] 의료 초음파 이미징화는 폭 넓은 다양한 질병 상태들 및 상황들을 진단하기 위한 효율적인 툴로 발전되어 왔다. 조직의 다양한 유형들을 구별하기 위한 이미지 품질 및 성능 개선들에 의해 활기를 띤 초음파 장비에 대한 시장은 수년간 꾸준한 성장을 보여왔다. 초음파 이미징화는 특별히 고유의 신호 프로세싱 요건들을 각각 갖는 128 또는 그 이상만큼 많은 트랜스듀서 엘리먼트들을 채용하는 어레이 시스템들을 위한 광대한 신호 및 이미지 프로세싱 방법들을 항상 필요로 해 왔다. 최근 십년은 시장의 최저 단(tier)들에서의 시스템들을 제외하고는 거의 모든 시스템들에서 디지털 신호 프로세싱의 개선된 정확성 및 유연성에 대한 변화를 보여왔다. 이 변화가 송신된 음파들 및 회귀된 초음파 에코 신호들에서 보다 많은 정보를 활용할 수 있는 이미지 형성의 개선된 방법들에 대한 가능성을 제공해왔다.
- [0007] 커머셜(commercial) 초음파 시스템들은 전형적으로 이미지 형성을 위해 포커스된(focused) 송신 빔들을 활용한다. 각각이 최상의 이미지 해상도가 원해지는 경우 필드 내 임의 깊이에서 포커스되고, 필드의 폭에 걸쳐서 균일하게 간격 되는 송신 빔들의 세트를 가지고 2 차원 이미지 필드는 전형적으로 조사된다. 각 순차의 송신 빔으로부터 회귀하는 초음파 에코들이 수신되고 프로세스 되어서 이미지 데이터의 많은 라인들 중 하나를 획득하며, 라인들은 송신 빔 세트에서 각 송신 빔의 축에 대응한다. 다수의 이미지 데이터 라인들은 그런 다음 이미지를 생성하기 위해 화소 어레이내에 보간(interpolate)된다.
- [0008] 앞에서의 방법은 도 1 에 예시된다. 전형적인 순차적인 라인 스캔 (30) 은 이어서 디스플레이를 위해서 화소들 (36) 내에 보간되는 128 이미지 라인들 (34) 로 귀결되는 128 송신 빔들 (32)을 포함할 수 있다. 일반적으로, 송신 빔들 (32) 은 특별히 송신 빔의 초점 깊이와 다른 깊이들에서는 복원된 이미지 라인 (34) 보다 상당히 폭이 넓다. 이것은 도 1 에 도시된 바와 같이 송신 초점 존에서 획득된 선명한 해상도를 가지면서 깊이에 따라 변화하는 수평 해상도로 귀결된다. 빔의 축을 따르는 필드 포인트들만이 송신 빔들 (32) 의 수와 같은 이미지 라인들의 세트 (34) 로 귀결되는 스캔에서 사용된 이미지 파라미터들을 복원하기 위해 사용된다. 이미지 라인들 (34) 의 이 세트는 디스플레이 (38)의 화소들 (36)의 간격과 관련하여 일반적으로 드문드문하게 일정한 거리를 두기 때문에, 이미지 라인들 (34) 에서의 포인트들은 디스플레이의 각 화소 (36)에 대하여 보간 되어야 한다.
- [0009] 최신 커머셜 시스템들은 필드의 폭을 가로지르는 각 순차의 스캔 위치에서 다수의 송신들을 이용함으로써 더 큰 필드 깊이에 대하여 수평 해상도를 개선하려고 시도한다. 각각의 위치에서, 다수의 송신 빔들은 관심 깊이(depth of interest) 상에서의 상이한 초점 존들을 활용한다. 각각의 존에서의 이미지 라인 데이터는 결합되어 보다 큰 효율적인 필드의 깊이를 제공한다. 이 기술은 증가된 포착 시간(acquisition time), 또는 더 낮은 프레임 레이트의 대가로 수평 해상도를 개선한다. 완전한 이미지 프레임을 생성하기 위한 시간은 개별 송신 빔들의 각각으로부터 에코 신호들을 포착하기 위해 요구되는 시간들의 합이며, 이는 이미징화되는 매체의 최대 관심 깊이 및 음파의 속력에 의해 제한된다. 많은 송신 빔들이 각각의 이미지 프레임에 대하여 사용될 수록, 이미지 프레임을 포착하는 것은 더 길어지고 및 프레임 레이트는 더 느려진다.
- [0010] 프레임 레이트는 많은 초음파 애플리케이션들에서 중요한 인자이기 때문에, 이미지 포착 시간들을 줄이기 위해서 다른 기술이 종종 활용된다. 송신 빔은 다수의 수신 라인들이 각각의 빔에 복원될 수 있도록 약하게 포커스되어서 송신 빔들이 필드의 폭 상에서 더 떨어져 간격 되는 것을 허용하고 이미지 필드를 커버하는데 요구되는 송신 빔들의 전체 수를 감소시킨다. 이 기술은 이미지 포착들의 속력들을 높이고 프레임 레이트 손실의 일부를 회복하여 다수의 초점 존들을 이용할 수 있는 반면에, 수평 해상도는 통상적으로 각각의 송신 빔의 확장 때문에 저하된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

과제의 해결 수단

- [0011] 본 발명의 방법 및 시스템의 일 측면에 따라 멀티-엘리먼트 트랜스듀서로부터 획득된 초음파 이미지들의 해상도 및 프레임 레이트 둘 다를 개선하기 위한 방법 및 시스템이 제공된다. 상기 방법은
- [0012] a. 이미지 프레임을 포착하기 위해 사용되는 송신 빔들의 세트내 각각의 송신 빔에 대한 송신 개구 및 개별 엘리먼트 송신 특성들을 특징하는 단계로서, 상기 송신 빔들의 세트는 회망하는 FOV(field of view)의 적어도 일부를 조사하는 적어도 하나의 송신 빔을 포함하는, 상기 특징하는 단계;
- [0013] b. 측정 또는 시뮬레이션을 통하여, 상기 FOV를 커버하는 복수개의 필드 포인트(field point)들에서 상기 송신 빔의 세트내 각각의 송신 빔의 다양한 속성들을 결정하는 단계;
- [0014] c. 각각의 새로운 이미지 프레임 프로세싱에서의 반복된 사용을 위해 각각의 필드 포인트에 대한 상기 속성들을 저장하는 단계;
- [0015] d. 상기 송신 빔들의 세트를 이용하는 에코 신호들을 송신 및 수신하고, 상기 에코 신호들을 메모리에 저장하는 단계;
- [0016] e. 이미지 형성에서의 사용을 위한 소정의 송신 빔에 의해 원인된 필드 포인트로부터 수신되는 상기 초음파 에코 신호를 제한하고 어떻게 상기 신호가 프로세싱되어야 하는 지를 특징하기 위해 하나 또는 그 이상의 상기 저장된 송신 빔 속성들을 이용하여 상기 저장된 에코 신호들을 프로세싱하는 단계;
- [0017] f. 상기 이미지 프레임에 대한 필드 포인트 값을 구성하는 최종 이미지 파라미터를 생성하기 위해서 필드 포인트에 대하여 중첩하는 상기 제한된 송신 빔들의 세트로부터 다수의 이미지 파라미터들을 생성하고 결합하는 단계;를 포함한다.
- [0018] 본 발명의 추가 측면에 따라, 상기 측정되거나 시뮬레이션된 송신 빔의 속성은:
- [0019] a. 송신 이벤트의 지속 기간에 걸친 상기 송신 빔의 피크 세기;
- [0020] b. 상기 송신 빔의 상기 피크 세기가 상기 필드 포인트에서 일어나는 시간;
- [0021] c. 상기 펄스 세기가 전형적으로 상기 펄스 피크의 -20dB 보다 작은 임계값을 초과하는 시간에 의해 결정되는 송신 펄스 지속기간 ;
- [0022] d. 송신 이벤트 동안에 상기 필드 포인트에서 일어나는 상기 피크 세기와 빔 세기의 임의의 다른 피크들 사이의 비율; 및
- [0023] e. 상기 필드 포인트의 위치를 특징하는데 사용되는 선택된 축과 상기 송신 빔 펄스의 파면의 입사각;중 적어도 하나를 포함한다.
- [0024] 일 실시예에서 본 발명의, 상기 세트의 송신 빔들은 작은 개수의 송신/수신 포착들을 가지고 상기 FOV(field of view)를 조사하는 포커스되지 않은 빔들을 이용함으로써 프레임 레이트를 최대화하도록 디자인된다. 다른 실시예에서, 상기 세트의 송신 빔들은 여전히 통상의 스캐닝 시스템들의 보다 더 큰 레이트에서 프레임들을 포착함과 동시에 공간 및 대조 해상도를 최대화하도록 디자인된다.
- [0025] 본 발명의 다른 측면에 따라, 조직 또는 혈액 속도에 대하여 수신된 에코 신호들의 상기 프로세싱하는 단계는 상기 입사 송신 빔 속성 중 저장된 각도를 사용하여 도플러 주파수 이동들에 기반된 속도 계산들을 교정하고 각각의 필드 포인트에서의 움직임의 크기 및 방향을 획득한다.

도면의 간단한 설명

- [0026] 본 발명의 앞에서의 그리고 다른 특징들 및 장점들은 첨부한 도면들과 함께 고려하는 이하의 상세한 설명으로부터 더 잘 이해되며 보다 쉽게 인식될 것이다:
- 도 1 는 포커스된 빔들을 이용하는 통상의 스캐닝 및 이미지 형성의 예시이다;
- 도 2 는 컷오프 임계값에 의해 결정된 경계들을 보여주는 필드 포인트들의 그리드(grid) 위에서의 송신 빔의 최대 세기들 예시이다;

도 3 은 상이한 필드 포인트들에서 송신 과정의 예시이다;

도 4 는 세개 또는 네개 수신된 에코 신호들이 이미지 형성을 위해 결합될 수 있는 중첩된 영역들 내의 필드 포인트들을 보여주는 네개의 중첩 송신 빔들의 예시이다;

도 5 는 화소 배향 프로세싱의 일 실시예 중 소프트웨어 기반 아키텍처의 개략적인 도시이다;

도 6 은 화소 배향 프로세싱에 부합하게 형성된 플러그-인 모듈의 다이어그램이다;

도 7 은 화소 배향 프로세싱에 부합하여 형성된 128 엘리먼트 선형 어레이에 대하여 포착 데이터의 개략적인 도시이다;

도 8 은 화소 배향 프로세싱에 사용되는 화소 매핑 프로세스의 예시이다; 및

도 9 는 본 발명의 프로세스들을 위한 시스템 아키텍처의 하이 레벨 표현을 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0027] 이하의 상세한 설명에서, 어떤 특정 세부사항들은 여러 가지 개시된 실시예들의 철저한 이해를 제공하기 위해 제시된다. 그러나, 당업자는 실시예들이 하나 또는 그 이상의 이들 특정 세부사항들 없이, 또는 다른 방법들, 컴포넌트들, 물질들, 등을 가지고 실행될 수 있다는 것을 인식할 것이다.
- [0028] 상황이 다른 식으로 요구하지 않으면, 이하의 명세서 및 청구항들 전체에서 용어 "포함한다(comprise)" 및 그것의 변형들 예컨대, "포함한다(comprises)" 및 "포함하는(comprising)" 는 개방, 포괄하는 의미, 즉 "포함하되(including), 그에 한정되지 않는"으로 이해될 것이다."
- [0029] 이 명세서 전체에서 "일 실시예" 또는 "임의 실시예" 에 대한 언급은 실시예와 연계하여 설명된 특정 특징부, 구조 또는 특성이 적어도 하나의 실시예에 포함된 것을 의미한다. 따라서, 이 명세서 전체의 다양한 곳에서 "일 실시예에서" 또는 "임의 실시예에서" 어구의 등장들은 반드시 전부 동일한 실시예를 지칭할 필요는 없다. 더욱이, 특정한 특징부들, 구조들, 또는 특성들은 하나 또는 그 이상의 실시예들에서 임의의 적절한 방식으로 결합될 수 있다.
- [0030] 이 명세서 및 첨부된 청구항들에서 사용되는, 단수 형태들 "a," "an," 및 "the" 는 내용이 명백히 다른 식으로 구술되지 않는다면 복수 지시 대상들을 포함한다. 용어 "or" 는 일반적으로 내용이 명백히 다른 식으로 구술되지 않는다면 그것의 최광의 의미 즉 의미 "및/또는" 로서 채용되는 것에 또한 유의하여야 한다.
- [0031] 본원에서 제공된 본 발명의 요약 및 제목들은 단지 편의를 위함이며 실시예들의 의미 또는 범위를 설명하지 않는다.
- [0032] 매체를 조사하기 위해서 깊이에서 포커스(focus)되거나 약하게 포커스된 또는 완전히 포커스되지 않은 송신 빔들을 포함하는 다양한 빔 특성들을 가진 부분적으로 또는 완전히 중첩하는 송신 빔들의 세트들을 채용하는 초음파 이미지 형성의 방법 및 대응하는 시스템이 설명된다. 본 발명의 일 측면에 따라, 방법은 세트내 소정의 빔에 대한 송신 펄스가 필드 포인트를 통과할 때 각각의 이미지 필드 포인트에서 생성될 송신 빔의 관련 특성들을 시뮬레이션 또는 측정을 통하여 미리 결정하는 단계를 포함한다.
- [0033] 이들 특성들은 필드 포인트에서 결과로 발생하는 피크 음향 세기, 피크 음향 세기가 필드 포인트에서 일어나는 시간, 어떤 레벨보다 더 큰 세기의 지속기간(펄스 지속기간), 필드 포인트에서 송신 이벤트 동안에 일어나는 피크 세기 및 빔 세기의 임의의 다른 피크들 사이의 비율, 및 필드 포인트에 대해 피크 송신 세기 파의 입사각을 포함할 수 있다. 이들 특성들 중 하나 또는 그 이상은 그런 다음 이미지 형성에 적절한 송신 필드 영역들을 제한하는데 사용될 수 있다. 이들 송신 필드 특성들은 컴퓨팅 시스템의 메모리에 저장될 수 있고 그런 다음 이전에 특징화된 송신 빔 세트를 사용하는 초음파 스캔을 위한 이미지 형성 프로세싱 동안에 호출된다. 빔 특성들은 어느 필드 포인트들이 송신 빔의 제한된 영역들에 해당되는지 그리고 각각의 필드 포인트에서 소정의 송신 빔에 대하여 회귀된 에코 신호들이 어떻게 프로세스 되어야 하는지를 결정하는데 사용된다. 필드 포인트에서 최종 음향 이미지 파라미터는 송신 빔들 세트 중 하나 또는 그 이상으로부터 프로세스 된 신호들의 조합으로부터 유도된다.
- [0034] 본 발명은 이미지 해상도를 개선하고/하거나 프레임 포착 시간들을 감소시키기 위해서 이미지 형성 프로세스에서 다수의 중첩하는 송신 빔들로부터의 신호들을 결합하고 각각의 송신 빔으로부터 생성된 보다 많은 에코 신호들을 이용하는 시스템 및 방법을 제공한다.도 1 에 도시된 바와 같이, 개별 송신 빔 (32)은 트랜스듀서

FOV(field of view)의 상당히 큰 영역을 조사할 수 있다. 게다가, 통상의 순차 스캔들로 조사되는 영역들은 동일한 필드 포인트(field point)가 세트 내 몇몇 송신 빔들에 의해 조사되어 상당히 중복된다. 각 빔의 축을 따라서만 이미지 파라미터들을 복원하는 대신에, 송신 빔 내에 수용된 다른 필드 포인트들을 프로세스하고, 필드 포인트에서 각각의 중첩 빔으로부터의 결과를 결합하는 것이 가능하다. 이런 복원 방법을 수행하기 위해, 송신 빔의 조사된 영역을 결정하고, 영역 내 필드 포인트들에 대한 최적의 프로세싱 유형을 결정하는데 도움이 되는 영역의 파라미터들을 측정하는 몇몇 방법이 필요하다.

[0035] 송신 빔에 의해 조사된 영역의 크기를 결정하는 한가지 방법은 빔 시뮬레이션 기술들을 이용하거나 도 2 에 도시된 바와 같이 필드 포인트들의 그리드(42) 내 각 필드 포인트(40)에서 송신 빔의 최대값 세기를 직접 측정함으로써 계산하는 것이다. 매체 내에서의 소리의 속력에 의존하는 어떤 알려진 시간에, 펄스화된 송신 빔은 빔의 조사된 영역 내 필드 포인트들에서 세기 피크를 생성할 것이다. 이 세기 피크는 빔의 축에 대하여 필드 포인트의 위치에 따라 변할 것이고, 전형적으로 빔 축으로부터의 거리가 증가함에 따라 작아진다. 필드 포인트에서 세기 피크의 크기는 도 2에서의 필드 포인트의 회색 음영에 의해 표시된다. 빔 축으로부터 어떤 거리에서, 신호들이 배경 잡음 및 음향 클러터(clutter)와 뒤섞일 때, 피크 세기는 필드 포인트로부터 회귀하는 에코 신호들이 검출 불가능 하거나 사용 불가하게 될 만큼 충분히 약해질 것이다. 컷오프 임계값은 따라서 최대 피크 세기의 일부 비율에서 지정될 수 있고, 임계값 이하의 세기들을 가진 필드 포인트들은 송신 빔의 조사된 영역의 외부로 지정된다. 필드 포인트에서 송신 펄스의 전체 세기는 깊이, 조직 감쇠, 및 다른 요인들로 변할 수 있기 때문에 상이한 필드 포인트들에서 상이한 컷오프 임계값들을 갖도록 선택할 수 있다. 다양한 임계값들은 이어서 빔의 주 조사 영역(main insonified region)의 경계들 (43)을 정의하고, 그것은 또한 제한된 영역 (도 2를 보면)으로 언급될 것이다. 송신 빔의 조사된 영역 내 필드 포인트들에 대하여, 또한 이미지 형성 동작들에서 각각의 필드 포인트로부터 회귀하는 에코들을 정규화하기 위해 피크 세기 값들을 사용할 수 있다. 이것은 송신 빔의 주 조사 영역상에서 이미지 파라미터들의 확실적인 세기 복원을 제공할 수 있다.

[0036] 송신 펄스의 피크 세기가 아닌 다른 송신 빔 특성들은 어느 필드 포인트들이 이미지 형성을 위해 사용될 수 있는지를 한정하는데 중요할 수 있다. 빔의 초점 포인트로부터 떨어진 거리들에서의 필드 포인트들에 대하여, 트랜스듀서의 개별 엘리먼트들로부터의 송신 펄스들에 대한 도달 시간들이 일치하지 않기 때문에 송신 펄스의 시간 지속기간은 연장될 수 있다. 축을 벗어나고 초점 포인트로부터 떨어진 필드 포인트 (54)로부터 펄스 세기의 지속기간과 비교된 빔의 축 상 그리고 초점 포인트에 필드 포인트 (53)에서 펄스 세기의 시간 지속기간에서 보면, 도 3 에 도시된 바와 같은 파형들 (50 및 51)을 볼 수 있다.

[0037] 초점 포인트의 필드 포인트에 대한 세기 파형 (51) 은 잘 반응하고 단일 피크(55)를 형성한다. 축을 벗어난 포인트에서의 세기 파형 (50)은 더 확산되고 2차 피크 (52)를 갖는다. 중심 피크의 확산 및 필드 포인트의 세기 파형에서 2차 피크들의 존재는 필드 포인트로부터의 이미지 형성을 위한 에코 신호들의 프로세싱에서 증가된 클러터 및 저하된 해상도로 이어질 수 있다. 따라서 세기 파형의 중심 피크가 지정된 양 보다 많이 확산되거나 중심 피크의 어떤 특정된 율보다 더 높은 2 차 피크들이 존재하는 경우의 필드 포인트들을 배제하는 것이 유익하다. 도 3에서, 2차 피크는 주 피크의 비율 알파(alpha)이고, 높은 2차 피크들로 필드 포인트들을 거부하는데 사용될 수 있는 알파의 최대값을 설정할 수 있다. 2차 피크들의 낮은 기여를 보증하기 위한 바람직한 알파 값은 0.1 (-20dB)보다 작은 것이다.

[0038] 필드 포인트들을 제한하기 위해 상기 언급된 송신 빔의 특성들의 일부 또는 전부를 이용하는 것은 해당 특정 빔을 가지고 이미지 형성을 위해 사용될 수 있고, 그런 다음 필드 포인트에 대하여 계산된 이미지 파라미터들이 정확하고 원치 않는 신호들에 의해 손상되지 않은 것을 보장한다. 따라서, 설정내의 각각의 송신 빔이 단지 빔 축을 따라서 보다는 송신 빔의 실질적 영역을 커버하는 필드 포인트들 상에서 이미지 형성 동작들을 수행하는 것이 가능하다. 단지 빔 축만 복원될 때 필요로 한 많은 수의 빔들보다는 이것은 단지 몇 개 부분적으로 또는 전부의 중첩 송신 빔들을 가지고 원하는 관심 이미지 필드를 커버하는 송신 빔들의 세트를 디자인하는 것을 허용한다. 64 빔들보다 더 작은 것의 사용이 감소된 포착 시간들 및 더 높은 프레임 레이트들을 허용한다. 추가하여, 동일한 필드 포인트가 세트 내 다수의 송신 빔들에 대한 제한된 필드 포인트일 수 있기 때문에, 이미지 형성 프로세싱은 바로 하나이상의 송신 빔으로부터의 에코 신호들을 이용할 수 있다.

[0039] 특정 예에서, 도 4 에 도시된 바와 같이 다수의 송신 빔들의 세트, T_{1-N} 에 의해 조사된 소정의 필드 포인트, P(63)를 보자. 도 4 에서, 세개 영역들 (60, 61, 62)이 각각 네개 중첩 빔들, 세개 중첩 빔들 및 네개 중첩 빔들을 갖는 필드 포인트들을 포함하는 것을 보여준다. 보다 완벽하게 설명하자면, 다수의 중첩 송신 빔 영역들을 이용하는 이미지 형성은 증강된 공간적인 해상도 제공할 수 있다. 각각의 송신 빔에 대하여, 시뮬레이션 또는

직접 측정에 의해 하기의 특성들이 필드 포인트, P에서 결정된다.

[0040] $I(T_n)$ - P에서의 피크 음향 세기.

[0041] $tp(T_n)$ - P에서의 피크 음향 세기의 발생에 대한 송신 시점에서의 시간.

[0042] $tb(T_n) - tp(T_n)$ 의 어떤 지정된 비율(fraction)보다 더 큰 음향 세기의 시간 지속기간.

[0043] $r(T_n) - I(T_n)$ 에 대한 임의 2차 세기 피크들의 세기 비율.

[0044] $\Theta(T_n)$ - 트랜스듀서 축에 대한 음향 파면의 입사각.

[0045] 필드 포인트에서 어떤 반사체에 의해 생성된 에코 신호들 복원하기 위해 개별 트랜스듀서 엘리먼트 수신 신호들을 지연시키고 합산함으로써 세트 내 각각의 송신 빔에 대하여, 필드 포인트 P에 대하여 에코 이미지 형성, 합성 신호 값, S_n 이 획득될 수 있다. 이 경우에, 신호 복원은 각각의 송신 빔의 축을 따라 위치된 포인트들 보다는 특정 필드 포인트에서 수행되지만, 이것은 빔형성(beamforming)의 잘 알려진 방법이다. 신호 복원에서 사용할 다양한 트랜스듀서 엘리먼트 신호들에 대한 시간 지연들을 계산하는 목적을 위해, 필드포인트에서의 피크 음향 세기발생에 대한 송신 시작에서의 시간은, $tp(T_n)$, 사용될 수 있다.

[0046] 이 예제 경우에, 필드 포인트, P에서 어떤 음향 에너지를 생성하는 여덟 개의 송신 빔들일 수 있고, 여덟 개의 합성 신호 값들, S_{1-8} 을 산출할 수 있다. P에서의 송신 빔들 세트에 대한 전체 합성 신호 값을 얻기 위해서, 하기와 같이 개별 신호 값들을 결합할 수 있다:

[0047]
$$S_P = (S_1 \cdot N_1 + S_2 \cdot N_2 + S_3 \cdot N_3 + S_4 \cdot N_4 + S_5 \cdot N_5 + S_6 \cdot N_6 + S_7 \cdot N_7 + S_8 \cdot N_8) / 8$$

[0048] 여기서, N_{1-8} 는 피크 음향 세기 값들, $I(T_{1-8})$ 의 역수(inverse)를 계산함으로써 획득된 정규화 상수이다. 예를 들어, 만약 송신 빔 T_1 의 P에서 세기가 0.5 (어떤 임의 단위(arbitrary unit)에서)이고 송신 빔 T_4 의 P에서 세기가 1.0 이면, $N_1 = 2$ 및 $N_4 = 1$ 으로 계산할 것이다. 이 경우에, 신호 값 S_4 의 절반 세기에 대한 신호 값 S_1 를 예상할 것이어서, 신호 값 S_4 와 전체 합계에 대한 동등한 기여를 제공하기 위해 신호 값 S_1 은 2를 곱할 것이다.

[0049] 상기의 결합하는 식에서 몇몇의 인자들은 계산에 넣지 않는다. 만약 결합된 신호들에 잡음을 단지 더한 것이라면 특정한 송신 빔에 대한 피크 음향 세기, $I(T_n)$ 는 너무 약할 수 있다. 이것을 방지하기 위해서, $I(T_n)$ 가 P에서 최대 음향세기 0.05배 와 같은 특정 임계값보다 작은 경우에 S_n 를 제로(0)로 맞추기 위해서 정규화 상수, N_n ,를 설정한다. 추가하여, 포인트 P에서 송신 펄스의 시간 지속기간, $tb(T_n)$ 이 필드 포인트 P가 빔 축을 따라 위치되지 않은 경우에 어떤 송신 빔들, T_n ,에 대하여 연장될 수 있다. 이들 송신 빔들로부터의 신호들을 이용하는 것은 이미지 해상도를 저하시킬 것이어서, $tb(T_n)$ 의 값이 최단 송신 펄스 지속기간 1.2 배와 같은 특정 양보다 더 크면 이들 빔들에 대하여 제로(0)로 맞추기 위해서 정규화 상수들을 설정한다. 마지막으로, 어떤 송신 빔들에 대하여, P에서 송신 펄스가 1차 피크로부터 늦게 발생하는 2차 피크들과 같은 바람직하지 않은 특성들을 전개할 수 있다. 이 경우에, 이들 빔들을 제한하기 위해서 2차 피크들의 세기의 비율, $r(T_n)$,를 사용할 수 있다. $r(T_n)$ 의 값이 0.02 (2차 피크가 1차 피크 세기의 2% 보다 더 크다)와 같은 어떤 임계값보다 크면, 제로(0)에 맞추기 위해서 정규화 상수가 설정될 수 있다. 이들 추가된 제약들을 가지고, 결합 공식은 하기와 같이 변형될 수 있다:

[0050] $I(T_n)$ 에 적용된 세기 임계값에 의해 제한될 때:

[0051]
$$S_P = (S_1 \cdot N_1 + S_2 \cdot N_2 + S_3 \cdot N_3 + S_4 \cdot N_4 + S_5 \cdot N_5 + S_6 \cdot N_6 + S_7 \cdot N_7 + S_8 \cdot N_8) / 6$$

[0052] 지속기간 임계값, $tb(T_n)$ 및/또는 2차 피크들, $r(T_n)$ 의 비율에 의해 추가 제한될 때:

[0053]
$$S_P = (S_2 \cdot N_2 + S_3 \cdot N_3 + S_4 \cdot N_4 + S_5 \cdot N_5 + S_6 \cdot N_6 + S_7 \cdot N_7) / 4$$

[0054] P에 대하여 결합된 합성 신호는 이제 기여하는 여덟 개의 빔들 중에 네개에 기반될 것이지만, 선택 기준은 단지

충분한 세기를 갖는 빔들 및 잘 형성된 송신 펄스들만이 기여하도록 허용된다. 제한된 송신 빔 영역들이 제한된 영역들 중첩하는 영역들을 따라서 도 4 에 도시된다. P에서 결과 결합된 신호는 통상적으로 단일 빔으로부터의 신호를 가지고 비교된 필드 포인트로부터 에코 회귀의 보다 정확한 추정치를 제공할 것이다. 합성 신호 값, S_p , 는 그런 다음 도플러 속도 측정을 위해 에코 세기, 또는 위상 정보와 같은 음향 이미지 파라미터들을 얻기 위해 추가 프로세스 될 수 있다.

[0055] 트랜스듀서 FOV(field of view) 내의 다양한 필드 포인트들에서 음향 이미지 파라미터들의 수집은 그런다음 이미지 프레임을 구성한다. 프레임은 그런 다음 디스플레이 디바이스상에서 디스플레이, 프린터에 출력, 다른 컴퓨팅 시스템들로의 송신, 및 유사한 것을 위해 컴퓨팅 시스템에서 프로세스 될 수 있다. 방법은 통상의 빔성형 방법들에 비하여 장점들을 제공하면서 각각의 필드 포인트를 조사하는 다수의 송신 빔들로부터 다양한 필드 포인트들에서 추가의 음향 정보를 추출하고: 개선된 이미지 품질이 통상의 프로세싱에서 사용되는 것보다 같거나 작은 수의 빔들을 가지고 획득될 수 있거나 초음파 이미지 프레임들이 이미지 품질의 손실 없이 더 작은 송신 빔들로 형성될 수 있어서 더 높은 포착 프레임 레이트들을 제공한다.

[0056] 더 높은 프레임 레이트들로 관심 필드를 커버하는 더 작은 송신 빔들을 이용하는 대신에, 또한 보다 작은 세기 필드들을 가진 송신 빔들의 더 큰 세트를 이용할 수 있다. 보다 작은 세기 필드들을 가진, 송신 빔은 전체 트랜스듀서 FOV(field of view)로부터 이미지 형성에서 증가된 클러터에 기여할 수 있는 크게 축에서 벗어난(off-axis) 반사 표면들로부터의 더 적은 에코들을 포함하여 더 적은 에코들을 생성한다. 보다 세기 필드들을 갖는 송신 빔들은 증강된 공간 해상도의 이익을 유지하면서 여전히 중첩하는 제한된 이미지 형성 영역들을 가질 수 있다. 클러터(clutter)의 더 낮은 레벨들과 함께 대조 해상도(contrast resolution)에서 증강이 또한 획득된다.

[0057] 다수의 송신 빔들로부터의 필드 포인트에 대한 신호들을 결합하는 것은, 각각의 송신 빔에 대하여 송신 펄스 파면의 정확한 도달 시간(도달 시간)을 알아야할 필요가 있다. 이 시간 및 필드 포인트에서 생성된 에코들이 개별 어레이 엘리먼트들로 다시 이동하는 시간을 아는 것은 필드 포인트로부터 신호를 복원하기 위해 위상 코히런트 방식(phase coherent manner)으로 개별 엘리먼트 신호들을 결합하는 것을 허용한다. 소정의 송신 빔에 대한 필드 포인트에 송신 펄스의 도달 시간은 피크 세기 및 피크 세기 지속기간과 유사하게 시뮬레이션 또는 실제 측정에 의해 결정될 수 있다. 그런다음 송신 빔의 각각의 제한된 필드 포인트에 대한 송신 펄스의 도달 시간은 미리 결정되고 송신 빔에 의해 생성된 에코 신호들의 이미지 형성 프로세싱동안 사용을 위해 메모리 디바이스에 저장될 수 있다. 이미지 형성 동안에, 펄스의 도달 시간은 다른 송신 빔들로부터 획득된 신호들과 그것의 신호를 결합하는데 사용하기 위해 필드 포인트로부터 엘리먼트의 수신된 에코 신호의 시간에 해당 포인트를 결정할 특정 트랜스듀서 엘리먼트로의 이동 시간에 더해진다.

[0058] 다수의 중첩 송신 빔들에 의해 조사된 필드 포인트에 대해 에코 신호들을 결합하는 것은 필드 포인트에서의 이미지 공간 및 대조 해상도를 개선할 수 있다. 이것은 각각의 빔이 필드 포인트상에서 약간 상이한 입사각을 가질 수 있다는 사실에 기인하며 이것은 초점 포인트에서 송신 빔의 기하학적 포커싱처럼 보이는 합성 송신 포커싱의 형태로 귀결된다. 따라서 중첩 송신 빔들로부터 신호들을 결합하는 것은 다수의 송신 초점 깊이들을 결합하는 것과 같은 결과를 제공하는 이미지가 포커싱되는 경우 필드의 깊이를 확장하는 결과를 가질 수 있지만 각각의 빔 위치에서 많은 시간을 스캔을 따라 송신할 필요가 없다. 이것이 프레임 포착 시간들을 연장해야 함이 없이 개선된 이미지 해상도를 허용한다.

[0059] 추가하여, 이미지 형성에서 다수의 송신 빔들의 조합은 대조 해상도를 개선할 수 있다. 대조 해상도는 클러터 및 반점 아티팩트들(speckle artifacts)의 감소를 통하여 개선된다. 클러터는 필드 포인트로부터의 에코들과 동시에 수신 엘리먼트들에 도달하는 필드 포인트에서의 에코들과 다른 타겟(target)들로부터의 에코들에 기인한다. 에코들은 다른 소스들로부터 오며 송신 빔의 측부 로브(lobe)들 또는 그레이팅 로브(grating lobe)들에 의해 종종 생성된다.

[0060] 필드 포인트에서 상이한 기원들 및 입사 각도를 가진 송신 빔들로부터의 에코 신호들을 결합함으로써, 필드 포인트에서 클러터 신호들이 변화되고 인코히런트하게(incoherently) 결합되는 경향이 있다. 필드 포인트로부터의 에코들은 코히런트하게(coherently) 결합되어서 다수의 빔들로부터의 신호들을 더하는 것은 신호-대-클러터 비율을 증가시킬 수 있다. 초음파 이미지들에서 반점 패턴은 또한 부분적으로 송신 빔 특성들에 의존하고 다수의 빔들로부터의 신호들을 결합하는 것은 이들 변화들을 또한 평균하는 경향이 있을 것이다.

[0061] 중첩하는 송신 빔들의 세트로의 이미지 형성은 구현하는 데 상당히 복잡할 수 있고, 바람직하게는 이하에서 보다 충분히 설명되는 소프트웨어, 화소 배향 프로세싱(pixel-oriented processing)을 이용하여 수행된다. 필드 포인트들은 이미지 디스플레이의 화소 위치들 또는 결국에는 고 해상도 디스플레이 내에 보관될 가상 이미지의

화소 위치들에 있을 수 있다. 각각의 필드 포인트에서, 수신된 에코 신호들은 이미지 형성을 위해 사용될 수 있는 중첩하는 제한된 송신 빔 영역들의 수를 결정해야 한다. 세트에서 각각의 송신 빔은 소정의 필드 포인트에서 상이한 세기를 생성할 수 있기 때문에, 회귀된 신호들은 결합하기 전에 이들 세기 편차들을 보정하기 위해서 정규화되어야 한다. 결합 프로세스는 각각의 송신 빔에 대하여 수신 프로세스에 참여하는 트랜스듀서 엘리먼트들의 수를 기억하고 정규화해야 하며 이것이 또한 신호 세기에 영향을 미칠것이기 때문이다. 이들 정규화 인자들은 이미지 관심 필드내 각각의 필드 포인트에 대해 독립적이며 이미지 형성 프로세스 절차들처럼 실시간으로 계산되거나 파라미터들이 각각의 이미지 프레임 프로세싱 동안에 검색될 수 있는 저장 테이블에 보존되어야 한다.

[0062] 이미지 형성 프로세싱이 이미지 관심 필드에서 움직임을 측정하는 것을 목표로 할 때, 세트의 중첩하는, 제한된 송신 빔 영역들의 사용은 몇몇 고유 장점들을 가진다. 빔 시뮬레이션 또는 직접 측정을 통하여 각각의 필드 포인트에 송신 펄스 파면의 입사각을 계산할 수 있기 때문에, 필드 포인트에서의 임의의 움직임 벡터로부터 회귀되는 도플러 주파수 이동의 크기를 알 수 있다. 중첩하는 세트내 상이한 송신 빔들은 각각의 필드 포인트에서 상이한 입사 각도를 생성하도록 디자인될 수 있고 각각의 입사각으로 측정된 움직임 벡터 컴포넌트의 변화로부터 움직임 벡터의 절대 등급(absolute magnitude) 및 방향을 계산할 수 있다. 그런다음 이것은 단일 송신 빔 입사각을 사용하는 통상의 움직임 이미지화 기술들보다 훨씬 더 정확한 혈액 속도 및 조직 움직임 감지를 제공한다.

[0063] 통상의 도플러 이미지화는 빔 축을 따라 움직임을 감지하기 위해 사용되는 각 위치에서의 수신된 신호들의 앙상블(ensemble)을 생성하는 스캔의 각각의 송신 빔 위치에 대한 다수의 송신 및 수신 신호 포착들을 활용한다. 통상의 접근법은 절대 속도보다는 빔의 축을 따라 속도 벡터의 컴포넌트를 측정한다. 만약 통상의 도플러 이미지화 방법에서 사용되는 송신 빔들이 그것들이 관심 필드 포인트들에서 얼마의 중첩을 제공하도록 충분히 넓다면, 동일한 스캐닝 시퀀스는 절대 속도 정보를 제공할 수 있다. 송신 빔 위치에서 각 포착들의 앙상블은 앞에서 결정된 송신 빔의 입사각과 함께 각각의 필드 포인트에서 움직임 벡터의 단일 컴포넌트를 측정하는 것을 허용한다. 다음 송신 빔 위치에서 포착들의 다음 앙상블은 이전 빔과 중첩하는 필드 포인트들에서 움직임 벡터의 추가 컴포넌트를 제공한다. 그런다음 알려진 송신 빔 입사 각도와 함께 각각의 필드 포인트에서 다수의 중첩 송신 빔들로부터 획득된 다수의 컴포넌트들을 결합함으로써, 움직임 벡터의 절대 등급 및 방향을 계산할 수 있다.

[0064] 앞에서의 논의에서, 주어진 사용을 위한 중첩 송신 빔들 세트의 기하학적 구조를 명백하게 특정하지 않는다. 이것은 중첩 빔들 세트의 디자인이 초음파 응용 및 측정된 원하는 이미지 형성 파라미터 둘 모두에 의존할 것이기 때문이다. 전형적으로, 송신 빔은 송신 개구의 크기, 개구에 수용된 송신 엘리먼트들의 가중치 또는 아포다이제이션(apodization), 및 각각의 송신 엘리먼트의 파형의 시작에 대한 시간 지연을 제어함으로써 형상화된다. 개별 송신기들의 파형들은 또한 대부분의 시스템들에서 제어될 수 있다.

[0065] 증강된 이미지 형성을 위한 송신 빔들의 세트를 디자인하기 위한 일반적인 규칙들은 하기와 같다: a) 이미지 관심 필드 내에는 거의 또는 전혀 움직임이 없고 최소 개수의 밝은 거울 반사체들이 있으면, 각각의 필드 포인트가 5 보다 더 많은 빔들에 의해 터치될 수 있도록 폭넓고 그리고 실질적 중첩을 갖는 빔들 세트를 디자인한다. 빔의 가장 좁은 부분들에서 충분한 중첩을 달성하기 위해서 매우 깊은 초점 포인트를 사용하거나 또는 아포다이제이션을 통하여 송신 빔 포커스를 완하시킨다. 추가하여, 다수의 필드 포인트들에서 송신 펄스 파면의 상이한 입사 각도를 제공하기 위한 송신 빔들의 세트를 디자인한다. b) 관심 필드 내에 실질적 움직임이 있고/있거나 큰 거울 반사체들이 있으면, 영역내 필드 포인트들에서 중첩된 빔들의 수를 두개 또는 세개 빔들로 줄이면서, 움직임이 예상되는 영역들에서 작은 양을 중첩을 갖는 비교적 좁은 송신 빔들의 세트를 디자인한다. 이것이 미디어 움직임에 때문에 다수의 빔들을 이용한 코히런트 이미지 형성에서의 에러들을 최소화할 것이다.

[0066] 상기 이미지 형성 방법의 주요 장점은 초음파 이미지 엔지니어가 상이한 이미지화 애플리케이션들 및 측정량을 위해 시스템의 이미지화 성능을 최적화하는 것을 허용하는 것이다. 프레임당 단지 몇개의 송신 빔들을 이용하여 매우 높은 프레임 레이트들 (초당 100보다 더 큰 프레임들)을 가질 수 있으나, 여전히 최상의 이미지 공간 및 대조 해상도를 제공하는 보다 많은 개수들의 빔들로 전형적인 프레임 레이트들 (초당 약 30 프레임들) 또는 적정한 이미지 품질을 얻을 수 있다. 도플러 이미지화에 대하여는, 혈류(blood flow) 또는 조직 움직임의 크기 및 방향이 프레임 레이트의 희생없이 획득될 수 있다.

[0067] 화소 배향 프로세싱 (Pixel Oriented Processing)

[0068] 앞에서의 방법은 본 발명의 일 실시예 따른 소프트웨어 기반의 방법 및 시스템 아키텍처를 이용하는 컴퓨팅 시

시스템으로 구현될 수 있다. 시스템은 소프트웨어에서 전부 실시간 프로세싱을 구현한다. 제안된 아키텍처는 도 5에 개략적으로 도시되어 있다.

[0069] 소프트웨어 기반 시스템에서 유일한 맞춤 하드웨어 컴포넌트는, 펄스 생성 및 신호 포착 회로부 및 신호 데이터를 저장하기 위해 사용되는 확장 메모리의 대 블록을 포함하는 컴퓨터의 확장 버스에 연결하는 포착 모듈(acquisition module)이다. 신호 포착 프로세스는 송신 펄스를 따르는 각각의 트랜스듀서 엘리먼트로부터 회귀된 신호를 증폭 및 디지털화하는 것으로 이루어진다. 전형적으로, 트랜스듀서 자체에 의해 제공되는 본래의 대역통과 필터링 이외에, 디지털화 전에 신호들의 단독 필터링은 A/D 변환을 위한 저주파 통과, 안티앨라이싱 필터링(anti-aliasing filtering)이다. 신호들은 관련된 초음파 주파수에 부합하는 일정한 율로 샘플링 되며, 디지털화된 데이터는 최소 신호 프로세싱으로 메모리 내에 저장된다. 신호 포착의 간단한 디자인은 회로부가 비교적 작은 보드 영역 내에서 기성품 컴포넌트로 구현되는 것을 허용한다.

[0070] 포착 모듈의 보다 상세한 외관이 도 6에 도시된다. 각각이 송신기, 수신기, 전치 증폭기, A/D 컨버터, 및 메모리 블록으로 구성된 다수의 포착 채널들이 도시된다. 수신시, 트랜스듀서 신호들은 디지털화되고 개별 메모리 블록들에 직접 기록된다. 메모리 블록들은 그것들은 포착 데이터가 A/D 변환기 측으로부터 기록되는 동시에 컴퓨터 측으로부터 관독될 수 있는 것을 의미하는 듀얼-포트식이다. 메모리 블록들은 시스템 CPU(들)에 통상의 확장 메모리로서 여겨진다. 시스템은 바람직하게는 맞춤 인클로저(enclosure)내에 수납되기 때문에, 포착 모듈의 사이즈는 표준 컴퓨터 확장 카드의 정규 사이즈로 한정되지 않는다는 것에 유의한다. 또한, 다수의 포착 모듈들은 트랜스듀서 개구(aperture)의 서브세트(subset)를 프로세싱하는 각 모듈을 갖는 많은 수의 트랜스듀서 엘리먼트를 수용하기 위해 사용될 수 있다.

[0071] 증폭기들, A/D 컨버터들 및 관련된 인터페이스 회로부를 포함하는 포착 모듈을 위한 컴포넌트들 및 송신 펄스 생성 및 신호 획득을 위해 요구되는 컴포넌트들은 손쉽게 상업적으로 구할 수 있는 컴포넌트들이며, 본 출원에서 상세하게 설명하지 않는다. 수신된 에코들로부터 얻어진 에코 신호들의 RF 데이터 저장을 위해 요구되는 메모리 블록은 디지털화된 신호 데이터를 기록하기 위해 제2 직접 메모리 액세스 포트(second direct memory access port)의 추가에 따라 상업적으로 구할 수 있는 확장 메모리 카드에서 발견되는 것과 본질적으로 동일한 회로부이다. (수신된 에코 신호 데이터는 트랜스듀서에 의해 생성되는 고 주파수 전기 진동으로 구성되기 때문에 일반적으로 RF 데이터로 언급된다.)

[0072] 메모리는 중앙 처리 장치의 주소 공간에 매핑될 수 있고, 컴퓨터 마더보드 상에 위치한 다른 CPU 메모리와 유사한 방식으로 액세스될 수 있다. 대안적으로, RF 데이터는 직접 메모리 액세스의 수단에 의해 포착 모듈로부터 호스트 컴퓨터로 전달될 수 있다. 포착 모듈 상의 메모리의 크기는 256개까지 또는 그 이상의 별개 송신/수신 사이클들을 위해 개별 채널 수신 데이터를 수용할 수 있는 것이다. 인체 내에서 초음파 펄스의 왕복 이동에 대한 최대 실제 침투 깊이는 약 500 파장들이므로, 중심 주파수의 4배의 통상적인 샘플링 레이트(rate)는 개별 트랜스듀서 엘리먼트에서 4000 샘플들만큼 많은 저장공간을 필요로 할 것이다. 16 비트들 및 128 트랜스듀서 채널의 샘플링 정확도를 위하여, 최대 깊이 수신 데이터 포착은 각각의 송신/수신 이벤트에 대하여 대략 일 메가바이트의 저장공간을 필요로 할 것이다. 그러므로 256 이벤트들을 저장하기 위해서는 256 MB의 저장공간을 필요로 하며, 모두 합해서, 128 채널 시스템은 하나 또는 두개정도로 적은 포착 모듈상에 건조될 수 있다.

[0073] 소프트웨어 기반 초음파 시스템의 또 다른 측면은 컴퓨터 마더보드 및 그와 관련된 컴포넌트들이다. 제안된 디자인을 위한 마더보드는 요구되는 프로세싱 파워를 얻기 위하여 바람직하게는 멀티-프로세서 CPU 구성을 지원할 수 있다. 파워 서플라이, 메모리, 하드 디스크 저장장치, DVD/CD-RW 드라이브, 및 모니터를 가지는, 완전한 멀티-프로세서 컴퓨터 시스템은 당업자들에게 잘 알려져 있고, 손쉽게 상업적으로 구입할 수 있으며, 더 이상 상세하게 설명하지 않을 것이다.

[0074] 건강관련 산업(health care industry)에 상당한 이익을 제공하기 위해서 소프트웨어-기반 초음파 시스템은 현존하는 최고급 시스템에 필적하는 이미지 질을 의미하는 “고성능”을 진짜로 달성해야 한다. 플로우-쓰루 아키텍처(flow-through architecture)에 있어서 실시간 이미지화의 일 초동안 요구되는 프로세싱 연산들의 단순한 추가는 일반 범용 프로세서들로 현재 성취할 수 있는 초당 연산들의 통상 개수를 초과하는 개수를 부여하기 때문에, 이러한 수준의 성능은 현재 시스템들의 플로우-쓰루 프로세싱 방법을 소프트웨어 실행으로 단순히 변환함으로써 성취될 수는 없다. 결과적으로, 플로우-쓰루 방법보다 훨씬 더 큰 효율을 달성할 새로운 프로세싱 방법이 요구된다.

[0075] 본 발명의 소프트웨어 기반 초음파 시스템 아키텍처의 일 실시형태에 있어서, 신호 및 이미지 프로세싱을 위한 입력 데이터는 하나 이상의 송신 이벤트들을 추적하는 개별 트랜스듀서 채널로부터 포착된 RF 샘플들의 세트로

구성된다. 예컨대, 도 8에 도시된 바와 같이, 128 엘리먼트 선형 트랜스듀서 어레이를 갖는 전형적인 2D 이미지 화 스캐닝 모드를 고려한다.

[0076] 이러한 경우에, ‘송신 이벤트(transmit event)’는 매체에서 결합되는 복수의 음파들을 생성하기 위해 멀티 트랜스듀서 엘리먼트로부터의 시간이 정해진 펄스(timed pulse)로 구성되어 특정 엘리먼트 위치에 트랜스듀서 상의 최초 지점으로부터 외측으로 발산하는 포커스된 초음파 빔을 형성한다. 멀티 송신 이벤트들(전체 128)은 트랜스듀서 단면의 폭을 점진적으로 횡단하여 순차적으로 방사되어 전체 이미지 프레임에서 정보를 얻는 초음파 빔을 만들어낸다. 각각의 이들 송신 빔에 대하여, 수신된 에코 데이터는 트랜스듀서 내의 128 수신기 엘리먼트들 각각으로부터 수집되어, 대응하는 트랜스듀서 엘리먼트에 의해 수신된 샘플링된 에코 신호를 나타내는 각각의 칼럼을 갖는 데이터 어레이에 구조화(organized)된다. 따라서, 각각의 어레이는 128 트랜스듀서 엘리먼트에 대응하는 128 칼럼과 취해진 깊이에서의 샘플들의 개수에 대응하는 개수의 열(row)(이 경우에는, 결과 4096 샘플들을 갖는 4096 열을 가정한다.)을 가진다. 그런 다음 이들 128 데이터 어레이들은 하나의 완전한 이미지 프레임을 만들어내기에 충분한 RF 데이터 세트를 구성한다.

[0077] 빔 및 이미지 형성은 트랜스듀서로부터의 데이터 스트림으로 일어나기 때문에, 플로우-쓰루 아키텍처에 있어서 상술한 RF 데이터 세트는 존재조차 하지 않는다(적어도 한번에 전부는 아니다)것에 주목할만 하다. 다시 말해서, 데이터가 송신 이벤트 이후 각각의 엘리먼트로 회귀할 때, 그것들은 단일의 빔(스캔 라인)을 따라서 포커스된 회귀를 나타내는 단일의 RF 신호를 생성하기 위해 프로세싱되고 결합(빔 성형으로 언급됨)된다. 이러한 RF 신호는 에코 진폭 샘플들(echo amplitude sample)로 프로세싱(다시 실시간으로)되고, 이것들은 메모리 어레이에 저장된다. 모든 빔 방향이 프로세싱되었을 때, 에코 진폭 데이터는 그 후 디스플레이를 위하여 화소 이미지로 포맷되고 보관된다. 모든 프로세싱이 실시간으로 일어나기 때문에, 프로세싱 회로부는 트랜스듀서 엘리먼트로부터 스트리밍된 데이터를 ‘킵 업(keep up)’할 수 있어야만 한다.

[0078] 본 발명의 소프트웨어 기반 아키텍처에 있어서, 모든 입력 데이터는 프로세싱전에 저장된다. 이것은 필요하다면, 프로세싱 시간을 포착 시간보다 더 길게 허용하여 포착 레이트와 프로세싱 레이트(rate)와 분리한다. 이것이 포착 깊이가 짧고 샘플 레이트가 높은 고주파 스캔들에 있어서의 독특한 장점이다. 예컨대, 10 MHz 스캔헤드는 대략 4 센티미터 정도의 이미지화에 사용 가능한 깊이를 가질 수 있다. 이러한 경우에 있어서, 조직 내에서 소리의 속력은 128 송신/수신 이벤트 중 각각이 52 마이크로초 이내, 즉 매우 높은 포착 데이터 레이트로 데이터를 포착하여 저장할 것을 지시한다. 플로우-쓰루 아키텍처에 있어서, 이들 포착 데이터는 높은 프로세싱 레이트로 실시간 스캔라인에 형성된다. 본 발명의 소프트웨어 기반 아키텍처에 있어서, RF 데이터의 저장은, 조직 움직임의 실시간 시각화가 전형적으로 33 밀리초(30프레임/초)인, 디스플레이의 프레임 주기만큼 프로세싱을 길게 가져가는 것을 허용한다. 128 화소 칼럼(스캔 라인에 대한 개략적인 유추(rough analogy))에 대하여, 이것은, 플로우-쓰루 아키텍처의 52 마이크로초보다는, 칼럼 당 258 마이크로초의 프로세싱 시간을 허용한다. 이러한 저장 전략은 통상 스캔 깊이를 위한 플로우-쓰루 아키텍처와 비교하여 프로세싱의 최대 레이트를 실질적으로 낮추는 효과를 가진다.

[0079] 입력 데이터의 저장은 최대 프로세싱 레이트를 감소시키지만 프로세싱 단계들의 수를 반드시 감소시키지는 않는다. 이것을 성취하기 위해서, 초음파 데이터 프로세싱에 대한 새로운 접근이 취해진다. 첫번째 단계는 이미지화 모드에서의 시스템의 최종 목표는 출력 디스플레이 상에 이미지를 만들어 내는 것임을 인식하는 것이다. 초음파 이미지는 주파수 및 어레이 차원들과 같은 포착 시스템의 물리적인 파라미터에 의존하는 기본 해상도를 가지며, 에코 진폭 또는 몇몇 다른 조직(음파) 특성을 부호화(encode)하는 화소 값들의 장방형 어레이로서 나타낼 수 있다. 이러한 장방형 화소 어레이의 밀도가 이미지 해상도의 적절한 공간 샘플링(spatial sampling)을 제공해야만 한다. 디스플레이 이미지들은 화소들의 장방형 어레이로만 구성될 필요는 없으며, 상이한 기하학적 형상을 나타내는 화소의 임의의 세트로 구성될 수도 있는 것이 인식된다.

[0080] 그 다음 단계는, 이러한 화소 어레이 내의 화소들 중 하나를 가지고 시작하되 RF 데이터 세트 내의 어떤 샘플 포인트가 이 화소 세기의 산출에 기여하는지를 고려하여, 그것들을 액세스하고 프로세싱하는 가장 효율적인 방식을 결정하는 것이다. 이러한 접근방식은, 단지 디스플레이 상의 화소들에 기여하는 정보만이 처리될 것을 요구하기 때문에 현재의 플로우-쓰루 아키텍처에 의해 활용되는 것과는 완전히 다른 접근방식이다. 본 발명의 접근방식에 있어서, 작은 영역은 보다 적은 화소들을 포함하기 때문에, 디스플레이 이미지 상의 작은 영역은 큰 이미지 영역보다 작은 전체 프로세싱 시간이 걸린다. 역으로, 플로우-쓰루 프로세싱 방법은, 이미지 영역 크기에 관계없이 최대 데이터 스트림 대역폭을 다루도록 디자인되어야만 한다.

[0081] 초음파 이미지를 적절하게 나타내기 위해 필요한 화소 어레이를 프로세싱한 후, 이 어레이는 시청을 위해 적당

한 크기에서 컴퓨터 디스플레이에 표현될 수 있다. 추가적인 CPU 프로세싱을 요구하지 않은 컴퓨터의 그래픽 프로세서는, 단순한 크기조정 및 보간으로 이루어진 이러한 연산을 일반적으로 수행할 수 있다.

[0082] 다음에, 초음파 이미지의 단일 화소에 대한 프로세싱 전략을 고려한다. 본 논의에 있어서, 목적은 트랜스듀서 어레이에 대하여 화소에 대응하는 공간 위치에서의 에코 세기를 얻는 것이라고 가정한다. 다른 음향 파라미터가 유사하게 얻어질 수 있다. 첫번째 단계는, 에코 세기 산출에 기여하는 샘플들을 포함하는 포착 RF 데이터의 영역을 찾는 것이다. 도 7의 스캐닝 방법으로 이것을 성취하기 위해서, 우선 교차하는 화소 위치에 가장 근접하여 다가오는 포착 스캔 라인을 찾고, 그 다음 대응하는 개별 엘리먼트 데이터 어레이를 사용한다.

[0083] 도 8 은 초음파 이미지 내의 예제 화소에 대한 맵핑 프로세스를 도시한다. 도 8에 있어서, 표시된 화소를 스캔의 가장 가까운 포착 라인, 본 경우에 있어서는 스캔 라인 4에 대해 맵핑하되, 여기에서 RF 데이터는 (4번째 송신/수신 이벤트로부터 수집되는 데이터를 나타내는) 4번째 개별 엘리먼트 RF 데이터 어레이 내에 존재한다. 화소 신호에 기여하는 것으로서 하나 이상의 RF 데이터 어레이가 선택될 수 있으나, 본 실시예에 대하여는 단일의 데이터 어레이만을 고려할 것이다.

[0084] 그 다음 단계는, 화소의 세기 산출에 기여하는 샘플들을 포함하는 개별 엘리먼트 어레이 내 영역을 결정하는 것이다. 이러한 맵핑 프로세스는 상당히 복잡하며 몇 가지 인자들에 의존한다. 트랜스듀서 엘리먼트들은 어떻게 그것들이 이미지 필드 내의 특정 포인트로부터 회귀하는 신호에 응답할지 결정하는 감도 영역을 각각 갖는다. 주어진 이미지 포인트에 대하여, 감도가 지나치게 낮다면, 엘리먼트는 화소의 양에 대하여 유용한 정보를 기여하지 못하기 때문에, 소정의 임계값이상의 감도를 갖는 엘리먼트들만이 고려될 필요가 있다. 그런 다음 이러한 감도 임계값은 엘리먼트 데이터 칼럼의 개수를 결정하여 맵핑된 영역 내에 포함한다.

[0085] 맵핑된 데이터 영역의 시작 깊이는 각 개별 트랜스듀서 엘리먼트에서의 회귀하는 에코의 도착 시간에 의해 결정된다. 도 8 에 도시된 바와 같이, 이미지 포인트에서 더 먼 엘리먼트에 대한 이미지 포인트 신호는 늦게 포착되며, 따라서 데이터 세트의 시작 포인트는 메모리 내에서 더욱 깊다. 마지막으로, 맵핑된 데이터 영역에 대하여 필요한 깊이 범위는 생성된 송신 펄스의 지속시간에 의존한다. 더욱 긴 송신 펄스들은 더욱 긴 시간 동안 이미지 포인트를 여기시킬 것이며, RF 메모리의 더 큰 깊이 스패н(span)상에서 확장되는 에코 신호를 발생시킨다.

[0086] 다행스럽게도, 맵핑된 데이터의 영역을 결정하는 데 들어가는 많은 인자들은 주어진 화소 그리드에 대하여 미리 계산될 수 있는데, 이는 이러한 그리드가 실시간 이미지 시퀀스의 다수 프레임에 걸쳐 변화되지 않기 때문이다. 미리 계산된 인자를 이용하여, 주어진 화소에 대한 맵핑된 데이터 영역은 신속하고 효율적으로 결정될 수 있어, 실시간 이미지화 동안의 상당한 계산량을 절감할 수 있다.

[0087] 화소 맵핑되는 RF 데이터를 선택한 후에, 그것을 아래에 나타낸 바와 같이, 매트릭스 RFP_{nm} 으로 구조화할 수 있다.

[0088] 'P_{nm}' 표기는 n 열, m 칼럼의 이미지 화소를 지칭한다. 매트릭스 칼럼들은 도 11의 수직 바들(bar)이며, 각각의 수직 바에 있어서의 샘플의 개수 j는 동일한 것으로 가정한다.

$$RFP_{nm} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1j} \\ a_{21} & & & \\ \dots & & & \\ \dots & & & \\ a_{j1} & \dots & \dots & a_{j1} \end{bmatrix}$$

[0089]

[0090] 샘플의 개수 j는 송신 펄스에 의해 생성된 신호를 캡처하기 위하여 필요한 시간 내에서 RF 데이터의 범위에 의존한다. 인덱스 k는 세기 산출에 참여하는 이미지 포인트로의 적절한 신호 세기를 가지는 RF 데이터 어레이내 채널의 개수이다. 이제 화소 P_{nm}의 신호 세기 값을 계산하는 프로세스는 결국에는 단일 값을 초래하는 일련의 매트릭스 연산을 구성한다.

[0091] 도 9 는 본 발명의 프로세스들을 구현하기 위해 개조할 수 있는 시스템 아키텍처의 하이 레벨 표현이고, 도 10 은 일 실시예인 소프트웨어기반의 아키텍처의 개략도이다. 추가하여 도 11 은 상기에서 설명된 화소 배향 프로세싱에 따라 형성된 플러그-인 모듈의 다이어그램이다.

[0092] 보다 상세하게는, 도 9 는 발명의 프로세스들을 구현하기 위한 하이 레벨 시스템 아키텍처 (70)를 나타내는 시

시스템 레벨 블록 다이어그램을 도시한다. 이것은 단지 하나의 예시적인 실시예이고 예시된 아키텍처(70)는 본 발명의 모든 실시예들의 필요요건이 아니라는 것이 이해되어야 한다.

[0093] 아키텍처 (70)는 PCI-익스프레스(express)(74)를 통하여 멀티-채널 트랜시버 및 데이터 포착 시스템 (76)에 결합된 호스트 컴퓨터 (72)를 포함한다. 호스트 컴퓨터 (72)는 화소기반 애플리케이션 프로세싱 소프트웨어 (84)를 이용하는 프로세서 (82)에 결합된 유저 인터페이스 및 제어 (78), 및 디스플레이 (80)를 가진다. 멀티-채널 트랜시버 및 데이터 포착 시스템 (76) 하드웨어는 디바이스의 동작 또는 디스플레이 또는 둘 모두를 위해서 다른 디바이스로 송신을 위해서 또는 모니터, 프로젝터와 같은 디스플레이 (80)상에서 디스플레이를 위해서 음향 매체 (90) 내 영역 (88)을 이미지화하는데 사용되는 초음파 트랜스듀서 (86)에 결합된다. 이들 컴포넌트들은 쉽게 상업적으로 구할 수 있기 때문에, 그것들은 본 출원에서 상세하게 설명되지 않을 것이다.

[0094] 화소 배향 프로세싱을 이용하는 것은 중첩하는 송신 빔들을 활용하는 앞에서 언급된 유형의 합성 에코 신호 복원을 고려한다. 이 방법에서, 룩업 테이블 메모리는 송신 빔들의 세트내 각 송신빔의 계산되거나 측정된 빔 특성들을 트랜스듀서의 FOV(field of view)에 관련하여 위치된 포인트들 그리드의 각각에 저장하는데 사용된다. 화소 배향 신호 복원은 포인트들의 그리드내 각 포인트에서 수행되고, 각각의 송신 빔의 에코 신호 기여들은 복원 포인트에 대응하는 룩업 테이블 파라미터들을 이용하여 계산되고 결합된다.

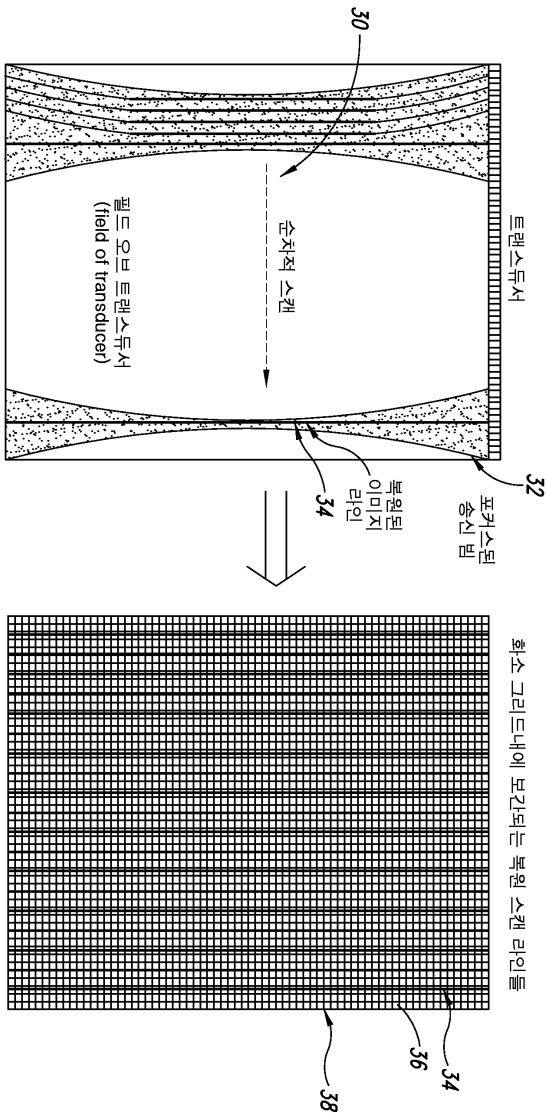
[0095] 상기에서 설명된 다양한 실시예들은 추가의 실시예들을 제공하기 위해 결합될 수 있다. 또한 추가의 실시예들을 제공하기 위해 실시예들의 측면들은 다양한 특허들, 애플리케이션들 및 공개물의 개념들을 채용하도록 변형될 수 있다.

[0096] 이들 및 다른 변화들 상기-상세한 설명을 고려한 실시예들에 제공될 수 있다. 전반적으로, 이하의 청구항들에서, 사용된 용어들은 청구항들을 명세서 및 청구항들에 개시된 특정 실시예들에 제한하는 것으로 이해되지 않아야 하지만, 이런 청구항들이 권리를 부여하는 등가물들의 전체 범위와 함께 모든 가능한 실시예들을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 따라서, 청구항들은 개시에 의해 제한되지 않는다.

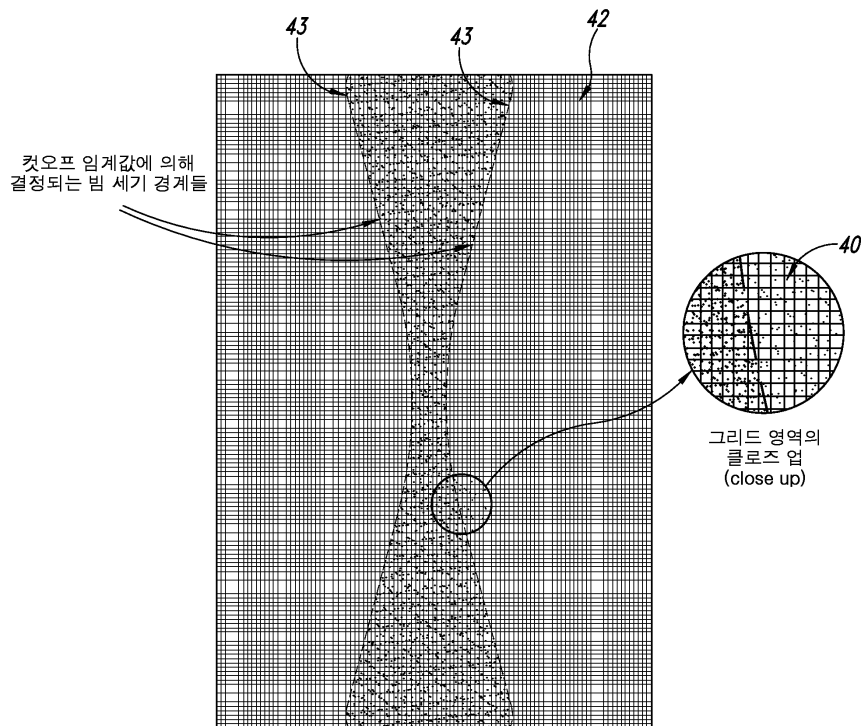
도면

도면1

포커스된 빔들을 이용하여 통상의 스캐닝 및 이미지 형성

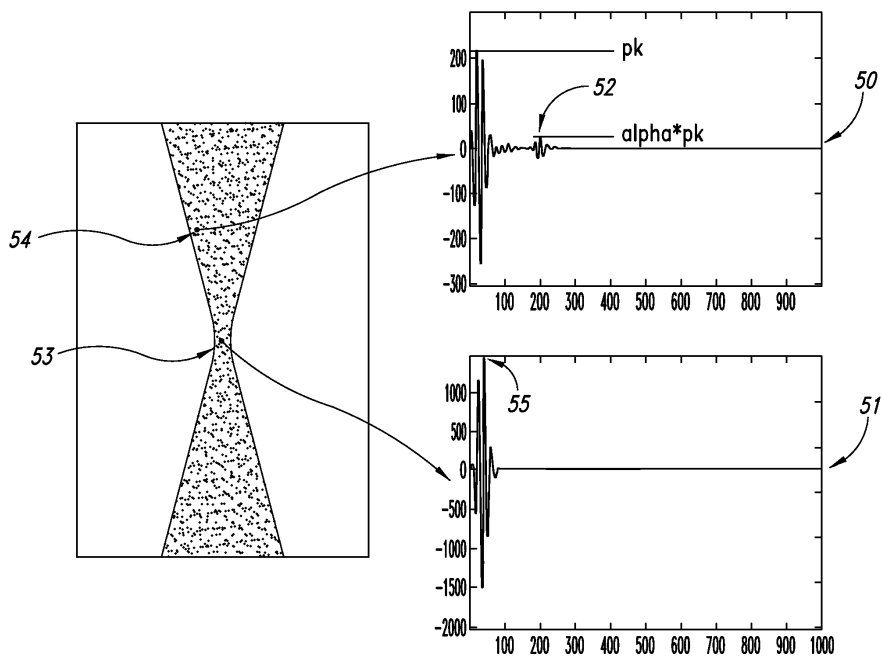


도면2



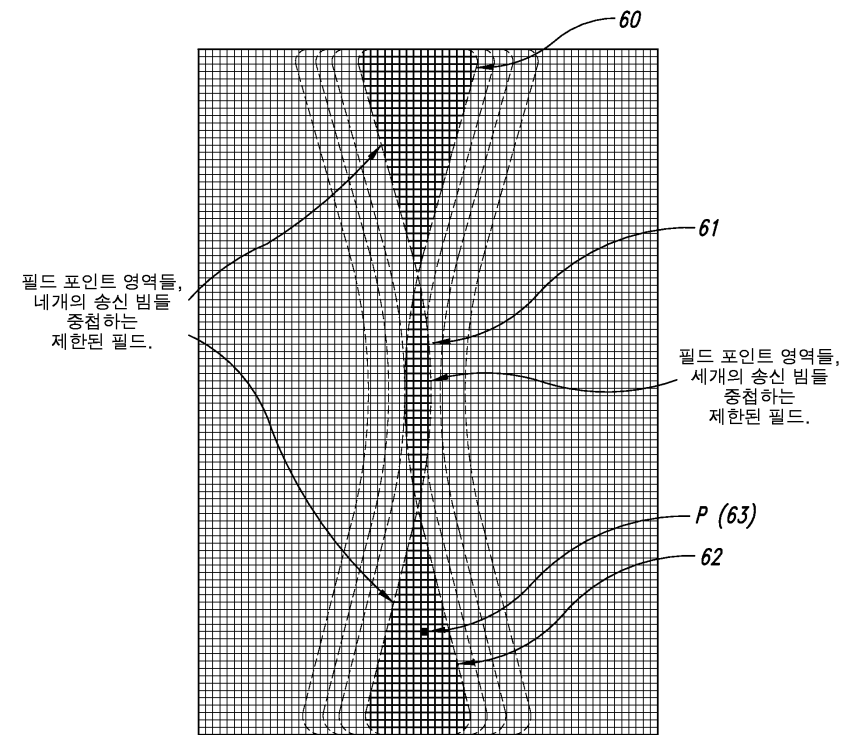
필드 포인트들의 그리드에서 송신 빔의 최대 세기, 컷오프 임계값에 의해 결정되는 경계들을 도시. 세기의 크기는 필드 포인트에서 그레이스케일(grayscale)의 질음(darkness)에 의해 표시된다.

도면3



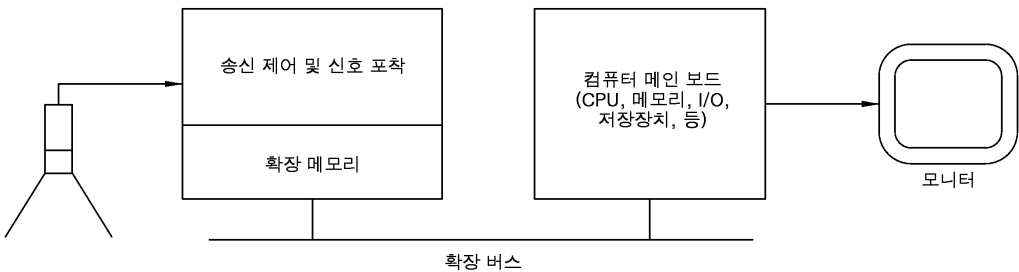
다른 필드 포인트들에서의 송신 파형들, 축을 벗어난(off axis) 필드 포인트에서 2차 피크를 표시. 파형의 시간 원점은 필드 포인트와 송신 빔 펄스가 접촉하는 제 1 지점이다.

도면4

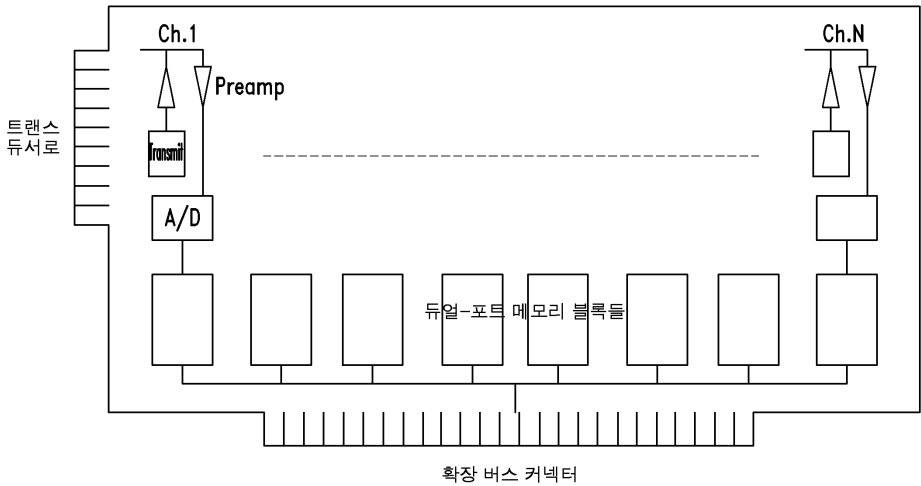


네개의 중첩하는 송신 빔들, 세개 또는 네개의 수신된 에코 신호들이 이미지 형성을 위해 결합될 수 있는 중첩되는 영역들 내의 필드 포인트들을 표시.

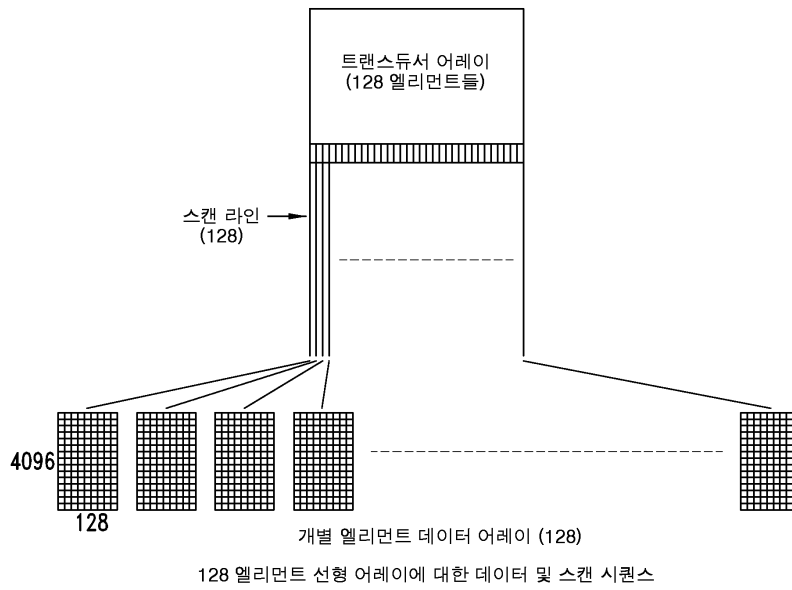
도면5



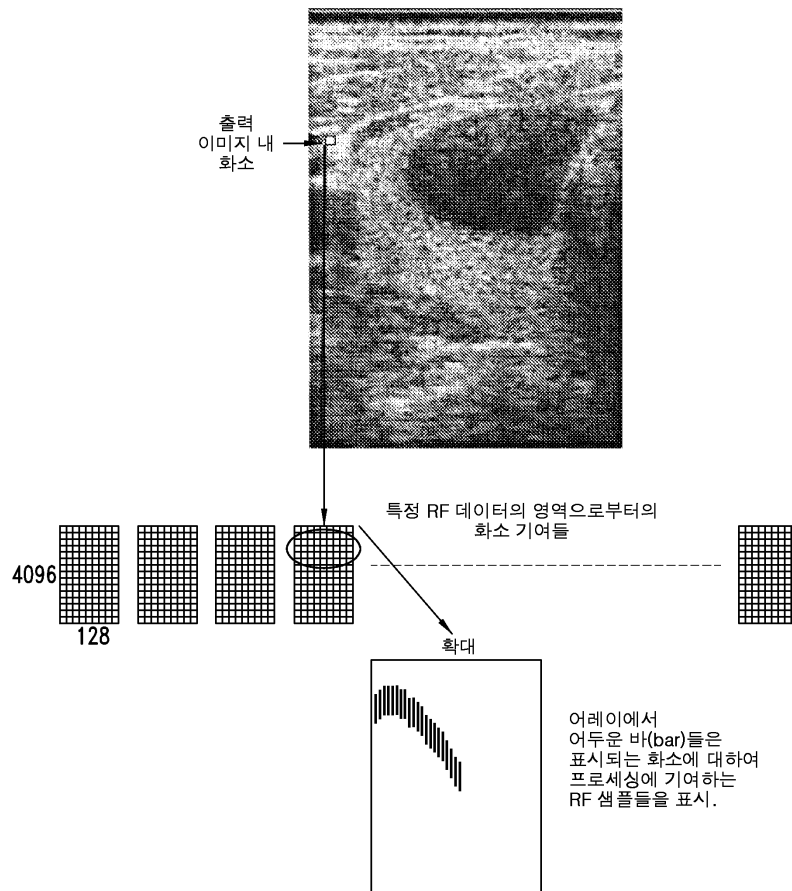
도면6



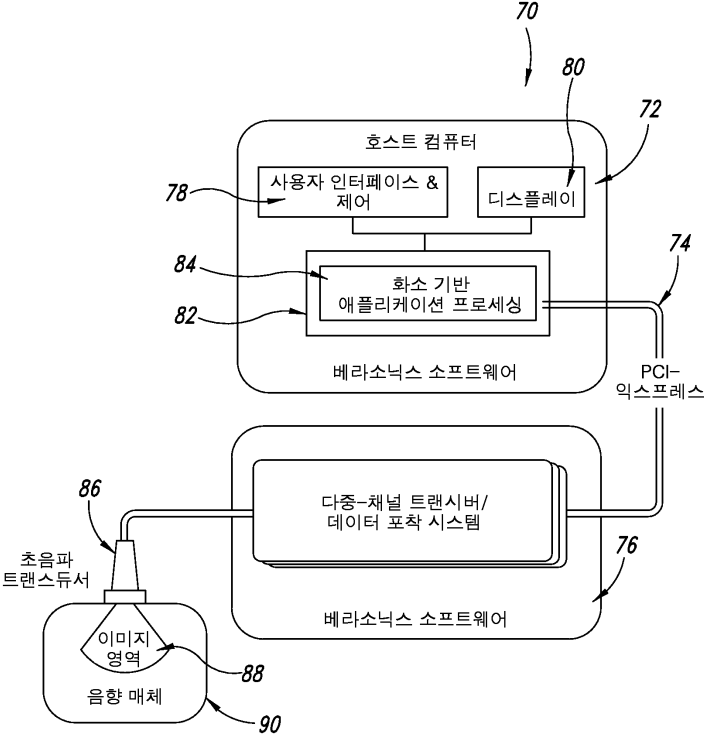
도면7



도면8



도면9

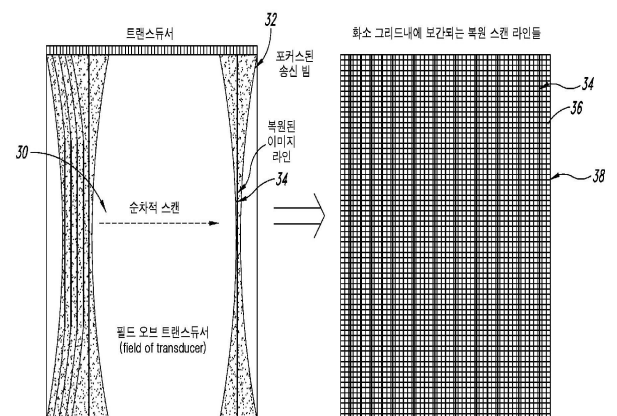


专利名称(译)	增强超声图像形成系统和方法使用重叠传输光束的有限区域		
公开(公告)号	KR102014946B1	公开(公告)日	2019-08-27
申请号	KR1020137031986	申请日	2012-05-02
[标]申请(专利权)人(译)	维拉声学公司		
申请(专利权)人(译)	砍牛的鼻子、激光炮的		
当前申请(专利权)人(译)	砍牛的鼻子、激光炮的		
发明人	데이글, 로날드, 엘빈		
IPC分类号	G01S15/89 A61B8/00		
审查员(译)	Anmunhwan		
优先权	61/481476 2011-05-02 US		
其他公开文献	KR1020140031287A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

一种用于改善超声图像的分辨率和帧频的方法和相关系统，包括：为一组发射波束中的每个发射波束指定单独的元素发射特性；确定视野中场点处的发射波束的各种属性；使用一个或多个属性来确定每个发射波束贡献的接收到的超声回波信号是否适合用于图像形成，如果是，则应如何处理该信号；存储针对每个场点确定的信息，以与每个新图像帧重复使用；使用存储的信息为每个场点选择和随后接收的回波信号，以在场点为每个合格的回波信号产生图像参数；组合来自一个场点的重叠发射光束的多个图像参数，以产生构成图像帧的场点值的最终图像参数。

표도



포커스된 빔들을 이용하여 통상의 스캐닝 및 이미지 형성