



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2018년10월11일  
(11) 등록번호 10-1906838  
(24) 등록일자 2018년10월04일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*A61B 8/00* (2006.01) *GOIN 29/24* (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2013-7012347
- (22) 출원일자(국제) 2011년10월12일  
심사청구일자 2016년10월04일
- (85) 번역문제출일자 2013년05월13일
- (65) 공개번호 10-2014-0034114
- (43) 공개일자 2014년03월19일
- (86) 국제출원번호 PCT/US2011/055976
- (87) 국제공개번호 WO 2012/051308  
국제공개일자 2012년04월19일
- (30) 우선권주장  
61/392,896 2010년10월13일 미국(US)
- (56) 선행기술조사문헌  
JP2004167092 A\*  
US07497828 B1\*  
JP2002253548 A\*  
US05797845 A\*

\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자  
마우이 이미징, 인코포레이티드  
미국 캘리포니아 씨니밸리 슈트 107 지브랄타 드 라이브 256 (우: 94089)
- (72) 발명자  
스미스, 레이비드, 웨.  
미국 94089 캘리포니아 씨니밸리 슈트 107 지브랄타 드라이브 256  
스펙트, 도날드, 에프.  
미국 94089 캘리포니아 씨니밸리 슈트 107 지브랄타 드라이브 256  
(뒷면에 계속)
- (74) 대리인  
특허법인 남앤드남

전체 청구항 수 : 총 21 항

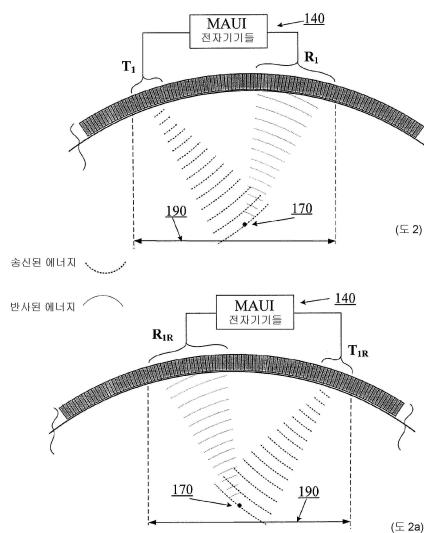
심사관 : 한재균

(54) 발명의 명칭 오목한 초음파 트랜스듀서들 및 3D 어레이들

(57) 요약

다중 어퍼처 초음파 이미징(MAUI) 프로브 또는 트랜스듀서는 초음파 어레이들의 별개의 어퍼처들로부터 관심있는 영역의 동시 이미징을 고유하게 가능하게 한다. 몇몇 실시형태들은, 2 또는 3차원들에서 실질적으로 연속하는 오목한 곡선 형상(즉, 이미징될 오브젝트에 대해 오목함)을 가질 수도 있는 초음파 트랜스듀서들의 연속하는 어레이들을 가진 초음파 프로브들을 설계, 구축, 및 사용하기 위한 시스템들 및 방법들을 제공한다. 여기에서의 다른 실시형태들은, 조정가능한 프로브들 및 가변 구성들을 갖는 프로브들과 같이 다른 고유한 구성들을 갖는 초음파 이미징 프로브들을 설계, 구축 및 사용하기 위한 시스템들 및 방법들을 제공한다.

대 표 도 - 도2



(72) 발명자

카브레라, 린다, 브이.

미국 94089 캘리포니아 써니베일 슈트 107 지브랄  
타 드라이브 256

브루어, 케니스, 디.

미국 94089 캘리포니아 써니베일 슈트 107 지브랄  
타 드라이브 256

---

스펙트, 데이비드, 제이.

미국 94089 캘리포니아 써니베일 슈트 107 지브랄  
타 드라이브 256

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

초음파 이미징 시스템으로서,

초음파 트랜스듀서 어레이 – 상기 초음파 트랜스듀서 어레이는 적어도 하나의 축 주위로 오목한 곡률을 가짐 –;

상기 초음파 트랜스듀서 어레이 내의 제 1 송신 어퍼쳐 – 상기 제 1 송신 어퍼쳐는 제 1 초음파 주파수에서 포커싱되지 않은 초음파 평들을 이용하여 산란기에 인소니파이(insonify)하도록 구성된 제 1 송신기 그룹의 하나의 트랜스듀서 엘리먼트를 포함함 –;

상기 초음파 트랜스듀서 어레이 내의 제 1 수신 어퍼쳐 – 상기 제 1 수신 어퍼쳐는 사각형 형상으로 배열되고 상기 산란기로부터 초음파 에코들을 수신하도록 구성되는 제 1 수신기 그룹의 트랜스듀서 엘리먼트들을 포함하고, 상기 제 1 수신 어퍼쳐는 상기 제 1 송신 어퍼쳐로부터 떨어져 위치됨 –;

상기 초음파 트랜스듀서 어레이 내의 제 2 송신 어퍼쳐 – 상기 제 2 송신 어퍼쳐는, 상기 제 1 초음파 주파수와 상이한 제 2 초음파 주파수에서 포커싱되지 않은 초음파 평들을 이용하여 산란기에 인소니파이하도록 구성된 제 2 송신기 그룹의 하나의 트랜스듀서 엘리먼트를 포함함 –;

상기 초음파 트랜스듀서 어레이 내의 제 2 수신 어퍼쳐 – 상기 제 2 수신 어퍼쳐는 사각형 형상으로 배열되고 상기 산란기로부터 초음파 에코들을 수신하도록 구성되는 제 2 수신기 그룹의 트랜스듀서 엘리먼트들을 포함하고, 상기 제 2 수신 어퍼쳐는 상기 제 2 송신 어퍼쳐와 상기 제 1 수신 어퍼쳐로부터 떨어져 위치됨 –;

상기 초음파 트랜스듀서 어레이와 전자 통신하는 제어 시스템 – 상기 제어 시스템은 상기 제 1 수신기 그룹의 트랜스듀서 엘리먼트들의 사이즈를 조정하고 상기 제 2 수신기 그룹의 트랜스듀서 엘리먼트들의 사이즈를 조정하도록 구성되고, 상기 제어 시스템은 제 1 이미지를 형성하기 위해 페이즈 소거(phase cancellation) 없이 상기 제 1 수신 어퍼쳐의 엘리먼트들에 의해 수신된 에코들을 코히런트하게(coherently) 결합하고, 제 2 이미지를 형성하기 위해 페이즈 소거 없이 상기 제 2 수신 어퍼쳐의 엘리먼트들에 의해 수신된 에코들을 코히런트하게 결합하도록 추가로 구성되고, 상기 제어 시스템은 상기 제 1 이미지를 상기 제 2 이미지와 비코히런트하게 (incoherently) 결합함으로써 초음파 이미지를 형성하도록 또한 구성됨 – 을 포함하는,

초음파 이미징 시스템.

#### 청구항 2

삭제

#### 청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 초음파 트랜스듀서 어레이는 적어도 2개의 축들 주위로 오목한 곡률을 갖는, 초음파 이미징 시스템.

#### 청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 제어 시스템은 상기 제어 시스템에 저장된 캘리브레이션 데이터에 액세스하도록 추가로 구성되고, 상기 캘리브레이션 데이터는 상기 제 1 송신 어퍼쳐와 상기 제 1 수신 어퍼쳐의 위치 및 배향을 설명하는, 초음파 이미징 시스템.

#### 청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 제어 시스템은 상기 제어 시스템으로부터 원격으로 저장된 캘리브레이션 데이터에 액세스하도록 추가로 구성되고, 상기 캘리브레이션 데이터는 상기 제 1 송신 어퍼처와 상기 제 1 수신 어퍼처의 위치 및 배향을 설명하는, 초음파 이미징 시스템.

### 청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 캘리브레이션 데이터는 상기 어레이와 함께 프로브 하우징 내에 하우징된 칩에 저장되는, 초음파 이미징 시스템.

### 청구항 7

초음파 이미징의 방법으로서,

초음파 트랜스듀서 어레이 상의 하나의 트랜스듀서 엘리먼트를 포함하고, 적어도 하나의 축 주위로 오목한 곡률을 갖는 송신 어퍼처를 이용하여 산란기를 향해 포커싱되지 않은 초음파 평으로서 초음파 에너지를 송신하는 단계;

상기 초음파 트랜스듀서 어레이 상에서 제 1 수신기 그룹의 트랜스듀서 엘리먼트들을 포함하는 제 1 수신 어퍼처를 이용하여 상기 산란기로부터 초음파 에코들을 수신하는 단계;

상기 제 1 수신 어퍼처의 엘리먼트들에 의해 수신되는 에코들을 코히런트하게 결합하는 단계;

상기 제 1 수신 어퍼처의 엘리먼트들에 의해 수신된 에코들을 코히런트하게 결합하는 단계가 페이즈 소거 없이 수행되도록, 상기 제 1 수신 어퍼처의 제 1 수신기 그룹의 트랜스듀서 엘리먼트들의 사이즈를 조정하는 단계;

상기 제 1 수신 어퍼처에 의해 수신되고 코히런트하게 결합된 초음파 에코들을 이용하여 제 1 초음파 이미지를 형성하는 단계;

상기 초음파 트랜스듀서 어레이 상에서 제 2 수신기 그룹의 트랜스듀서 엘리먼트들을 포함하는 제 2 수신 어퍼처를 이용하여 상기 산란기로부터 초음파 에코들을 수신하는 단계;

상기 제 2 수신 어퍼처의 엘리먼트들에 의해 수신되는 에코들을 코히런트하게 결합하는 단계;

상기 제 2 수신 어퍼처의 엘리먼트들에 의해 수신된 에코들을 코히런트하게 결합하는 단계가 페이즈 소거 없이 수행되도록, 상기 제 2 수신 어퍼처의 제 2 수신기 그룹의 트랜스듀서 엘리먼트들의 사이즈를 조정하는 단계;

상기 제 1 수신 어퍼처 및 상기 제 2 수신 어퍼처에 의해 수신되고 코히런트하게 결합된 초음파 에코들을 이용하여 제 2 초음파 이미지를 형성하는 단계; 및

상기 제 1 초음파 이미지와 상기 제 2 초음파 이미지를 비코히런트하게 결합하는 단계를 포함하는, 초음파 이미징의 방법.

### 청구항 8

삭제

### 청구항 9

초음파 이미징 시스템으로서,

이미징될 관심 영역(region of interest)으로 연장하는 제 1 스캔 평면에서 초음파 에너지를 송신하고 수신하도록 배열된 초음파 트랜스듀서 어레이;

상기 제 1 스캔 평면과 정렬되고 상기 제 1 스캔 평면에서 포커싱되지 않은 초음파 에너지를 이용하여 상기 제 1 스캔 평면에서의 산란기에 인소니파이하도록 구성되는 제 1 송신기 그룹의 하나의 엘리먼트를 포함하는, 상기 초음파 트랜스듀서 어레이 내의 제 1 송신 어퍼처;

상기 제 1 스캔 평면에서 상기 산란기로부터 초음파 에코들을 수신하도록 구성된 제 1 그룹의 엘리먼트들을 포함하는, 상기 초음파 트랜스듀서 어레이 내의 제 1 수신 어퍼처 – 상기 제 1 수신 어퍼처는 상기 제 1 송신 어퍼처로부터 떨어져 위치되고 상기 제 1 스캔 평면과 정렬됨 –;

상기 산란기로부터 초음파 에코들을 수신하도록 구성되고 상기 제 1 스캔 평면과 정렬된 제 2 그룹의 엘리먼트들을 포함하는, 상기 초음파 트랜스듀서 어레이 내의 제 2 수신 어퍼쳐 – 상기 제 2 수신 어퍼쳐는 상기 제 1 송신 어퍼쳐 및 상기 제 1 수신 어퍼쳐로부터 떨어져 위치됨 –; 및

상기 초음파 트랜스듀서 어레이와 전자 통신하는 제어 시스템 – 상기 제어 시스템은, 상기 제 1 수신 어퍼쳐를 이용하여 에코들을 수신하는 것으로부터 상기 제 2 수신 어퍼쳐를 이용하여 에코들을 수신하는 것으로 스위칭함으로써 상기 시스템의 총 어퍼쳐 사이즈를 변경시키도록 구성되고, 상기 제어 시스템은 제 1 이미지를 형성하기 위해 페이즈 소거 없이 상기 제 1 수신 어퍼쳐의 엘리먼트들에 의해 수신된 에코들을 코히런트하게 결합하고, 제 2 이미지를 형성하기 위해 페이즈 소거 없이 상기 제 2 수신 어퍼쳐의 엘리먼트들에 의해 수신된 에코들을 코히런트하게 결합하도록 추가로 구성되고, 상기 제어 시스템은 상기 제 1 이미지를 상기 제 2 이미지와 비코히런트하게 결합함으로써 상기 제 1 스캔 평면에서의 관심 영역의 초음파 이미지를 형성하도록 또한 구성됨 – 을 포함하는, 초음파 이미징 시스템.

#### 청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 제어 시스템은, 상기 제 1 송신 어퍼쳐, 상기 제 1 수신 어퍼쳐, 및 상기 제 2 수신 어퍼쳐의 위치 및 배향을 설명하는 캘리브레이션 데이터에 액세스하도록 구성되며,

상기 제어 시스템은, 상기 제 1 수신 어퍼쳐 및 상기 제 2 수신 어퍼쳐에 의해 수신된 에코들을 이용하여 초음파 이미지를 형성하도록 구성되는, 초음파 이미징 시스템.

#### 청구항 11

제 9 항에 있어서,

상기 제어 시스템은, 장애물의 검출 시에 자동적으로 상기 총 어퍼쳐 사이즈를 변경시키도록 구성되는, 초음파 이미징 시스템.

#### 청구항 12

초음파 이미징 시스템으로서,

초음파 트랜스듀서 어레이;

초음파 에너지를 이용하여 산란기에 인소니파이하도록 구성된 상기 초음파 트랜스듀서 어레이 내의 제 1 송신 어퍼쳐;

초음파 에너지를 이용하여 상기 산란기에 인소니파이하도록 구성된 상기 초음파 트랜스듀서 어레이 내의 제 2 송신 어퍼쳐;

상기 산란기로부터 초음파 에코들을 수신하도록 구성된 상기 초음파 트랜스듀서 어레이 내의 제 1 수신 어퍼쳐 – 상기 제 1 수신 어퍼쳐는 상기 제 1 송신 어퍼쳐로부터 떨어져 위치됨 –;

상기 산란기로부터 초음파 에코들을 수신하도록 구성된 상기 초음파 트랜스듀서 어레이 내의 제 2 수신 어퍼쳐 – 상기 제 2 수신 어퍼쳐는 상기 제 1 송신 어퍼쳐 및 상기 제 1 수신 어퍼쳐로부터 떨어져 위치됨 –; 및

상기 초음파 트랜스듀서 어레이와 전자 통신하는 제어 시스템 – 상기 제어 시스템은, 제 1 송신 어퍼쳐를 이용하여 초음파 에너지를 송신하는 것으로부터 상기 제 2 송신 어퍼쳐를 이용하여 초음파 에너지를 송신하는 것으로 스위칭하고, 상기 제 1 수신 어퍼쳐를 이용하여 에코들을 수신하는 것으로부터 상기 제 2 수신 어퍼쳐를 이용하여 에코들을 수신하는 것으로 스위칭함으로써, 상기 시스템의 어퍼쳐 시야각을 변경시키도록 구성되고, 상기 제 1 송신 어퍼쳐와 상기 제 1 수신 어퍼쳐 사이의 송신/수신 각은, 상기 제 2 송신 어퍼쳐와 상기 제 2 수신 어퍼쳐 사이의 송신/수신 각과 거의 동일함 – 을 포함하는, 초음파 이미징 시스템.

#### 청구항 13

제 12 항에 있어서,

상기 제어 시스템은, 상기 제 1 송신 어퍼쳐, 상기 제 1 수신 어퍼쳐, 및 상기 제 2 수신 어퍼쳐의 위치 및 배

향을 설명하는 캘리브레이션 데이터에 액세스하도록 구성되며,

상기 제어 시스템은, 상기 제 1 수신 어퍼쳐 및 상기 제 2 수신 어퍼쳐에 의해 수신된 에코들을 이용하여 초음파 이미지를 형성하도록 구성되는, 초음파 이미징 시스템.

#### 청구항 14

제 12 항에 있어서,

상기 제어 시스템은 장애물의 검출 시에 자동적으로 상기 어퍼쳐 시야각을 변경시키도록 구성되는, 초음파 이미징 시스템.

#### 청구항 15

초음파 이미징의 방법으로서,

적어도 하나의 축 주위로 오목한 곡률을 갖는 초음파 트랜스듀서 어레이 상에서 제 1 송신 어퍼쳐를 이용하여 산란기를 향해 초음파 에너지를 송신하는 단계;

상기 초음파 트랜스듀서 어레이 상에서 제 1 수신 어퍼쳐를 이용하여 상기 산란기로부터 초음파 에코들을 수신하는 단계;

상기 산란기와 상기 제 1 수신 어퍼쳐 사이에서 장애물을 검출하는 단계; 및

상기 장애물을 검출한 이후, 상기 초음파 트랜스듀서 어레이의 시야각을 상기 제 1 수신 어퍼쳐로부터 제 2 수신 어퍼쳐로 상기 제 2 수신 어퍼쳐가 가려지지 않을(unobscured) 때까지 조정하는 단계를 포함하는, 초음파 이미징의 방법.

#### 청구항 16

제 15 항에 있어서,

상기 검출하는 단계는, 소노그래퍼(sonographer)에 의해 수행되는, 초음파 이미징의 방법.

#### 청구항 17

제 15 항에 있어서,

상기 검출하는 단계는, 제어 시스템에 의해 자동적으로 수행되는, 초음파 이미징의 방법.

#### 청구항 18

제 15 항에 있어서,

상기 트랜스듀서 어레이에는 적어도 2개의 축들 주위로 오목한 곡률을 갖는, 초음파 이미징의 방법.

#### 청구항 19

제 15 항에 있어서,

상기 검출하는 단계는, 상기 장애물을 검출한 이후, 상기 초음파 트랜스듀서 어레이 상에서 상기 제 2 수신 어퍼쳐를 이용하여 상기 산란기로부터 초음파 에코들을 수신하는 단계를 더 포함하며,

상기 장애물은 상기 산란기와 상기 제 2 수신 어퍼쳐 사이에 위치되지 않는, 초음파 이미징의 방법.

#### 청구항 20

초음파 이미징의 방법으로서,

적어도 하나의 축 주위로 오목한 곡률을 갖는 초음파 트랜스듀서 어레이 상에서 제 1 송신 어퍼쳐를 이용하여 산란기를 향해 초음파 에너지를 송신하는 단계;

상기 초음파 트랜스듀서 어레이 상에서 제 1 수신 어퍼쳐를 이용하여 상기 산란기로부터 초음파 에코들을 수신하는 단계;

상기 산란기와 상기 제 1 송신 어퍼처 사이에서 장애물을 검출하는 단계; 및

상기 장애물을 검출한 이후, 상기 초음파 트랜스듀서 어레이의 시야각을 상기 제 1 송신 어퍼처로부터 제 2 송신 어퍼처로 상기 제 2 송신 어퍼처가 가려지지 않을 때까지 조정하고, 그리고 상기 초음파 트랜스듀서 어레이 상에서 상기 제 2 송신 어퍼처를 이용하여 상기 산란기를 향해 초음파 에너지를 송신하는 단계를 포함하는, 초음파 이미징의 방법.

### 청구항 21

제 20 항에 있어서,

상기 검출하는 단계는 소노그래피에 의해 수행되는, 초음파 이미징의 방법.

### 청구항 22

제 20 항에 있어서,

상기 검출하는 단계는 제어 시스템에 의해 자동적으로 수행되는, 초음파 이미징의 방법.

### 청구항 23

제 20 항에 있어서,

상기 트랜스듀서 어레이는 적어도 2개의 축들 주위로 오목한 곡률을 갖는, 초음파 이미징의 방법.

### 청구항 24

삭제

### 청구항 25

삭제

### 청구항 26

삭제

## 발명의 설명

### 기술 분야

[0001] 본 출원은 발명의 명칭이 "Multiple Aperture Medical Ultrasound Transducers" 으로 2010년 10월 13일자로 출원된 미국 특허출원 제 61/392,896호의 35 U.S.C. 119 하의 우선권을 주장하며, 그 가출원은 그 전체가 여기에 인용에 의해 포함된다.

[0002] 본 출원은 발명의 명칭이 "Method and Apparatus to Produce Ultrasonic Images Using Multiple Apertures" 인 미국 특허 제 8,007,439호, 및 발명의 명칭이 "Imaging with Multiple Aperture Medical Ultrasound and Synchronization of Add-on Systems" 으로 2009년 8월 7일자로 출원된 PCT 출원 제 PCT/US2009/053096호에 관한 것이다. 본 출원은 또한, 발명의 명칭이 "Multiple Aperture Ultrasound Array Alignment Fixture" 로 2010년 4월 14일자로 출원된 미국 특허출원 제 12/760,327호, 발명의 명칭이 "Universal Multiple Aperture Medical Ultrasound Probe" 로 2010년 4월 14일자로 출원된 미국 특허출원 제 12/760,375호, 및 발명의 명칭이 "Point Source Transmission and Speed-of-Sound Correction Using Multi-Aperture Ultrasound Imaging" 로 2011년 2월 17일자로 출원된 미국 특허출원 제 13/029,907호에 관한 것이다.

[0003] 본 명세서에서 언급된 모든 공개물들 및 특허 출원들은, 각각의 개별 공개물 또는 특허 출원이 인용에 의해 포함되는 것으로 특정하게 그리고 개별적으로 표시되는 경우와 동일한 범위까지 인용에 의해 여기에 포함된다.

[0004] 본 발명은 일반적으로, 의학에서 사용되는 이미징 기술들에 관한 것으로, 더 상세하게는, 의료용 초음파, 더 둘째 상세하게는, 다중 어퍼처들을 사용하여 초음파 이미지들을 생성하기 위한 장치에 관한 것이다.

## 배경 기술

- [0005] 종래의 초음파 이미징에서, 초음파 에너지의 포커싱된 범은 조사될 체조직(body tissue)들로 송신되고, 리턴된 에코들이 검출 및 플롯팅(plot)되어 이미지를 형성한다. 심초음파검사(echocardiography)에서, 범은 중심 프로브 위치로부터의 각의 증분들에서 일반적으로 단계적이며, 에코들은 송신된 범들의 경로들을 나타내는 라인들을 따라 플롯팅된다. 복부 초음파검사에서, 범은 일반적으로 측면으로 단계적이어서, 병렬 범 경로들을 생성하고, 리턴된 에코들이 이를 경로들을 나타내는 병렬 라인들을 따라 플롯팅된다.
- [0006] 종래의 초음파 이미징의 기본적인 원리들은, Harvey Feigenbaum (Lippincott Williams & Wilkins, 5th ed., Philadelphia, 1993)에 의해 심초음파검사의 제 1 챕터에 설명되어 있다. 인간의 조직에서의 초음파의 평균 속도  $v$ 가 약 1540m/초가고, 연조직(soft tissue)에서의 범위가 1440 내지 1670m/초이라는 것이 잘 알려져 있다 (P. N. T. Wells, Biomedical Ultrasonics, Academic Press, London, New York, San Francisco, 1977). 따라서, 에코를 생성하는 임피던스 불연속의 깊이는,  $v/2$ 와 곱해진 에코에 대한 라운드-트립 시간으로서 추정될 수 있으며, 진폭은 범의 경로를 나타내는 라인을 따라 그 깊이에서 플롯팅된다. 이것이 모든 범 경로들에 따라 모든 에코들에 대해 행해진 이후, 이미지가 형성된다. 스캔 라인들 사이의 갭들은 통상적으로 보간에 의해 채워진다.
- [0007] 체조직에 인소니파이하기 위해(insonify), 트랜스듀서 엘리먼트들의 어레이에 의해 형성된 범은 조사될 조직들 상에 스캐닝된다. 통상적으로, 동일한 트랜스듀서 어레이는 리터닝 에코들을 검출하는데 사용된다. 범의 생성 및 리터닝 에코들의 검출 양자를 행하기 위한 동일한 트랜스듀서 어레이의 사용은, 의료용 목적들을 위한 초음파 이미징의 사용에서 가장 현저한 제한들 중 하나이며, 이러한 제한은 불량한 측면 분해도를 생성한다. 이론적으로, 측면 분해도는 초음파 프로브의 어퍼쳐를 증가시킴으로써 개선될 수 있지만, 어퍼쳐 사이즈 증가와 관련된 실제상의 문제점들은 어퍼쳐들을 작게 하고 측면 분해도를 감소시킨다. 의심할 바 없이, 초음파 이미징은 이러한 제한에도 불구하고 매우 유용하지만, 그것은 더 양호한 분해도를 갖는다면 더 효율적일 수 있다.
- [0008] 심장학(cardiology)의 실시에서, 예를 들어, 단일 어퍼쳐 사이즈에 대한 제한은 갈비뼈들 사이의 공간(늑간 공간들(intercostal space))에 의해 좌우된다. 복부 및 다른 사용에 대해 의도된 스캐너들에 있어서, 어퍼쳐 사이즈에 대한 제한이 또한 중대한 제한이다. 문제는, 초음파 송신의 속도가 프로브와 관심있는 영역 사이에 있는 조직의 타입에 따라 변하기 때문에, 페이즈에서 큰 어퍼쳐 어레이의 엘리먼트들을 유지하는 것이 어렵다는 것이다. Wells(상기 인용된 Biomedical Ultrasonics)에 따르면, 송신 속도는 연조직들 내에서 플러스 또는 마이너스 10% 까지 변한다. 어퍼쳐가 작게 유지될 경우, 개재된 조직은 동종(homogeneous)인 것으로 가정되며, 그에 따라 임의의 변화가 무시된다. 어퍼쳐의 사이즈가 측면 분해도를 개선시키도록 증가될 경우, 페이즈된 어레이의 부가적인 엘리먼트들은 페이즈 밖에 있을 수도 있으며, 실제로 이미지를 개선시키기보다는 이미지를 열화시킬 수도 있다.
- [0009] 복부 이미징의 경우에서, 어퍼쳐 사이즈를 증가시키는 것이 측면 분해도를 개선시킬 수 있다는 것이 또한 인식된다. 갈비뼈들을 회피하는 것은 문제가 아니지만, 희박하게 채워진 어레이를 사용하여 형성한 범, 특히, 조직 속도 변화는 보상될 필요가 있다. 단일 어퍼쳐 초음파 프로브들을 사용하면, 트랜스듀서 어레이의 엘리먼트들에 의해 사용된 범 경로들이 조직 밀도 프로파일에서 유사하게 고려되기에 충분히 함께 균접하며, 따라서, 보상이 필요하지 않았다고 일반적으로 가정된다. 그러나, 이러한 가정의 사용은 사용될 수 있는 어퍼쳐의 사이즈를 매우 제한한다.
- [0010] 제한된 총 어퍼쳐 사이즈의 문제들은, 예를 들어, 미국 특허 제 8,007,439호, 및 미국 특허 출원 공개번호 제 2011/0201933호에서 예시되고 설명된 바와 같은 다중 어퍼쳐 초음파 이미징 기술들의 개발에 의해 해결된다.
- 발명의 내용**
- [0011] 일 실시형태에서, 초음파 트랜스듀서 어레이 - 초음파 트랜스듀서 어레이는 적어도 하나의 축에 관해 오목한 곡률을 가짐 -, 초음파 에너지를 이용하여 산란기에 인소니파이하도록 구성된 초음파 트랜스듀서 내의 제 1 송신 어퍼쳐, 산란기로부터 초음파 에코들을 수신하도록 구성된 초음파 트랜스듀서 어레이 내의 제 1 수신 어퍼쳐 - 제 1 수신 어퍼쳐는 제 1 송신 어퍼처로부터 떨어져 위치됨 -, 및 초음파 트랜스듀서 어레이와 전자 통신하는 제어 시스템 - 제어 시스템은 제 1 송신 어퍼처 및 제 1 수신 어퍼처의 위치 및 배향을 설명하는 캘리브레이션(calibration) 데이터에 액세스하도록 구성되고, 제어 시스템은 제 1 수신 어퍼처에 의해 수신된 에코들을 이용하여 초음파 이미지를 형성하도록 구성됨 - 을 포함하는 초음파 이미징 시스템이 제공된다.
- [0012] 몇몇 실시형태들에서, 시스템은, 산란기로부터 에코들을 수신하도록 구성된 초음파 트랜스듀서 어레이 내의 제 2 수신 어퍼처 - 제 2 수신 어퍼처는 제 1 송신 어퍼처 및 제 1 수신 어퍼처로부터 떨어져 위치됨 - 를 더 포함

함하며, 여기서, 제어 시스템은, 제 2 수신 어퍼처의 위치 및 배향을 설명하는 캘리브레이션 데이터에 액세스하도록 구성되고, 제어 시스템은 제 1 및 제 2 수신 어퍼처에 의해 수신된 에코들을 이용하여 초음파 이미지를 형성하도록 구성된다.

[0013] 몇몇 실시형태들에서, 초음파 트랜스듀서는 적어도 2개의 축들에 관해 오목한 곡률을 갖는다.

[0014] 일 실시형태에서, 캘리브레이션 데이터는 제어 시스템에 저장된다. 다른 실시형태들에서, 캘리브레이션 데이터는 제어 시스템으로부터 원격으로 저장된다. 일 실시형태에서, 캘리브레이션 데이터는 어레이와 함께 하우징 프로브 내에 하우징된 칩에 저장된다.

[0015] 적어도 하나의 축에 관해 오목한 곡률을 갖는 초음파 트랜스듀서 어레이 상의 송신 어퍼처를 이용하여 산란기를 향해 초음파 에너지를 송신하는 단계, 초음파 트랜스듀서 어레이 상의 제 1 수신 어퍼처를 이용하여 산란기로부터 초음파 에코들을 수신하는 단계, 제 1 송신 어퍼처 및 제 1 수신 어퍼처에서 초음파 트랜스듀서들의 위치 및 배향을 포함하는 캘리브레이션 데이터를 획득하는 단계, 및 제 1 수신 어퍼처에 의해 수신된 초음파 에코들을 이용하여 초음파 이미지를 형성하는 단계를 포함하는 초음파 이미징의 방법이 제공된다.

[0016] 몇몇 실시형태들에서, 방법은 초음파 트랜스듀서 어레이 상의 제 2 수신 어퍼처를 이용하여 산란기로부터 초음파 에코들을 수신하는 단계; 제 2 수신 어퍼처에서 초음파 트랜스듀서들의 위치 및 배향을 포함하는 캘리브레이션 데이터를 획득하는 단계, 및 제 1 및 제 2 수신 어퍼처들에 의해 수신된 초음파 에코들을 이용하여 초음파 이미지를 형성하는 단계를 더 포함한다.

[0017] 또 다른 초음파 이미징 시스템은, 초음파 트랜스듀서 어레이; 초음파 에너지를 이용하여 산란기에 인소니파이하도록 구성된 초음파 트랜스듀서 어레이 내의 제 1 송신 어퍼처, 산란기로부터 초음파 에코들을 수신하도록 구성된 초음파 트랜스듀서 어레이 내의 제 1 수신 어퍼처 - 제 1 수신 어퍼처는 제 1 송신 어퍼처로부터 떨어져 위치됨 -, 산란기로부터 초음파 에코들을 수신하도록 구성된 초음파 트랜스듀서 어레이 내의 제 2 수신 어퍼처 - 제 2 수신 어퍼처는 제 1 송신 어퍼처 및 제 1 수신 어퍼처로부터 떨어져 위치됨 -, 및 초음파 트랜스듀서 어레이와 전자 통신하는 제어 시스템 - 제어 시스템은 제 1 수신 어퍼처를 이용하여 에코들을 수신하는 것으로부터 제 2 수신 어퍼처를 이용하여 에코들을 수신하는 것으로 스위칭함으로써 시스템의 총 어퍼처 사이즈를 변경시키도록 구성됨 - 을 포함한다.

[0018] 일 실시형태에서, 제어 시스템은 제 1 송신 어퍼처, 제 1 수신 어퍼처, 및 제 2 수신 어퍼처의 위치 및 배향을 설명하는 캘리브레이션 데이터에 액세스하도록 구성되며, 여기서, 제어 시스템은 제 1 및 제 2 어퍼처들에 의해 수신된 에코들을 이용하여 초음파 이미지를 형성하도록 구성된다.

[0019] 몇몇 실시형태들에서, 제어 시스템은 장애물의 검출 시에 자동적으로 총 어퍼처 사이즈를 변경시키도록 구성된다.

[0020] 초음파 트랜스듀서 어레이, 초음파 에너지를 이용하여 산란기에 인소니파이하도록 구성된 초음파 트랜스듀서 어레이 내의 제 1 송신 어퍼처; 초음파 에너지를 이용하여 산란기에 인소니파이하도록 구성된 초음파 트랜스듀서 어레이 내의 제 2 송신 어퍼처, 산란기로부터 초음파 에코들을 수신하도록 구성된 초음파 트랜스듀서 어레이 내의 제 1 수신 어퍼처 - 제 1 수신 어퍼처는 제 1 송신 어퍼처와 떨어져 위치됨 -; 산란기로부터 초음파 에코들을 수신하도록 구성된 초음파 트랜스듀서 어레이 내의 제 2 수신 어퍼처 - 제 2 수신 어퍼처는 제 1 송신 어퍼처 및 제 1 수신 어퍼처와 떨어져 위치됨 -, 및 초음파 트랜스듀서 어레이와 전자 통신하는 제어 시스템 - 제어 시스템은, 제 1 송신 어퍼처를 이용하여 초음파 에너지를 송신하는 것으로부터 제 2 송신 어퍼처를 이용하여 초음파 에너지를 송신하는 것으로 스위칭하고, 제 1 수신 어퍼처를 이용하여 에코들을 수신하는 것으로부터 제 2 수신 어퍼처를 이용하여 에코들을 수신하는 것으로 스위칭함으로써 시스템의 어퍼처 시야각을 변경시키도록 구성되고, 제 1 송신 어퍼처와 제 1 수신 어퍼처 사이의 송신/수신각은 제 2 송신 어퍼처와 제 2 수신 어퍼처 사이의 송신/수신각과 대략적으로 동일함 - 을 포함하는 초음파 이미징 시스템이 또한 제공된다.

[0021] 일 실시형태에서, 제어 시스템은 제 1 송신 어퍼처, 제 1 수신 어퍼처, 및 제 2 수신 어퍼처의 위치 및 배향을 설명하는 캘리브레이션 데이터에 액세스하도록 구성되며, 여기서, 제어 시스템은, 제 1 및 제 2 수신 어퍼처들에 의해 수신된 에코들을 이용하여 초음파 이미지를 형성하도록 구성된다.

[0022] 또 다른 실시형태에서, 제어 시스템은 장애물의 검출 시에 자동적으로 어퍼처 시야각을 변경시키도록 구성된다.

[0023] 적어도 하나의 축에 관해 오목한 곡률을 갖는 초음파 트랜스듀서 어레이 상에서 제 1 송신 어퍼처를 이용하여 산란기를 향해 초음파 에너지를 송신하는 단계, 초음파 트랜스듀서 어레이 상에서 제 1 수신 어퍼처를 사용하여

산란기로부터 초음파 에코들을 수신하는 단계, 산란기와 제 1 수신 어퍼쳐 사이에서 장애물을 검출하는 단계, 및 장애물을 검출한 이후, 초음파 트랜스듀서 어레이 상에서 제 2 수신 어퍼쳐를 이용하여 산란기로부터 초음파 에코들을 수신하는 단계를 포함하는 초음파 이미징의 방법이 제공된다.

[0024] 몇몇 실시형태들에서, 검출하는 단계는 소노그래퍼(sonographer)에 의해 수행된다. 다른 실시형태들에서, 검출하는 단계는 제어 시스템에 의해 자동적으로 수행된다.

[0025] 일 실시형태에서, 트랜스듀서 어레이는 적어도 2개의 축들에 관해 오목한 곡률을 갖는다.

[0026] 일 실시형태에서, 검출하는 단계는, 장애물을 검출한 이후, 초음파 트랜스듀서 어레이 상에서 제 2 수신 어퍼쳐를 이용하여 산란기로부터 초음파 에코들을 수신하는 단계를 더 포함하며, 여기서, 장애물은 산란기와 제 2 수신 어퍼쳐 사이에 위치되지 않는다.

[0027] 적어도 하나의 축에 관해 오목한 곡률을 갖는 초음파 트랜스듀서 어레이 상에서 제 1 송신 어퍼쳐를 이용하여 산란기를 향해 초음파 에너지를 송신하는 단계, 초음파 트랜스듀서 어레이 상에서 제 1 수신 어퍼쳐를 이용하여 산란기로부터 초음파 에코들을 수신하는 단계; 산란기와 제 1 송신 어퍼쳐 사이에서 장애물을 검출하는 단계, 및 장애물을 검출한 이후, 초음파 트랜스듀서 어레이 상에서 제 2 송신 어퍼쳐를 이용하여 산란기를 향해 초음파 에너지를 송신하는 단계를 포함하는 초음파 이미징의 방법이 제공된다.

[0028] 일 실시형태에서, 검출하는 단계는 소노그래퍼에 의해 수행된다. 또 다른 실시형태들에서, 검출하는 단계는 제어 시스템에 의해 자동적으로 수행된다.

[0029] 몇몇 실시형태에서, 트랜스듀서 어레이는 적어도 2개의 축들에 관해 오목한 곡률을 갖는다.

[0030] 초음파 이미징 디바이스의 또 다른 실시형태는 프로브 하우징, 프로브 하우징 근처 상에 배치된 적어도 2개의 초음파 트랜스듀서 어레이들, 및 프로브 하우징에 초음파 트랜스듀서 어레이들의 각각을 커플링시키도록 구성된 적어도 하나의 힌지 메커니즘 – 힌지 메커니즘은 관심있는 생리부(physiology)에 일치시키기 위해 초음파 트랜스듀서의 위치 또는 배향의 조정을 허용하도록 구성됨 – 을 포함한다.

[0031] 몇몇 실시형태들에서, 디바이스는 힌지 메커니즘들을 록(lock)하도록 구성된 록킹 메커니즘을 더 포함한다.

[0032] 환자와 접촉하는 적어도 2개의 초음파 어레이들을 갖는 초음파 이미징 프로브를 배치하는 단계, 초음파 어레이들의 각각이 환자의 생리부에 개별적으로 일치시키게 하는 단계, 일치된 구성으로 초음파 어레이들을 록킹하는 단계, 일치된 구성으로 초음파 이미징 프로브를 캘리브레이팅하는 단계, 및 캘리브레이팅 단계 이후, 초음파 이미징 프로브를 이용하여 환자의 초음파 이미지들을 생성하는 단계를 포함하는 초음파 이미징의 방법이 제공된다.

### 도면의 간단한 설명

[0033] 도 1은 어퍼쳐 시야각 및 어퍼쳐 폭 제어들을 갖는 초음파 시스템 제어 패널의 도면이다.

도 2는, 다양한 엘리먼트들이 송신 및 수신 어퍼쳐들로서 지정되는 오목한 곡선 트랜스듀서 어레이의 개략도이다.

도 2a는, 엘리먼트들이 도 2에 관해 호혜적인(reciprocal) 송신 또는 수신 기능부에서 사용하도록 놓여지는 오목한 곡선 트랜스듀서 어레이의 개략도이다.

도 2b는, 송신 및 수신 어퍼쳐들의 엘리먼트들이 유사하게 사이징(size)된 어퍼쳐들을 사용하여 신속하게 연속적으로 서로에 인소니파이하도록 미리 지정되는 오목한 곡선 트랜스듀서 어레이의 실시형태의 개략도이다.

도 2c는, 송신 및 수신 어퍼쳐들이 타겟 영역의 더 큰 분해도를 달성하기 위해 원하는 시야각 주변에서 어떻게 확장될 수 있는지를 나타내는 오목한 곡선 트랜스듀서 어레이의 실시형태의 개략도이다.

도 3은 단일 지정된 송신 어퍼쳐에 의해 송신되고 다중의 지정된 수신 어퍼쳐들에 의해 수신되는 필스를 도시한 오목한 곡선 트랜스듀서 어레이의 실시형태의 개략도이다.

도 3a는 송신 어퍼쳐 및 다중의 수신 어퍼쳐들이 상이한 위치들에서 동작하도록 전자적으로 제어될 수 있는 오목한 곡선 트랜스듀서 어레이의 실시형태의 개략도이다.

도 4는 3차원(3D) 어레이로서 또한 지정되는 2개의 직교 방향들로 곡률을 갖는 오목한 곡선 매트릭스의 실시형태의 개략도이다. 3D 어레이 내의 각각의 엘리먼트는 x, y, 및 z 축들 모두에서 인접한 엘리먼트들에 대해 대

체된다. 이러한 도면에서, 송신 어퍼쳐의 엘리먼트 또는 엘리먼트들은 매체에 인소니파이하도록 지정된다. 매체 내의 다수의 타겟들은 어떻게 체적(volumetric) 데이터가 수집될 수도 있는지를 나타내려는 목적을 위해 도시된다. 다중 수신 어퍼쳐들은, 데이터의 동시 수집이 사운드 조절들의 타이밍 및 조직 속도에 어떻게 관련될 수도 있는지를 나타내도록 도시된다.

도 4a는 3D 어레이의 실시형태를 개략적으로 도시한다. 다중의 송신 어퍼쳐들  $T_1$  내지  $T_N$ 은, 송신 펄스들이 하나 또는 그 초과의 수신 어퍼쳐들  $R_2$  및/또는  $R_3$  상에서 수신된다는 것을 나타내려는 목적을 위해 표시된다. 단일 타겟은 어떻게 데이터가 수집될 수도 있는지를 나타내려는 목적을 위해 표시된다.

도 4b는 x축을 따른 2D 장축(logitudinal) 슬라이스에 대해 데이터를 수집하는데 사용되는 3D 어레이의 실시형태를 개략적으로 도시한다. 이러한 인스턴스(instance)에서, 횡축(transverse axis) z 내의 엘리먼트들의 라인이 송신 어퍼쳐  $T_1$ 을 형성하는데 사용된다. 장축 슬라이스에 따른 데이터는 수신 어퍼쳐  $R_2$ 에 위치된 엘리먼트들에 의해 수집될 수도 있다. 다중의 송신 어퍼쳐들은, 시간에 걸친 데이터 수집을 보조하기 위해 장축 슬라이스의 길이에 따라 사용될 수 있는  $T_1$  내지  $T_5$ 로서 식별된다. 동일한 횡축 슬라이스에 대한 동시 데이터, 또는 상이한 장축 슬라이스에 대한 별개의 데이터 중 어느 하나를 수집하는데 사용될 수 있는 또 다른 수신 어퍼쳐  $R_3$ 가 표시된다.

도 4c는 z 축을 따른 2D 횡축 슬라이스에 대한 데이터를 수집하는데 사용되는 3D 어레이의 실시형태를 개략적으로 도시한다. 이러한 인스턴스에서, 장축 x 내의 엘리먼트들의 라인은 송신 어퍼쳐  $T_1$ 을 형성하는데 사용된다. 횡축 슬라이스를 따른 데이터는 수신 어퍼쳐  $R_2$ 에 위치된 엘리먼트들에 의해 수집될 수도 있다. 시간에 걸친 데이터 수집을 보조하기 위해 장축 슬라이스의 길이를 따라 사용될 수 있는 다중의 송신 어퍼쳐들  $T_1$  내지  $T_5$ 가 표시된다. 동일한 횡축 슬라이스에 대한 동시 데이터, 또는 상이한 횡축 슬라이스에 대한 별개의 데이터 중 어느 하나를 수집하는데 사용될 수 있는 또 다른 수신 어퍼쳐  $R_3$ 가 표시된다.

도 4d는 체적 내에서 하이라이트된 데이터의 2D 장축 슬라이스를 갖는 데이터 체적을 도시한다. 이것은, 디스플레이 상의 동시 표현을 허용하기 위해 거의 실시간으로 더 높은 분해도의 2D 이미징과 체적 3D/4D 이미징을 상호교환하기 위한 다중 어퍼쳐 이미징의 능력을 도시한다.

도 4e는 체적 내에 하이라이트된 데이터의 2D 횡축 슬라이스를 갖는 데이터 체적을 도시한다. 이것은, 디스플레이 상의 표현을 허용하기 위해 거의 실시간으로 더 높은 분해도의 2D 이미징과 체적 3D/4D 이미징을 상호교환하기 위한 다중 어퍼쳐 이미징의 능력을 도시한다.

도 5는 비교적 큰 반경 곡률을 갖는 조직의 매체(예를 들어, 복부, 골반 등)에 걸친 오목한 곡선 프로브를 도시한 개략도이다.

도 5a는 도 5에 도시된 것과 같은 프로브 내의 곡선 어레이(예를 들어, 1D, 1.5D 또는 2D)의 실시형태의 하부도이다.

도 5b는 도 5에 도시된 것과 같은 프로브 내의 매트릭스 어레이(예를 들어, 2D 또는 3D)의 실시형태의 하부도이다.

도 5c는 도 5에 도시된 것과 같은 프로브 내의 CMUT 어레이의 실시형태의 하부도이다.

도 6은, 비교적 작은 반경 곡률을 갖는 조직의 매체(예를 들어, 팔, 다리, 목, 허리, 발목 등)에 걸친 오목한 곡선 프로브의 실시형태를 도시한 개략도이다.

도 6a는, 도 6의 어레이와 유사하지만 케이블 접속들이 프로브 하우징의 측면 상에 행해지게 하는 플렉스(flex) 접속들을 갖는 프로브 하우징 내에 있는 오목한 곡선 어레이의 실시형태의 개략도이다.

도 6b는 도 6 및 도 6a에 도시된 것들과 같은 프로브 내의 곡선 어레이(예를 들어, 1D, 1.5D 또는 2D)의 실시형태의 하부도이다.

도 6c는 도 6 및 도 6a에 도시된 것들과 같은 프로브 내의 곡선 매트릭스(예를 들어, 2D 또는 3D) 어레이의 실시형태의 하부도이다.

도 6d는 도 6 및 도 6a의 도시된 것들과 같은 프로브 내의 CMUT 어레이의 실시형태의 하부도이다.

도 7은 어레이의 장축과 정렬된 조정가능한 핸들을 갖는 도 6a의 프로브의 실시형태의 오목한 트랜스듀서 하우징의 평면도이다.

도 7a는 어레이의 횡축과 정렬된 조정가능한 핸들을 갖는 도 6a의 프로브의 실시형태의 오목한 트랜스듀서 하우징의 평면도이다.

도 7b는 비교적 큰-반경 곡률을 갖는 조작(예를 들어, 복부, 골반 등)의 매체를 통한 도 7a의 오목한 곡선 프로브를 도시한 측면 개략도이다.

도 7c는 도 7a 내지 도 7b에 도시된 프로브 스타일들에 대한 사용에 이용가능한 곡선 어레이(예를 들어, 1D, 1.5D 또는 2D)의 하부도이다.

도 7d는 도 7a 내지 도 7b에 도시된 프로브 스타일들에 대한 사용에 이용가능한 매트릭스 어레이(예를 들어, 2D 또는 3D)의 하부도이다.

도 7e는 도 7a 내지 도 7b에 도시된 프로브 스타일에 대한 사용에 이용가능한 CMUT 어레이의 하부도이다.

도 7f는 도 7a 내지 도 7b에 도시된 것과 같은 프로브에서 사용된 바와 같은, 타원형 패턴으로 배열된 오목한 곡선의 트랜스듀서 어레이(예를 들어, 3D 또는 CMUT)의 하부도이다.

도 7g는 도 7h에 대한 색션 라인을 식별하는 오목한 어레이 프로브 하우징의 평면도이다.

도 7h는 라인 A-B를 따라 취해진 도 7g의 오목한 어레이 프로브 하우징의 단면도이다. 이러한 실시형태는 프로브의 우측면 또는 하부 상의 플렉스 접속기들 및 케이블링 접속들을 도시한다. 캘리브레이션 칩, 동기화 모듈, 프로브 위치 대체 센서가 또한 프로브 핸들에 도시되어 있다.

도 8은 조정가능한 초음파 프로브의 실시형태를 도시한 다이어그램이다. 조정가능한 프로브의 이러한 버전은 5개의 어레이들을 가지며, 그 어레이들 각각은 연관된 플렉스 접속기를 갖는다. 캘리브레이션 칩, 동기화 모듈, 프로브 위치 대체 센서가 또한 프로브 핸들에 도시되어 있다.

도 8a는 원하는 생리부에 매칭하기 위해 커스텀 윤곽 배열로 배치된 도 8의 프로브의 5개의 어레이들을 도시한 다이어그램이다.

도 8b는 도 8의 프로브의 어레이들 중 2개의 단면도이며, 어레이들과 장력(tension) 케이블 사이의 조정가능한 힌지들의 실시형태의 세부사항들을 도시한다. 조정가능한 힌지들은 각각의 어레이의 후면 블록에 접속되는 것으로 도시되어 있다.

도 8c는 도 8에 도시된 것과 같은 프로브 내의 개별 어레이들(예를 들어, 1D 또는 1.5D)의 실시형태를 도시한 하부도이다.

도 8d는 도 8에 도시된 것과 같은 프로브 내의 매트릭스 어레이들(예를 들어, 2D)로서의 개별 어레이들의 실시형태를 도시한 하부도이다.

도 8e는 도 8에 도시된 것과 같은 프로브 내의 CMUT 어레이들로서의 개별 어레이들의 실시형태를 도시한 하부도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0034] 여기에서의 몇몇 실시형태들은, 2 또는 3차원들의 실질적으로 연속적인 오목한 곡선 형상(즉, 이미징될 오브젝트에 관계 오목함)을 가질 수도 있는 초음파 트랜스듀서들의 연속적인 어레이들을 갖는 초음파 프로브들을 설계, 구축 및 사용하기 위한 시스템들 및 방법들을 제공한다. 여기에서의 다른 실시형태들은 조정가능한 프로브들 및 가변 구성들을 갖는 프로브들과 같은 다른 고유한 구성들을 갖는 초음파 이미징 프로브들을 설계, 구축 및 사용하기 위한 시스템들 및 방법들을 제공한다.

[0035] 다중 어퍼처 이미징 방법들과 결합된 캘리브레이팅된 다중 어퍼처 어레이 또는 어레이들의 사용은, 커스텀 형상된 오목한 또는 심지어 조정가능한 프로브들이 초음파 이미징에서 이용되게 한다. 추가적으로, "페이지 내의" 연장된 페이즈된 어레이로부터의 정보를 유지하기 위해 종래의 직사각형 선형, 매트릭스 또는 용량성 마이크로 머시닝된(micromachined) 초음파 트랜스듀서 또는 "CMUT" 어레이들에서의 다양한 단점들을 극복하기 위해 그리고 이미징 측면 분해도의 원하는 레벨을 달성하기 위해, 고유하게 형상된 초음파 프로브 솔루션들이 바람직하다.

- [0036] 몇몇 실시형태들에서, 초음파 이미징 시스템은, 시야각, 범 폭 및 어퍼처 사이즈의 수동 또는 자동 제어를 허용하도록 구성될 수도 있다. 이러한 특성은, 가스, 골격 또는 다른 초음파 불투명 구조들(예를 들어, 척추, 관절들, 말초 혈관, 흉강 내에 위치된 장기 등)에 의해 가려진 조직을 이미징하기를 시도할 경우 매우 유리할 수 있다. 관심 영역(region of interest) 위에 배치된 형상 프로브를 이용하여, 소노그래퍼는 타겟의 시야각을 제어할 수도 있다. 일단 원하는 시야각이 선택되면, 소노그래퍼는 원하는 깊이로 최상의 분해도를 달성하기 위해 어퍼처 폭을 전자적으로 제어할 수도 있다.
- [0037] 일 실시형태에서, (a) 펠스형 압전식 엘리먼트들이 인간의(또는 동물의) 조직으로 초음파 파들을 송신하기 위해 구성된 전자기기들; (b) 결과적인 에코 신호들을 수신하도록 구성된 전자기기들; (c) 이미지들을 형성하기 위해 에코 신호들을 프로세싱하도록 구성된 전자기기들; 및 (d) 수신 서브어퍼처 내에 복수의 수신 엘리먼트들을 갖는 프로브 – 코히런트 평균이 모든 경로들에 걸친 사운드 프로파일의 균일한 속도의 가정에 기초하여 사용될 경우, 산란기들로부터 수신 엘리먼트들 각각으로의 경로들에서의 사운드 변화들의 속도가 페이즈 소거를 회피하는데 충분히 작게 하기 위해 수신 서브어퍼처는 충분히 작음 – 를 갖는 의료용 초음파 장치가 존재한다. 부가적으로, 프로브는 송신 서브어퍼처 내에 송신 엘리먼트 또는 복수의 송신 엘리먼트들을 가질 수도 있으며, 송신 엘리먼트들 중 적어도 하나는 수신 서브어퍼처(들)와 분리되어 있다.
- [0038] 또 다른 실시형태에서, 수신 서브어퍼처를 너무 크게 하여 페이즈 소거가 이미지를 열화시키게 하지 않으면서, 시스템의 측면 분해도를 결정하는 총 어퍼처 폭을 증가시키려는 목적을 위해 수신 서브어퍼처의 엘리먼트로부터 송신 엘리먼트들의 분리가 부과된다.
- [0039] 또 다른 실시형태에서, 송신 엘리먼트들로부터 산란기들로의 경로들에서의 사운드 변화들의 속도가 (사운드의 일정한 공칭 속도를 가정하면, 이를 경로들에 따른 실제 송신 시간들과 이론적인 시간들 사이의 차이들이 실질적으로 작은 양만큼 서로 다르게 하기 위해) 충분히 작도록 송신 서브어퍼처는 충분히 작을 수도 있다. 몇몇 실시형태들에서, 실제 vs 이론적인 이동 시간들에서의 수용가능한 변화는 초음파 펠스의 하나의 기간보다 더 적다. 몇몇 실시형태들에서, 이미징 제어 전자기기는 단일 평(ping)으로 이미징될 조직에 인소니파이하고, 범포밍 및 이미징 프로세싱 전자기기들은 각각의 단일 평에 의해 형성된 이미지들의 코히런트 부가에 의해 이미지들을 형성할 수도 있다. 다른 실시형태들에서, 범포밍 및 이미징 프로세싱 전자기기들은 각각의 단일 평에 의해 형성된 이미지들의 비코히런트 부가에 의해 이미지들을 형성할 수도 있다.
- [0040] 이미징 송신 제어 전자기기들, 범포밍 전자기기들 및 이미징 프로세싱 전자기기들은 여기서, 다중 어퍼처 초음파 이미징(또는 MAUI) 전자기기들로서 집합적으로 지칭될 수도 있다.
- [0041] 또 다른 실시형태에서, MAUI 전자기기는, 이미지들을 정렬시키기 위해 상호 상관과 같은 이미지 정렬을 사용하고 그 후, 비코히런트하게 이미지들을 부가함으로써 이미지들을 형성할 수도 있다.
- [0042] 또 다른 실시형태에서, 송신 어퍼처는 반드시 작을 필요는 없으며, 수신 서브어퍼처를 포함할 수도 있다. MAUI 전자기기들은 단일 평으로 이미징될 조직에 인소니파이할 수도 있고, 각각의 단일 평에 의해 형성된 완성 이미지들의 비코히런트 부가에 의해 이미지들을 형성할 수도 있다. 더 추가적으로, MAUI 전자기기들은 이미지들을 정렬시키기 위해 상호 상관을 사용하고 그 후, 비코히런트하게 이미지들을 부가함으로써 이미지들을 형성하도록 구성될 수도 있다. 또 다른 실시형태에서, 시스템 제어기는, 상이한 그룹들로 형성된 이미지들이 감소된 잡음 및 아티팩트(artifact)들을 갖는 이미지들을 형성하도록 함께 평균될 수 있는 프로세싱 능력을 포함할 수도 있다.
- [0043] 여기에 설명된 개선점들은, 예를 들어, 일반적인 방사선학 오목하게 된 다중 어퍼처 프로브, 팔찌형 다중 어퍼처 프로브, 손바닥형 다중 어퍼처 프로브, 및 조정가능한 다중 어퍼처 프로브를 포함하는 광범위하게 다양한 프로브 타입들에 적용가능하다.
- [0044] 다른 대안적인 실시형태들에서, 본 발명의 양상들은 송신을 위해 포커싱되지 않은 평들을 사용하기 위해 제공되며, 송신 어퍼처는 수신 어퍼처보다 훨씬 더 폭이 넓을 수 있고, 그것을 둘러싸울 수 있다.
- [0045] 부가적인 실시형태들에서, 하나의 어퍼처만의 수신 엘리먼트들은, 코히런트하게 평균된 이미지를 달성하기 위해 사운드 정정의 속도를 사용하지 않으면서, 송신 펠스 또는 파가 수신 엘리먼트의 어퍼처 외부에 그리고 떨어져 위치된 엘리먼트 또는 엘리먼트들의 어레이로부터 도래하는 경우 이미지를 구성하는데 사용될 수 있다.
- [0046] 여기에서의 수 개의 실시형태들이 의료용 초음파 이미징을 참조하여 설명되지만, 당업자는 여기에서의 실시형태들의 특성들 및 이점들이 또한 비-의료용 초음파 이미징 애플리케이션들 또는 초음파의 비-의료용 애플리케이션

들에서 달성될 수도 있음을 인식할 것이다.

[0047] 여기에 사용된 바와 같이, "초음파 트랜스듀서" 및 "트랜스듀서"라는 용어들은 초음파 이미징 기술들의 당업자들에 의해 이해되는 바와 같은 그들 본래의 의미들을 운반할 수도 있으며, 전기 신호를 초음파 신호로 및/또는 초음파 신호를 전기 신호로 변환할 수 있는 임의의 단일 컴포넌트를 제한없이 지칭할 수도 있다. 예를 들어, 몇몇 실시형태들에서, 초음파 트랜스듀서는 압전식 디바이스를 포함할 수도 있다. 다른 실시형태들에서, 초음파 트랜스듀서들은 용량성 마이크로머시닝된 초음파 트랜스듀서들(CMUT)을 포함할 수도 있다.

[0048] 트랜스듀서들은 종종 다수의 개별 트랜스듀서 엘리먼트들의 어레이들로 구성된다. 여기에 사용된 바와 같이, "트랜스듀서 어레이" 또는 "어레이"라는 용어들은 일반적으로, 일반적인 후면 플레이트에 탑재된 트랜스듀서 엘리먼트들의 집합을 지칭한다. 그러한 어레이들은 1차원(1D), 2차원(2D), 1.5차원(1.5D) 또는 3차원(3D)을 가질 수도 있다. 당업자들에 의해 이해되는 바와 같은 다른 차원의 어레이들이 또한 사용될 수도 있다. 트랜스듀서 어레이들은 또한, CMUT 어레이들일 수도 있다. 트랜스듀서 어레이의 엘리먼트는 어레이의 가장 작은 별개의 기능 컴포넌트일 수도 있다. 예를 들어, 압전식 트랜스듀서 엘리먼트들의 어레이의 경우, 각각의 엘리먼트는 단일의 압전식 크리스탈 또는 압전식 크리스탈의 단일의 머시닝된 섹션일 수도 있다.

[0049] 2D 어레이는, 초음파 트랜스듀서 엘리먼트들의 그리드를 포함하는 실질적으로 평면인 구조를 지칭하는 것으로 이해될 수 있다. 그러한 2D 어레이는, 어레이의 표면을 따라 행들 및 열들로 배열된 복수의 개별 엘리먼트들(정사각형, 직사각형 또는 임의의 다른 형상일 수도 있음)을 포함할 수도 있다. 종종, 2D 어레이는 엘리먼트 섹션들을 압전식 크리스탈로 절단함으로써 형성된다.

[0050] 여기에 사용된 바와 같이, 곡선의 1D, 1.5D 또는 2D 트랜스듀서 어레이들에 대한 참조는, 하나의 축(예를 들어, 직사각형 어레이의 횡축)만에 대한 곡률을 갖는 곡선의 표면들을 가진 초음파 트랜스듀서 어레이들을 설명하도록 의도된다. 따라서, 1D, 1.5D 또는 2D 곡선의 어레이들의 실시형태들은 부분적인 원통형 섹션들로서 설명될 수도 있다.

[0051] 여기에 사용된 바와 같이, "3D 어레이" 또는 "3D 곡선 어레이"라는 용어는 2개 또는 그 초과의 축들(예를 들어, 직사각형 어레이의 횡축 및 장축 양자)에 관한 곡률을 갖는 곡선의 표면을 가진 임의의 초음파 트랜스듀서 어레이를 설명하는 것으로 이해될 수도 있다. 3D 곡선 어레이의 엘리먼트들은 3차원으로 모든 인접한 엘리먼트들에 대해 대체될 수도 있다. 따라서, 3D 곡선 어레이들은 포물선 또는 구 표면의 섹션과 같은 3차원 2차 표면 형상을 갖는 것으로 설명될 수도 있다. 몇몇 경우들에서, 3D 어레이라는 용어는 머시닝된 압전식 어레이들에 부가하여 곡선의 CMUT 어레이들을 지칭할 수도 있다.

[0052] 여기에 사용된 바와 같이, "송신 엘리먼트" 및 "수신 엘리먼트"라는 용어들은, 초음파 이미징 기술들의 당업자에 의해 이해되는 바와 같이 그들 본래의 의미들을 운반할 수도 있다. "송신 엘리먼트"라는 용어는, 전기 신호가 초음파 신호로 변환되는 송신 기능을 적어도 잠시 수행하는 초음파 트랜스듀서 엘리먼트를 제한없이 지칭할 수도 있다. 유사하게, "수신 엘리먼트"라는 용어는, 엘리먼트에 닿은 초음파 신호가 전기 신호로 변환되는 수신 기능을 적어도 잠시 수행하는 초음파 트랜스듀서 엘리먼트를 제한없이 지칭할 수도 있다. 초음파의 매체로의 송신은 또한 "인소니파이하는 것"으로서 여기에 지칭될 수도 있다. 초음파 파들을 반사하는 물체 또는 구조는 "반사기" 또는 "산란기"로서 지칭될 수도 있다.

[0053] 여기에 사용된 바와 같이, "어퍼쳐"라는 용어는, 초음파 신호들이 전송 및/또는 수신될 수도 있는 개념적인 "개구"를 지칭할 수도 있다. 실제의 실시에서, 어퍼쳐는 간단히, 이미징 제어 전자기기들에 의해 공통 그룹으로서 집합적으로 관리되는 트랜스듀서 엘리먼트들의 그룹이다. 예를 들어, 몇몇 실시형태들에서, 어퍼쳐는, 인접한 어퍼쳐의 엘리먼트들과 물리적으로 분리될 수도 있는 엘리먼트들의 물리적 그룹화일 수도 있다. 그러나, 인접한 어퍼쳐들은 반드시 물리적으로 분리될 필요는 없다.

[0054] "수신 어퍼쳐", "인소니파이 어퍼쳐", 및/또는 "송신 어퍼쳐"라는 용어들이, 원하는 물리적 관점 또는 어퍼쳐로부터 원하는 송신 또는 수신 기능을 수행하는 개별 엘리먼트, 어레이 내의 엘리먼트들의 그룹, 또는 심지어 공통 하우징 내의 전체 어레이들을 의미하도록 여기에 사용됨을 유의해야 한다. 몇몇 실시형태들에서, 그러한 송신 및 수신 어퍼쳐들은 전용 기능을 갖는 물리적으로 분리된 컴포넌트들로서 생성될 수도 있다. 다른 실시형태들에서, 임의의 수의 전송 및/또는 수신 어퍼쳐들은 필요할 때 전자적으로 동적으로 정의될 수도 있다. 다른 실시형태들에서, 다중 어퍼쳐 초음파 이미징 시스템은 전용-기능 및 동적-기능 어퍼쳐들의 결합을 사용할 수도 있다.

[0055] 여기에 사용된 바와 같이, "총 어퍼쳐"라는 용어는 모든 이미징 어퍼쳐들의 총 누적 사이즈를 지칭한다. 즉,

"총 어퍼처"라는 용어는 특정한 이미징 사이클에 대해 사용된 전송 및/또는 수신 엘리먼트들의 임의의 결합의 가장 먼 트랜스듀서 엘리먼트들 사이의 최대 거리에 의해 정의된 하나 또는 그 초과의 차원들을 지칭할 수도 있다. 따라서, 총 어퍼처는 특정한 사이클에 대한 전송 또는 수신 어퍼처들로서 지정된 임의의 수의 서브-어퍼처들로 구성된다. 단일-어퍼처 이미징 배열의 경우에서, 총 어퍼처, 서브-어퍼처, 송신 어퍼처, 및 수신 어퍼처 모두는 동일한 차원들을 가질 것이다. 다중 어퍼처 이미징 배열의 경우에서, 총 어퍼처의 차원들은 모든 전송 및 수신 어퍼처들의 차원들의 합을 포함한다.

[0056] 몇몇 실시형태들에서, 2개의 어퍼처들은 연속하는 어레이 상에서 서로 인접하게 위치될 수도 있다. 또 다른 실시형태들에서, 2개의 어퍼처들은 연속하는 어레이 상에서 서로 중첩할 수도 있으므로, 적어도 하나의 엘리먼트는 2개의 분리된 어퍼처들의 일부로서 기능한다. 엘리먼트들의 위치, 기능, 수 및 어퍼처의 물리 사이즈는 특정한 애플리케이션에 대해 필요한 임의의 방식으로 동적으로 정의될 수도 있다. 특정한 애플리케이션에 대한 이들 파라미터들에 관한 제한들은 후술될 것이고 및/또는 당업자에게는 명백할 것이다.

[0057] 다중 어퍼처 초음파 이미징 기술들은 초음파 송신 및 수신 기능들의 물리적 및 논리적 분리로부터 실질적으로 이득을 얻을 수 있다. 몇몇 실시형태들에서, 그러한 시스템들은 또한, 송신 어퍼처로부터 물리적으로 이격될 수도 있는 2개 또는 그 초과의 분리된 수신 어퍼처들에서 실질적으로 동시에 에코들을 수신하기 위한 능력으로부터 실질적으로 이득을 얻을 수도 있다. 추가적인 이점들은 송신 어퍼처의 엘리먼트들과는 상이한 스캔 평면 상에 위치된 하나 또는 그 초과의 수신 어퍼처들을 사용함으로써 달성될 수도 있다.

[0058] 여기에 설명된 엘리먼트들 및 어레이들은 또한 멀티-기능일 수도 있다. 즉, 일 인스턴스에서 송신기들로서의 트랜스듀서 엘리먼트들 또는 어레이들의 지정은, 다음의 인스턴스에서의 수신기들로서의 그들의 즉시 재지정을 배제하지는 않는다. 또한, 여기에서의 제어 시스템의 실시형태들은, 사용자 입력들, 미리-셋팅된 스캔 또는 분해도 기준들, 또는 다른 자동적으로 결정된 기준들에 기초하여 그러한 지정들을 전자적으로 행하기 위한 능력을 포함한다.

[0059] 몇몇 실시형태들에서, 수신 어퍼처에서 검출된 각각의 에코는 이미징 전자기기들 내의 휘발성 또는 비-휘발성 메모리에 별개로 저장될 수도 있다. 수신 어퍼처에서 검출된 에코들이 인소니파이 어퍼처로부터의 각각의 펄스에 대해 별개로 저장되면, 전체의 2차원 이미지가 단지 하나의 엘리먼트만큼 적은 엘리먼트에 의해 수신된 정보로부터 형성될 수 있다. 이미지의 부가적인 카피들은, 인소니파이 펄스들의 동일한 세트로부터 데이터를 수집하는 부가적인 수신 어퍼처들에 의해 형성될 수 있다. 궁극적으로, 다수의 이미지들은, 하나 또는 그 초과의 어퍼처들로부터 실질적으로 동시에 생성될 수 있고, 종합적인 2D 또는 3D 이미지를 달성하도록 결합될 수 있다.

[0060] 다중 어퍼처 초음파 이미징(MAUI) 방법들 및 시스템들은 상기 참조된 출원인의 이전의 US 특허 출원들에서 이전에 소개되었다. 이들 출원들은, 완성된 2D 이미지가 형성될 수 있는 독립적인 어퍼처로서 각각의 개별 수신 엘리먼트를 고려하는 실시형태들을 포함한 다중 어퍼처 이미징 기술들 및 시스템들을 설명한다. 많은 그러한 수신 어퍼처들은 동일한 2D 이미지의 많은 재구성들을 형성할 수 있지만, 상이한 포인트 확산 기능들 및 상이한 잡음 컴포넌트들을 갖는다. 이들 이미지들의 결합은 측면 분해도 및 스펙클(speckle) 잡음의 감소 양자의 관점들에서 많이 개선된 전체 이미지를 제공한다.

[0061] 출원인의 이전의 출원들에 설명된 바와 같이, 다중의 수신 어퍼처들로부터의 이미지들이 코히런트하게 결합되기 위해, 송신 엘리먼트(들)(또는 프로브에 대한 몇몇 다른 고정 좌표 시스템)에 대한 각각의 엘리먼트의 상대적인 음향 위치가 원하는 정확도로 정확히 알려져야 한다. 종래에는, 트랜스듀서 엘리먼트들의 위치가 통상적으로, 엘리먼트를 형성하는 구조의 지리적 중심에 대응한다고 가정된다. 예를 들어, 종래의 1D 페이즈된 어레이 프로브의 경우에서, 엘리먼트들의 기계적 위치는 도 6b에서 크리스탈 웨이퍼(110) 내부의 절단들의 사이즈에 의해 결정될 수도 있다. 음향 중심은 일반적으로, 형상된 크리스탈라인 구조의 중심에 있는 것으로 가정된다(예를 들어, 도 6b의 엘리먼트들(120)의 중간 위치로 내려가는 포물선 채널).

[0062] 그러나, 트랜스듀서 엘리먼트들의 음향 위치는 반드시 그들의 지리적 또는 기계적 위치들에 정확히 대응할 필요는 없을 수도 있다. 따라서, 몇몇 실시형태들에서, 어레이 내의 각각의 엘리먼트의 실제 음향 위치는 출원인들의 이전 출원들에 설명된 바와 같이, 캘리브레이션 시스템 및 프로세스에 의해 결정될 수 있다.

[0063] 실질적인 이미징 및 실시 사용 이점들은, 오목한 곡선의 초음파 트랜스듀서 어레이를 이용하여 다수의 어퍼처 이미징 프로세스들을 사용함으로써 달성될 수도 있다. 몇몇 실시형태들에서, 오목한 트랜스듀서 어레이에는, 예를 들어, 도 6에 도시된 바와 같이 비교적 큰 곡률 반경을 가질 수도 있다. 다른 실시형태들에서, 예를 들어, 도 7에 도시된 바와 같이, 오목한 트랜스듀서 어레이는 비교적 작은 곡률 반경을 가질 수도 있다. 몇몇 실시형

태들에서, 그러한 오목한 곡률은 도시된 바와 같이 실질적으로 연속일 수도 있거나, 유사한 오목한 구조는 복수의 선형 세그먼트들을 결합함으로써 형성될 수도 있다. 적절한 캘리브레이션을 이용하여, 사실상 임의의 어레이 형상이 형성 및 이용될 수도 있다.

[0064] 다음의 실시형태들이 단일의 연속적인 트랜스듀서 어레이를 참조하여 설명되지만, 당업자는, 동일한 기본적인 구조들, 특성들 및 이점들이, 원할 때 평면 또는 곡선 형상을 각각 가질 수도 있는 복수의 별개의 트랜스듀서 어레이들을 사용함으로써 달성될 수도 있음을 인식할 것이다. 따라서, 임의의 수의 엘리먼트들 또는 블록들의 어레이들이 여기에 설명된 시스템들 및 방법들을 사용하여 다중 어퍼처 프로브에서 사용될 수도 있음을 인식할 것이다.

[0065] 더 상세히 후술될 바와 같이, 몇몇 실시형태들에서, 오목한 초음파 이미징 프로브는 다수의 고유한 조정 및 제어 파라미터들을 갖는 이미징 제어 전자기기들과 결합하여 사용될 수도 있다. 예를 들어, 적절한 제어 전자기기들과 결합하여 실질적으로 연속하는 오목한 곡선의 트랜스듀서 어레이를 제공함으로써, 송신 및/또는 수신 어퍼처들의 물리적 위치가 프로브를 이동시키지 않으면서 동적으로 변경될 수도 있다. 부가적으로, 송신 및/또는 수신 어퍼처에 할당된 엘리먼트들의 사이즈 및 수가 동적으로 변경될 수도 있다. 그러한 조정들은 오퍼레이터가 사용 및 환자 생리부에서의 광범위한 범위의 변화들에 대해 시스템을 적응시키게 할 수도 있다.

[0066] 도 1은, 어레이(들)를 이용하여 초음파 이미징을 구동 및 제어하도록 구성된 적어도 하나의 초음파 이미징 어레이 및 제어 시스템에 대한 사용을 위해 구성된 다중 어퍼처 초음파 이미징 시스템 제어 패널의 실시형태를 도시한다. 제어 시스템은 MAUI 전자기기들로서 여기에 지칭될 수 있으며, 컴퓨터 프로세서, 메모리, 펄스 생성기, 임의의 부착된 초음파 어레이들을 제어하도록 구성된 소프트웨어로서 그러한 특성들을 포함할 수 있다. MAUI 전자기기들은 본 명세서 전반에 걸쳐 예시되며, 여기에 도시된 초음파 어레이들의 다양한 실시형태들이 MAUI 전자기기들에 의해 각각 구동 및 제어될 수 있음을 이해해야 한다. 몇몇 실시형태들에서, MAUI 제어 패널은 어퍼처 시야각 제어(410) 및 어퍼처 폭 제어(420)와 같은 어퍼처 제어들을 포함할 수도 있다. MAUI 제어 패널은 또한, 각각의 송신 어퍼처 및 각각의 수신 어퍼처에 대해 사용되는 엘리먼트들의 수를 조정하도록 구성된 엘리먼트 제어들(430 및 440)을 각각 포함할 수도 있다. 몇몇 실시형태들에서, 제어들(410, 420, 430, 440)은 버튼들, 손잡이들, 스크롤 휠들, 트랙볼들, 터치 패드들, 슬라이더들 또는 임의의 다른 적절한 휴면 인터페이스 디바이스를 포함할 수도 있다.

[0067] 도 2는 단일의 다중 어퍼처 초음파 이미징 사이클 동안 초음파 트랜스듀서 엘리먼트들의 오목한 곡선 어레이의 일 실시형태를 도시한다. 이러한 도면에서, 송신 어퍼처  $T_1$  내의 하나 또는 그 초과의 엘리먼트들은 에너지를 매체로 송신하는 것으로 도시되어 있다. 송신 범포밍은 페이즈된 어레이를 이용할 수도 있거나 단일 평일 수도 있다. 어느 경우이든, 에너지는 적어도 하나의 반사기(170)를 갖는 관심 영역을 향해 송신된다. 수신 어퍼처 엘리먼트들  $R_1$ 은 MAUI 전자기기(140)에 의해 이러한 송신 사이클 동안 데이터를 수집하도록 전자적으로 지정될 수도 있다.

[0068] 각각의 엘리먼트의 위치를 정의하는 캘리브레이팅된 음향 위치 데이터에 기초하여, 이러한 캡쳐 기간 동안 송신 어퍼처  $T_1$ 의 엘리먼트(들)로부터의  $R_1$  내의 모든 수신 엘리먼트들의 개별 거리들은 펌웨어 또는 하드웨어에서 계산될 수도 있다. 이것은, 수신 어퍼처  $R_1$ 로부터의 데이터가 수신 시에 즉시 실시간으로, 정렬된 이미지로 어셈블리되게 한다.

[0069] 종래의 페이즈된 어레이 프로브의 단일 어퍼처의 사이즈(예를 들어, 폭) 및 그에 따른 분해도는 트랜스듀서와 관심있는 장기 사이의 조직에서의 사운드의 속도의 변화에 의해 매우 제한될 수 있다. 몸 전반에 걸친 다양한 연조직들에서의 사운드의 속도가  $\pm 10\%$  만큼 변할 수 있지만, 사운드의 속도가 트랜스듀서와 관심있는 장기 사이의 경로에서 일정하다고 일반적으로 가정된다. 이러한 가정은, 하나의 트랜스듀서 어레이(예를 들어, 송신 및 수신 양자를 위해 사용된 단일 어레이)를 사용하는 시스템들에서 협소한 트랜스듀서 어레이들에 대해 유효하다. 그러나, 사운드의 일정한 속도 가정은, 초음파 펄스들이 더 많은 조직 및 가능하면 다양한 타입들의 조직을 통과하기 때문에, 프로브의 총 어퍼처가 더 넓게 될 경우 붕괴된다. 트랜스듀서 어레이의 길이 하의 조직 다양성은 송신 및 수신 기능들 양자에 영향을 줄 수도 있다.

[0070] 도 2의 반사기(170)와 같은 반사기가 송신 엘리먼트들의 그룹으로부터의 포커싱된 펄스 또는 단일 송신 엘리먼트로부터의 평 중 어느 하나에 의해 인소니파이될 경우, 반사기(170)는 지정된 수신 어퍼처  $R_1$ 의 엘리먼트들 모두에 에코를 다시 반사한다. 반사기(170)로부터  $R_1$  내의 수신기 엘리먼트들 각각으로의 경로들에서의 사운드의

속도 변화들이 기준으로서 선택된 하나의 경로에 대한  $+/-180$  도 페이즈 시프트를 초과하지 않으면, 이러한 수신 어퍼쳐 내의 엘리먼트들에 의해 수집된 이미지들의 코히런트 부가는 효율적일 수 있다.

[0071] 코히런트 부가가 효율적일 수 있는 어퍼쳐  $R_1$ 의 최대 물리 사이즈는, 환자 내의 조직 변화에 의존하며, 미리 정확히 계산될 수 없다. 종래의 초음파 이미징 시스템들은 통상적으로, 광범위한 범위의 기대된 사용들에 대한 페이즈 충돌들을 회피하기 위해 광범위한 범위의 가능한 환자들, 연구들 및 시야각들에 대해 타협된 어퍼쳐 폭을 이용하여 설계된다. 그러나, 그들이 타협을 수반하기 때문에, 그러한 종래의 프로브들은 반드시 최적의 이미지를 생성하지는 않는다. 페이즈 코히런트는, 포커싱된 송신 빔을 생성하기 위해 엘리먼트들의 그룹을 사용할 경우 동등하게 중요하며, 종종 종래의 트랜스듀서 어레이 폭들 및 동작에서 다시 타협한다.

[0072] 따라서, 몇몇 실시형태들에서, 송신 및/또는 수신 어퍼쳐들의 사이즈(예를 들어, 지정된 엘리먼트들의 수의 관점들에서는 폭)는, 도 1에 도시된 다중 어퍼쳐 초음파 이미징 시스템 제어 패널과 같은 제어들을 사용하여 자동적으로 또는 수동으로 제어될 수도 있다. 어퍼쳐 사이즈를 조정하는 것은, 오퍼레이터가 각각의 개별 환자에 대해 최상의 어퍼쳐를 발견하게 할 수도 있다. 대안적인 실시형태들에서, 최적의 어퍼쳐 사이즈는, 수 개의 어레이 사이즈들을 신속하게 시도하고 최상의 이미지 날카로움(acuity)(예를 들어, 선명함, 고주파수 콘텐츠)을 산출하는 하나를 선택하도록 제어 전자기기를 프로그래밍함으로써 자동적으로 발견될 수도 있다. 따라서, 몇몇 실시형태들에서, 제어 패널은, 그러한 자동적인 어퍼쳐-사이즈-결정 절차를 개시하기 위한 버튼 또는 다른 제어를 포함할 수도 있다. 몇몇 실시형태들에서, 그러한 어퍼쳐 사이즈 조정들은 프로브 또는 애플리케이션에 대해 총 어퍼쳐 사이즈에 적용될 수도 있다. 대안적으로 또는 부가적으로, 그러한 어퍼쳐 사이즈 조정들은 개별 송신 또는 수신 어퍼쳐들에 적용될 수도 있다.

[0073] 특정한 환자 또는 애플리케이션에 대한 최적의 수신 어퍼쳐 사이즈는 전자적으로 결정되거나 수동으로 제어될 수도 있다. 최적의 어퍼쳐는, 페이즈 내에 여전히 있으면서 최상의 신호 대 잡음비를 유지하는 어퍼쳐 사이즈이다. 너무 넓은 어퍼쳐는, 이를 품질들 중 하나 또는 양자를 손실할 것이고, 이미지를 열화시킬 것이다. 따라서, 몇몇 실시형태들에서, 소노그래퍼는, 자신이 이미지 품질에서 추가적인 개선들을 관측하지 못할 때까지 제어들(410, 420, 430, 및 440)을 조작함으로써 도 2의 각각의 수신기 그룹  $R_1$ 에 대해 사용된 수신기 엘리먼트들의 그룹의 사이즈를 제어할 수도 있다. 또 다른 실시형태에서, MAUI 전자기기(140)에서의 제어기는, 페이즈 내에 여전히 있으면서, 최상의 신호 대 잡음비를 결정함으로써 수신기 그룹  $R_1$ 에 대해 사용되는 수신기 엘리먼트들의 그룹의 사이즈를 자동적으로 선택하도록 구성될 수 있다.

[0074] 송신기 엘리먼트들  $T_1$ 의 그룹의 사이즈는, 송신된 펄스가 트랜스듀서 엘리먼트들의 그룹의 페이즈된 파이어링(firing)으로부터 형성된 포커싱된 빔 또는 한번에 단지 하나 또는 몇몇 엘리먼트들로부터의 포커싱되지 않은 펄스인지에 의존한다. 제 1 경우에서, 송신 어퍼쳐 사이즈는 최적의 수신기 어퍼쳐 사이즈와 동일한 사이즈로 제한될 수도 있다. 포커싱되지 않은 평들을 사용하는 실시형태들에서, 송신기 엘리먼트들로부터 (170)과 같은 반사기로의 경로 시간에서의 변화가 반사기(170)에 대응하는 포인트의 디스플레이된 위치만을 변경시킬 것이므로, 송신 어퍼쳐 사이즈는 훨씬 덜 중요하다. 예를 들어, 수신기 경로들에서 180도의 페이즈 시프트를 초래하는 변화는 완성된 페이즈 소거를 초래하지만, 송신 경로들 상에서의 동일한 변화는 단지 하프(half) 파장(통상적으로, 0.2mm)의 디스플레이된 위치 예러를 초래하여, 통상적으로 인지되지 않을 왜곡을 초래한다.

[0075] 따라서, 도 2를 계속 참조하면, 송신 어퍼쳐  $T_1$ 의 엘리먼트(들)로부터 반사기(170)까지의 경로들에 따른 사운드의 속도는 수신 신호들의 코히런트 부가에서 고려될 필요가 없다. 한편, 몇몇 실시형태들에서, 수신기 그룹  $R_1$ 의 어퍼쳐 사이즈는 종래의 페이즈된 어레이에 대해서 만큼 클 수도 있다(예를 들어, 약 2cm). 그러나, 종래의 어레이와는 달리, 시스템의 측면 분해도를 결정하는 총 어퍼쳐(190)(예를 들어, 도 2의 실시형태의  $T_1$ 의 최좌측 송신 엘리먼트로부터  $R_1$ 의 최우측 수신 엘리먼트까지의 최대 거리)는 훨씬 더 크다.

[0076] 단일 이미지는, 단일 인소니파이 평의 결과로서 수신기 엘리먼트들에 도달한 신호들 모두의 코히런트 평균에 의해 형성될 수 있다. 다중 평들로부터 초래하는 이를 이미지들의 합산은 코히런트 부가, 비코히런트 부가, 또는 그룹들에 의한 코히런트 부가와 그룹들로부터의 이미지들의 비코히런트 부가의 결합 중 어느 하나에 의해 달성될 수도 있다. (부가 전에 페이즈 정보를 보유하는) 코히런트 부가는 분해도를 최대화시키지만, (페이즈가 아니라 신호들의 크기를 사용하는) 비코히런트 부가는 등록 예러들의 효과들을 최소화시키고, 스펙트럼을 평균한다. 2개의 모드들의 몇몇 결합은 아마도 최상이다. 코히런트 부가는, 함께 근접한 송신 엘리먼트들로부터 초래하고 따라서, 매우 유사한 조직 계층들을 통해 송신된 펄스들을 생성하는 평 이미지들을 평균하는데 사용될

수 있다. 그 후, 비코히런트 부가가 사용될 수 있으며, 여기서, 페이즈 소거가 문제일 것이다. 사운드의 속도 변화들로 인한 송신 시간 변화의 극단적인 경우에서, 2D 이미지 상관은 부가 전에 평 이미지들을 정렬시키는데 사용될 수 있다.

[0077] 송신 및 수신 어퍼쳐들을 분리시킴으로써 달성되는 넓은 어퍼쳐는, 다중 어퍼쳐 초음파 이미징(MAUI)과 연관된 더 높은 분해도 이미징을 허용하는 것이다. 그러나, 이러한 넓은 어퍼쳐는 그 자체로, 초음파 이미징의 또 다른 상당한 열화기(detractor), 즉 스페클 잡음을 감소시키지 않는다.

[0078] 스페클 잡음 패턴들은 송신 소스와 연관된다. 즉, 수신 범포밍 동안, 프로브 또는 조직이 이미징되는 한, 디스플레이된 이미지에서 일정한 "스노우(snow)"로서 나타나는 평 송신 소스 또는 일정한 상태 페이즈된 어레이로부터의 스페클 잡음 패턴은, 이미징 동안 현저히 변화되거나 이동되지 않는다. 프로브가 이동되거나 꼬여지지 (twist) 않으면, 이미지 상의 스페클 잡음 또는 "스노우"는 이미지의 새로운 부분을 불명료하게 할 것이다. 따라서, 교번하는 송신 어퍼쳐들로부터의 송신들로부터 단일 수신 어퍼쳐에서 수집된 데이터는, 후속하여 많은 상이한 스페클 잡음 패턴들을 가질 것이다.

[0079] 도 2에 도시된 실시형태에서, 수신 어퍼쳐  $R_1$ 에서 수집된 데이터는 단일 송신 소스  $T_1$ 으로부터 도래하고 있으며, 따라서, 단일의 일관된 스페클 잡음 패턴을 가질 것이다. 그 자체에 의하면, 현재 이것은 종래의 초음파의 동일한 제한 팩터이다. 그러나, 제 1 이미지 캡쳐의 완료 시에 도 2a의 호혜적인 위치들  $T_{1R}$  및  $R_{1R}$ 로부터의 제 2 인소니피케이션(insonification)을 개시함으로써, 제 2 이미지가 거의 즉시 획득될 수도 있다. (송신 소스  $T_{1R}$ 로부터의) 이러한 제 2 이미지는 (송신 소스  $T_1$ 로부터의) 제 1 이미지와는 상이한 스페클 잡음 패턴을 가질 것이다. 따라서, 2개의 이미지들을 결합함으로써, 양자의 스페클 잡음 패턴들은 실질적으로 식별 및 제거될 수도 있다. 어레이 엘리먼트들에서의 송신기 및 수신기의 역할들을 반전시키기 위한 능력은, 일단 결합되면 서로를 실질적으로 소거시킬 상이한 잡음 패턴들을 생성한다. 이러한 어레이 역할 반전의 결과는, 더 넓은 총 어퍼쳐 (190)로부터의 동일한 높은 분해도를 여전히 유지하면서, 훨씬 더 명확한 초음파 이미지이다.

[0080] 도 2b는, 오목한 곡선의 다중 어퍼쳐 어레이가 관심 영역(170)의 다수의 상이한 관점들을 통해 사이클링(cycle)하는 실시형태를 나타낸다. 이러한 프로세스의 이점은, 동일한 타겟의 순차적인 이미지들을 획득하고, 그 후, 소노그래피로의 더 종합적인 표현을 위해 이미지들을 결합하는 것이다. 이러한 경우에서, MAUI 전자기기 (140)는, 고정된 최대 총 어퍼쳐 폭을 유지하면서, 어레이 또는 집합적인 어레이들의 전체 폭에 걸쳐 송신 및 수신 어퍼쳐들의 프로그래밍 가능한 시퀀스를 통해 간단히 사이클링할 수도 있다.

[0081] 몇몇 실시형태들에서, 이러한 타입의 어레이는 어레이에서 간격을 두고 배치된(intersperse) 상이한 주파수 범위들을 갖는 송신 및 수신 엘리먼트들을 포함하도록 구성될 수도 있다. 일 예로서,  $T_1$  및  $R_1$ 은 2MHz로 튜닝될 수 있고,  $T_2$  및  $R_2$ 는 5MHz로 튜닝될 수 있으며,  $T_3$  및  $R_3$ 은 10MHz로 튜닝될 수 있다. 이러한 기술은 이미지들에서 스페클 잡음을 추가적으로 감소시킬 것이다.

[0082] 도 2b는 또한, 시야각 제어로 지정되는 다중 어퍼쳐 어레이들의 몇몇 실시형태들의 또 다른 고유한 특성을 나타낸다. 시야각은,  $T_1$ 으로부터 (170)까지 그리고  $R_1$ 으로부터 (170)까지 그려질 수 있는 라인들(180 및 190) 사이의 각  $\alpha$ 로서 정의될 수도 있다. 몇몇 실시형태들에서, MAUI 전자기기들(140)은, 송신  $T_1$  및 수신  $R_1$  어퍼쳐들 사이의 총 거리를 변경시키지 않으면서, 어레이 또는 어레이들을 따라 송신  $T_1$  및 수신  $R_1$  어퍼쳐들을 자동적으로 이동시키도록 구성될 수도 있다. 다른 실시형태들에서, 송신 및 수신 어퍼쳐들은, 예를 들어, 도 1의 시야각 제어(410)를 이용하여 수동으로 이동될 수 있다.

[0083] 몇몇 실시형태들에서, 이미지들의 추가적인 개선들은 종종, (송신 및 수신 기능들에 관해 그룹들의 지정들을 스위칭하는 것을 포함하여) 그룹들의 위치들을 신속하게 변경시키고 결과적인 이미지들을 비코히런트하게 부가함으로써 획득될 수 있다.

[0084] 장애물(예를 들어, 척추, 갈비뼈, 손목뼈 등)을 생성하는 생리부 근방에 위치된 어레이에는, 완성된 이미지를 결합 또는 혼합할 수 없을 것이다. 종래의 프로브를 이용하면, 소노그래피는 명료한 초음파 윈도우를 획득하기 위해 환자의 피부 상에서 프로브를 물리적으로 이동시킬 것이다. 그러나, 동적 다중 어퍼쳐 초음파 프로브를 이용하면, 프로브의 시야각은 관측 시야 내의 장애물을 보상하도록 조정될 수 있다. 예를 들어,  $T_2$  및  $R_2$ 에 의해 생성된 시야가 뼈 또는 다른 장애물(150)에 의해 방해되면, MAUI 전자기기들(140)은, 관심 영역이 명료하게 될 때까지,  $T_1$  및  $R_1$ 으로 또는 대안적으로는  $T_3$  및  $R_3$ 로 그 시야각을 자동적으로 회전시킬 수 있다. 다른 실시

형태들에서, 이러한 기술은 소노그래피에 의해 수행될 수 있다.

[0085] 도 2c는 총 어퍼쳐 사이즈 제어로서 여기에 지칭되는 다중 어퍼쳐 어레이들의 몇몇 실시형태들의 또 다른 중요한 능력을 도시한다. 이러한 실시형태에서,  $T_{1A}$  및  $R_{1A}$ 에 의해 생성된 시야각은, 장애물(150)을 회피하는 반사기(170)를 포함한 관심 영역의 장애물-없는 시야를 제공한다. 이러한 예에서, 시스템은  $A_{1A}$ 의 총 어퍼쳐 폭을 다중 어퍼쳐 이미징에 제공하고 있다. 총 어퍼쳐 사이즈 제어를 사용하면, 총 어퍼쳐 폭은, 고정된 시야각 중심을 유지하면서, 어레이 상에서 내측 또는 외측 중 어느 하나로 변화될 수 있다. 따라서, 몇몇 실시형태들에서, 총 어퍼쳐 사이즈가 조정됨에 따라, 송신 및 수신 어퍼쳐들 양자는, 본래의 시야각을 유지하기 위해 고정된 시야각 중심으로부터 외측 또는 내측으로 동일한 레이트로 전자적으로 이동될 수도 있다.

[0086] 라디안 분해도는  $\lambda/d$ 에 비례하며, 여기서,  $\lambda$ 는 파장이고,  $d$ 는 총 어퍼쳐 폭이다. 총 어퍼쳐가 넓어짐에 따라, 분해도가 더 높아지며; 총 어퍼쳐가 작아짐에 따라, 분해도가 작아진다. 총 어퍼쳐 폭은, 선택된 시야각에 대해 최상의 가능한 분해도를 획득하도록 변화될 수 있다. 예를 들어, 도 2c의 실시형태에서, 총 어퍼쳐 폭은,  $T_{1B}$ 와  $R_{1B}$  사이에서 총 어퍼쳐 폭을 선택함으로써 최대화될 수 있으며,  $A_{1B}$ 의 총 어퍼쳐 폭을 초래한다.

[0087] 부가적인 실시형태들에서, 도 3 및 도 3a에 도시된 바와 같이, 데이터는 단일 송신 펄스에 대해 다중 수신 어퍼쳐들에서 수집될 수도 있다. 이러한 방식의 데이터 수집은 실시간 데이터 수집 동안 증가된 어퍼쳐 폭  $A_1$ 의 부가된 이점을 제공한다.

[0088] 도 3에서, 총 어퍼쳐 폭  $A_1$ 은, 수신 어퍼쳐들  $R_1$  및  $R_2$ 의 가장 바깥쪽의 엘리먼트들 사이의 거리에 의해 결정된다. 도 3a에서, 총 어퍼쳐 폭  $A_1$ 은 송신 어퍼쳐  $T_1$  및 수신 어퍼쳐  $R_2$ 의 가장 바깥쪽의 엘리먼트들 사이의 거리에 의해 결정된다. 다중 어퍼쳐들이 수신 빔포머에서 동시에 사용되고 있으므로, 더 높은 분해도가 실시간으로 달성될 수 있다. 이러한 능력은, 관상동맥 밸브들(coronary valves)과 같은 이동중인 오브젝트들 상의 정밀한 데이터 캡처를 허용한다.

[0089] 그러나, 단일 수신 어퍼쳐만을 사용하는 실시형태들과는 달리, 다중 수신 어퍼쳐 빔포밍은 종종, 관심 영역에 대한 다중 시선들(lines of sight)(예를 들어, 도 3 및 도 3a를 참조하면, 제 1 시선은 반사기(170)로부터  $R_1$ 까지이고, 제 2 시선은 반사기(170)로부터  $R_2$ 까지임)을 따라 위치된 상이한 조직 감쇄 속도들을 수용하도록 사운드의 속도 정정을 요구한다. 이러한 계산은, 상이한 수신 어퍼쳐들로부터 거의 동시에 수집된 데이터가 코하리트하게 결합되면 행해져야 한다. 그러한 사운드의 속도 정정들에 대한 기술들 및 방법들의 실시형태들은, 상기 참조된 출원인들의 이전 특허 출원들에서 설명된다.

[0090] 도 2 내지 도 3a의 예들은, 동일한 스캔 계획 내에서 정렬된 엘리먼트들을 갖는 다중 어퍼쳐 어레이 또는 어레이들을 사용한 다중 어퍼쳐 이미징의 실시형태들을 나타낸다. 그러한 어레이들은 1D, 1.5D, 또는 2D 또는 CMUT 오목한 곡선 어레이들일 수도 있다. 3D 체적들은 그러한 시스템들을 사용하여 생성된 2D 슬라이스들을 3D 체적으로 접합(piece)시킴으로써 구성될 수 있다. 이것은 포스트(post) 프로세싱 기능이므로, 1D 다중 어퍼쳐 어레이로부터의 데이터는 (또한, 4D 이미징으로서 알려진) 실시간으로 3D 데이터를 이미징할 수 없다.

[0091] 1.5D, 2D, 3D 및 CMUT 트랜스듀서 어레이들의 오목한 곡선 어레이들의 실시형태들은, 이제 조사될 더 많은 능력을 갖는다. 그러한 어레이들은 하나 또는 2개 또는 그 초과의 축들에 관해 오목한 곡률을 가질 수도 있다. 다음의 실시형태들의 대부분이 2개의 축들에 관해 곡률을 갖는 어레이들을 참조하여 설명되지만, 유사한 방법들은 하나의 축만에 관해 곡률을 갖는 트랜스듀서 어레이들을 사용하여 적용될 수도 있다.

[0092] 도 4는 2개의 직교 축들에 관해 곡률을 갖는 오목한 3D 트랜스듀서 어레이(300)를 도시한다. 몇몇 실시형태들에서, 3D 오목한 곡선 어레이(300)는 머시닝된 압전식 트랜스듀서들을 사용하여 구성될 수도 있다. 다른 실시형태들에서, 어레이(300)는 도 6c, 도 7e 또는 도 8e에 도시된 것들과 같은 CMUT 트랜스듀서들을 사용하여 구성될 수도 있다. 3D 어레이의 캘리브레이션은, 어레이의 각각의 엘리먼트가 x 축(301), y 축(302) 및 z 축(303)에서 약간 상이한 위치들을 가질 경우 필요할 수도 있다.

[0093] 몇몇 실시형태들에서, 엘리먼트 위치 정보를 포함하는 캘리브레이션 데이터는, 그것이 프로세싱 동안 MAUI 전자기기들에 의해 사용될 수 있도록 캘리브레이션 칩 온보드의 각각의 MAUI 프로브에 저장될 수도 있다. 다른 실시형태들에서, 엘리먼트 위치 정보를 포함하는 캘리브레이션 데이터는, 프로브 또는 초음파 이미징 시스템 내의 통신 컴포넌트들에 의해 전자적으로 액세스될 수도 있는 원격 데이터베이스에 저장될 수도 있다. 예를 들어, 캘리브레이션 데이터는, 초음파 이미징 시스템에 의해 액세스될 수도 있는 인터넷-액세스가능한 데이터베이스에

저장될 수도 있다. 그러한 실시형태들에서, 프로브는, 원격 데이터베이스 내의 대응하는 캘리브레이션 데이터와 연관될 수도 있는 고유한 식별자를 저장한 칩을 포함할 수도 있다.

[0094] 도 4의 도면에서, 다중 어퍼처 데이터 수집의 스냅샷이 전체 체적(310)의 이미지를 구축하기 위한 루트 상에 도시되어 있다. 여기서, 송신 어퍼처  $T_1$ 의 엘리먼트 또는 엘리먼트들은, (321 및 322)와 같은 산란기들을 포함하는 체적으로 펠스를 송신한다. 수신 어퍼처  $R_2$ 를 구성하는 엘리먼트들은 다양한 형상들로 어셈블리될 수도 있다. 여기서, 엘리먼트들의 정사각형은 수신 어퍼처들  $R_2$  및  $R_3$ 를 구성한다. 상술된 바와 같이, 송신 어퍼처  $T_1$ 로부터 반사기(321 또는 322)까지의 경로를 따른 사운드의 속도는, 단일 어퍼처가 수신하는데 사용되는 한, 수신된 신호들의 코히런트 부가와 관련이 없지만, 사운드의 속도 정정들은, 다중 수신 어퍼처들  $R_1$  및  $R_2$ 를 사용할 경우 이미지 품질을 개선시키기 위해 행해질 수 있다.

[0095] 몇몇 실시형태들에서, 수신 어퍼처  $R_2$ 의 사이즈는 종래의 페이즈된 어레이에 대해서 만큼 클 수도 있다(예를 들어, 약 2cm). 그러나, 종래의 어레이와는 달리, 시스템의 측면 및 횡축 분해도를 결정하는 총 어퍼처(340)는, 송신기  $T_1$ 으로부터 수신기 엘리먼트들  $R_2$ 의 그룹까지의 거리를 포함하여 훨씬 더 크며, 전체 어레이(300)만큼 넓을 수 있거나, 송신기가 프로브내의 (또는 전자 통신하는 별개의 프로브 내의) 또 다른 어레이 상에 위치되었다면 더 넓을 수 있다. 수신 어퍼처  $R_2$ 에 위치된 엘리먼트들 각각은  $T_1$  송신 펠스로부터 체적 데이터를 수집한다. 사운드의 속도 정정이 단일 어퍼처에서 단일 송신 펠스로부터 수집된 데이터에 대해 요구되지 않으므로,  $R_2$ 의 각각의 엘리먼트로부터의 데이터는 프리(pre)-프로세싱에서 다른 엘리먼트들을 이용하여 코히런트하게 평균되지 않을 수도 있다.

[0096] 사운드의 속도 정정은, 송신 어퍼처의 사이즈(즉, 송신 어퍼처의 가장 바깥쪽의 엘리먼트들 사이의 총 거리)에 의존하여 다중 펠스들에 대한 체적 렌더링들을 평균하기 위해 요구될 수도 있거나 요구되지 않을 수도 있다. 송신 어퍼처가, 송신 엘리먼트들이 실질적으로 동일한 타입들의 조직을 통해 송신하기에 충분히 작으면, 코히런트 부가가 여전히 가능할 수도 있다. 송신 어퍼처가 더 크면, 비코히런트 부가의 형태의 사운드의 속도 정정이 요구될 수도 있다.

[0097] 송신 엘리먼트들이 훨씬 더 이격되어 있기에 충분히 송신 어퍼처가 크면, 정정은 각각의 엘리먼트에서 수신된 예코들의 비코히런트 부가의 형태를 취할 수도 있지만, 날카로움을 최대화시키기 위해 상호 상관, 또는 시야각, 개별 어퍼처 사이즈 및/또는 총 어퍼처 사이즈의 조정과 같은 몇몇 형태의 조정에 의해 정렬이 달성될 수도 있다. 3D 오목한 어레이는, 자신의 오목한 곡률 및 폭 때문에, 종래의 공통 평면 2D 어레이들보다 관심 영역의 더 양호한 시야각들을 기계적으로 제공할 수도 있다.

[0098] 몇몇 실시형태들에서, 3D 어레이는 또한, 다양한 밀도의 조직들을 이미징할 수도 있다. 도 4는, 송신 어퍼처  $T_1$ 로부터의 단일 송신 펠스 동안  $R_2$ 와 동시에 사용될 수 있는 제 2 수신  $R_3$  어퍼처를 도시한다. 그러나, 단일 수신 어퍼처 상황과는 달리, 다중 수신 어퍼처 빔포밍은, 관심 영역에 대한 다중 "시선들"을 따라 위치된 상이한 조직 감쇄 속도들을 수용하도록 사운드의 속도 정정을 요구할 수도 있다.

[0099] 이러한 경우에서, 어퍼처  $R_3$ 에 위치된 엘리먼트들은  $T_1$  송신 펠스로부터 체적 데이터를 수집할 수도 있다. 또한, 사운드의 속도 정정이 단일 수신 어퍼처  $R_3$ 의 다중 엘리먼트들에 의해 수신된 예코들에 대해 요구되지 않으므로,  $R_3$  내의 각각의 엘리먼트로부터의 데이터는 프리-프로세싱에서  $R_3$ 의 다른 엘리먼트들을 이용하여 코히런트하게 평균될 수도 있다.

[0100]  $R_2$  및  $R_3$ 에 대한 체적들은 메모리에 저장될 수도 있고, 그 후, 단일 3D 체적을 생성하기 위해 서로를 이용하여 비코히런트하게 평균될 수도 있다. 수신 어퍼처들  $R_2$  및  $R_3$ 만이 여기에 도시되어 있지만, 임의의 수의 수신 어퍼처들이 사용될 수 있다. 몇몇 실시형태들에서, 수신 어퍼처들은 총 어퍼처로서 전체 어레이(300)를 사용할 수도 있다. 다중 수신 어퍼처들을 사용하는 것은 잡음을 상당히 감소시킬 뿐만 아니라 총 어퍼처 사이즈를 증가시켜 더 높은 분해도를 제공한다.

[0101] 2D 다중 어퍼처 이미징과 같이, 3D 오목한 곡선 어레이에 의해 가능하게 되는 3D 다중 어퍼처 이미징은 많은 송신 어퍼처들을 사용할 수도 있다. 3D 어레이를 사용하더라도,  $T_1$ 과 연관된 잡음 패턴들은 단일의 일관된 스펙을 잡음 패턴을 가질 것이다. 도 4a는 다중 어퍼처들  $T_1$  내지  $T_N$ 으로부터의 송신 펠스들을 나타낸다. 도시된 경우

에서, 교변하는 송신 위치들이 이용될 수도 있지만, 단일 수신 어퍼쳐  $R_2$ 만이 사용되므로, 사운드의 속도 정정들이 필요하지 않다.  $R_2$ 에서 수집된 데이터는, 그 수신 어퍼쳐에서 각각의 엘리먼트에 대해, 그리고 후속하여 각각의 송신 펄스에 대해 코히런트하게 평균될 수 있으며, 최종적으로 메모리에 배치될 수 있다. 일단 모든 송신 펄스들이 완성되면, 체적 데이터가 비코히런트하게 결합될 수도 있다. 상이한 송신 엘리먼트들로부터의 데이터는, 일단 훨씬 더 명확한 3D 초음파 이미지를 제공하도록 결합되면, 서로를 소거시킬 상이한 잡음 패턴들을 생성할 것이다.

[0102] 도 4b 및 도 4c는 데이터의 2D 슬라이스를 수집하는데 사용되고 있는 3D 어레이를 도시한다. 도 4b의 경우에서, 슬라이스(230)는 어레이의 장축을 따른다. 도 4c의 경우에서, 슬라이스(330)는 어레이의 횡축을 따른다. 2D 슬라이스들은 또한, 프로브에 관해 임의의 다른 각도로 획득될 수도 있다. 몇몇 실시형태들에서, 프로브는 송신 어퍼쳐  $T_1$ 을 생성하기 위해 엘리먼트들의 부분적인 라인을 사용할 수도 있다. 몇몇 실시형태들에서, 엘리먼트들은 도 4b의 평면(320) 또는 도 4c의 평면(330) 상으로 범을 포커싱하기 위한 페이즈에서 에너자이징(energize)될 수도 있다. 이들 경우들에서,  $T_1$ 의 엘리먼트들은, 에너지가 평면의 방향으로 포커싱되지 않도록 협소할 수도 있다.  $T_1$  내의 엘리먼트들의 부분적인 라인의 길이는, 평면의 폭을 포커싱하기에 충분히 길도록 선택될 수도 있다.

[0103] 도 4b 및 도 4c를 다시 참조하면, 수신 어퍼쳐  $R_2$ 는 장축 슬라이스(320)에 대한 데이터를 수집하기 위해 단독으로 사용될 수 있다. 어퍼쳐  $R_2$ 에 위치된 엘리먼트들 각각은  $T_1$  송신 펄스로부터 데이터를 수집한다. 사운드의 속도 정정이 이러한 타입의 수집에 대해 요구되지 않으므로, 각각의 엘리먼트로부터의 데이터는 프리-프로세싱에서 다른 엘리먼트들을 이용하여 코히런트하게 평균될 수도 있다. 후속하여, 송신기 그룹들  $T_1, T_2 \dots T_N$  각각은 평면(320)(또는 330)에 인소니파이하도록 파이어링될 수도 있으며, 그 각각은 상이한 x(또는 z) 위치를 갖는다. 그 후, 평면의 부분적인 이미지들은, 도 2 및 도 3을 참조하여 상술된 실시형태들에 관해 설명된 바와 같이 동일한 고려들을 이용하여, 코히런트하게 또는 비코히런트하게 결합될 수도 있다.

[0104] 상술된 바와 같이, 시야각 및 총 어퍼쳐 폭이 조정될 수 있다. 몇몇 실시형태들에서, 시야각은 3D 어레이를 따라 임의의 원하는 방향으로 조정될 수도 있다.

[0105] 3D 오목한 어레이를 이용하면, 2D 슬라이스의 선택이 프로브를 회전시킬 필요없이 이미징되게 하기 위해, 2D 슬라이스 각 조정이 또한 제공될 수도 있다. 2D 슬라이스 각 조정은 효율적으로, y 축 주변의 2D 슬라이스의 회전이 도 4b의 각과 도 4c의 각 사이의 임의의 각으로 2D 슬라이스를 획득하게 할 수도 있다. 선택된 2D 슬라이스가 x 또는 z 축들에 관해 회전되게 하기 위해, 유사한 조정이 또한 제공될 수도 있다.

[0106] 따라서, 여기에 설명된 어레이들은, 프로브를 전혀 이동시킬 필요없이 2D 이미지를 선택 및 최적화시킬 시에 많은 범위의 유연성을 제공할 수도 있다. 3D 어레이는, 자신의 오목한 곡률 및 더 큰 총 폭 때문에 종래의 공통 평면 2D 어레이들보다 관심 영역의 더 양호한 시야각들을 기계적으로 제공한다.

[0107] 도 4d 및 도 4e는, 2D의 높은 분해도 슬라이스와 교변하는 3D 체적 데이터의 데이터 수집을 위해 사용되는 3D 곡선 어레이의 실시형태들을 나타낸다. 소노그래피는 선택가능한 2D 장축 및 축방향 기준 라인을 포함하는 3D 디스플레이를 사용할 수 있다. 나란한(side-by-side) 디스플레이 모드에 있을 경우, 3D 이미지는 전체 체적을 나타낼 수 있으며, 다중 어퍼쳐 2D 이미지는 선택된 기준 라인에 대해 높은 분해도 슬라이스를 디스플레이할 수 있다. 이것은, 체적 이미징을 위한 개별 엘리먼트들로부터의 평 송신과 원하는 축에 대한 2D 슬라이스 데이터에 대한 형상된 펄스 송신(장축 또는 축방향 중 어느 하나) 사이에서 스위칭할 수 있는 어레이에 의해 가능하게 된다. 2D 슬라이스 데이터는 단일 슬라이스 상에서 범포밍을 수신하는 연접된(concentrated) 다중 어퍼쳐의 이점을 수신한다.

[0108] 멀티-어퍼쳐 어레이들 및 그들의 고유한 트랜스듀서 하우징들의 수 개의 실시형태들이 도 5 내지 도 8e를 참조하여 후술된다. 이들 예들은, 멀티-어퍼쳐 기술들을 사용할 경우 달성될 수도 있는 초음파 프로브 설계 및 제조에서 어느 정도의 유연성을 표현한다. 다음의 실시형태들은 프로브들의 몇몇 일반적인 클래스들의 예들(예를 들어, 오목한 어레이들, 3D 어레이들, 컨포멀한(conformal) 및 조정가능한 어레이들)을 제공하지만, 어레이 구성에서의 유연성 때문에, 다중 어퍼쳐 어레이는 여기에 도시되지 않은 많은 인지가능한 프로브들이 구성되게 한다.

[0109] 도 5는 연속적인 오목한 곡선의 트랜스듀서 어레이를 갖는 일반적인 방사선학 초음파 프로브의 일 실시형태를

도시한다. 이러한 프로브는 여기에 설명된 방법들 중 임의의 방법에 따라 동작될 수도 있다. 이러한 어레이의 곡률 반경은, 다양한 몸 조직들(예를 들어, 복부, 골반, 말초부들 등)을 이미징하는 것을 허용하기에 충분히 얕도록 선택될 수도 있다. 몇몇 실시형태들에서, 도 5의 오목한 프로브는 도 5a에 도시된 것과 같은 1D 어레이를 사용하는 곡률 프로브로서 2D로 이미징하는데 사용될 수도 있다. 또한, 도 5의 프로브는, 도 5b에 도시된 것과 같은 3D 압전식 어레이 또는 도 5c에 도시된 것과 같은 CMUT 어레이를 사용하여 3D 또는 4D 이미지 양태들에서 동작할 수도 있다.

[0110] 몇몇 실시형태들에서, 도 5에 도시된 것과 같은 오목한 어레이는 프로브에 실질적으로 단단하게 탑재될 수도 있다. 그러한 어레이는 후면 플레이트(508)에 의해 적소에 보유될 수도 있다. 몇몇 실시형태들에서, 단일 플렉스 접속기(505)는 초음파 이미징 시스템에 접속될 케이블에 트랜스듀서 어레이의 엘리먼트들을 전자적으로 접속시키는데 사용될 수도 있다. 몇몇 실시형태들에서, 오목한 어레이 프로브는 또한, 송신 동기화기 모듈(502) 및 프로브 위치 치환 센서(503)를 포함할 수도 있다. 몇몇 실시형태들에서, 송신 동기화 모듈(502)은, 프로브가 송신 호스트 머신에 관해 애드-온(add-on) 디바이스로서 사용될 경우, 송신 펄스의 시작을 식별하기 위해 사용될 수도 있다. 프로브 치환 센서(503)는 가속기, 자이로스코프 또는 프로브의 이동을 감지하는 다른 이동-감지 디바이스일 수도 있다.

[0111] 캘리브레이션 칩(501)은 또한 프로브 내에서 제공될 수도 있다. 몇몇 실시형태들에서, 캘리브레이션 칩(501)은, 프로브 캘리브레이션 프로세스 동안 결정되는 바와 같은 각각의 트랜스듀서 엘리먼트의 음향 위치를 설명하는 캘리브레이션 데이터를 저장할 수도 있다. 몇몇 실시형태들에서, 캘리브레이션 칩(501)은 그러한 캘리브레이션 데이터를 저장하기 위한 비-휘발성 메모리를 포함할 수도 있다. 프로브 내의 캘리브레이션 칩(501) 또는 또 다른 컴포넌트는 또한, 캘리브레이션 데이터를 초음파 이미징 시스템에 송신하도록 구성된 통신 전자기들을 포함할 수도 있다.

[0112] 도 6은 도 5의 프로브보다 상당히 더 작은 곡률 반경을 갖는 오목한 어레이를 가진 초음파 프로브의 또 다른 실시형태이다. 몇몇 실시형태들에서, 도 6의 프로브는 관절 또는 말단을 부분적으로 둘러싸도록 사이징 및 구성될 수도 있다. 몇몇 실시형태들에서, 이러한 어레이의 곡률은, 도 2b 및 도 2c를 참조하여 상술된 바와 같이, 소노그래피가 뼈 또는 다른 장애물들 뒤의 구조들을 이미징하게 할 수도 있다. 유사하게, 도 6의 프로브는, 전체 프로브를 이동시키지 않으면서 송신 및/또는 수신 어퍼쳐들의 위치 및/또는 사이즈를 수동으로 또는 자동적으로 조정함으로써 관심있는 영역들을 격리시키는데 사용될 수도 있다.

[0113] 몇몇 실시형태들에서, 도 6의 오목한 어레이 프로브는 도 6b에 도시된 것과 같은 1D 어레이를 사용하여 곡률 프로브로서 2D로 이미징하는데 사용될 수도 있다. 또한, 프로브는, 도 6c에 도시된 것과 같은 3D 압전식 어레이 또는 도 6d에 도시된 것과 같은 CMUT 어레이를 사용하여 3D 또는 4D 이미징 양태들에서 동작할 수 있다. 여기에 설명된 방법들을 사용하면, 도 6의 프로브는, 소노그래피가 일 위치에서 프로브를 보유하는 동안 말단 또는 관절의 완성된 3D 단층 촬영(tomographic) 디스플레이를 생성하는데 사용될 수도 있다. 그러한 기능은 종래의 초음파 이미징 어레이들에 관해서는 가능하지 않다. 대조적으로, 종래의 어레이는 관절 주변에서 이동되어야 하고, 다양한 시야각들로부터 취해진 이미지들은 3D 표현을 위해 함께 혼합되어야 한다. 공통평면의 어레이 및 수동 이동을 이용한 이미징의 부적합(incongruence) 때문에, 종래의 어레이로부터의 단층 촬영의 3D 디스플레이 는 통상적으로 물리적으로 연속적이지 않다.

[0114] 몇몇 실시형태에서, 도 6의 프로브는 도 5의 프로브와 실질적으로 유사하게 구성될 수도 있다. 예를 들어, 트랜스듀서 어레이(들)는 프로브에 단단히 탑재될 수도 있고 후면 플레이트(508)에 의해 적소에 보유될 수도 있으며, 플렉스 접속기(505)를 포함할 수도 있다. 도 6a는, 케이블 접속기가 프로브 하우징의 측면 또는 하부 셱션으로부터 빠져나온다는 점을 제외하고, 도 6의 프로브와 실질적으로 유사할 수도 있는 팔찌형의 다중 어퍼쳐 프로브의 실시형태를 도시한다. 도 6 및 도 6a의 실시형태들은 또한, 송신 동기화기 모듈들(502), 프로브 위치 치환 센서들(503), 캘리브레이션 칩들(501) 및 여기의 다른 곳에서 설명된 다른 피쳐(feature)들을 포함할 수도 있다.

[0115] 도 7은 소노그래피의 손의 손바닥으로 피트하도록 구성된 일반적인 방사선학 프로브의 실시형태를 도시한다. 도 7의 프로브는 도 5 및 도 6에 도시된 것들과 같은 곡선 어레이를 포함할 수도 있다. 도 7의 프로브는 오목한 초음파 트랜스듀서 어레이를 구성 및 캘리브레이팅하기 위한 능력에 의해 가능하게 된다. 이와 같은 프로브들은 소노그래퍼들에 대한 인체공학적 부담을 상당히 감소시킬 수도 있다. 또한, 도 7의 프로브는 (예를 들어, 도 7b에 도시된 바와 같이) 실질적으로 제한된 고도 또는 두께로 구성될 수도 있다. 그러한 감소된 두께는, 소노그래퍼가 이동될 수 없는 환자들의 뒤 또는 아래에 도달하고 또한 관심있는 영역들에 걸쳐 이미지를 달성하게

할 수도 있다.

[0116] 몇몇 실시형태들에서, 도 7의 프로브는 오른손잡이 또는 왼손잡이 사용 중 어느 하나를 위한 조정가능한 손 지원을 포함할 수도 있다. 몇몇 실시형태들에서, 손 지원은, 소노그래퍼가 더 유연하게 하기 위해 프로브 몸체에 관해 회전하도록 구성될 수도 있다. 예를 들어, 도 7은 장축 배향으로의 손 지원을 갖는 프로브를 도시하고, 도 7a 및 도 7b는 횡축 위치로 회전된 손 지원을 갖는 프로브를 도시한다.

[0117] 몇몇 실시형태들에서, 도 7의 프로브의 어레이의 곡률 반경은, 다양한 몸 조직들(예를 들어, 복부, 골반, 말초부들 등)을 이미징하는 것을 허용하기에 충분히 얇을 수도 있다. 도 7의 프로브는, 도 7c에 도시된 것과 같은 오목한 1D 어레이를 사용하여 곡선 프로브로서 2D로 이미징할 수 있다. 또한, 도 7의 프로브는, 도 7d에 도시된 것과 같은 3D 압전식 어레이 또는 도 7e에 도시된 것과 같은 CMUT 어레이를 사용하여 3D 또는 4D 이미징 양태들로 동작될 수도 있다.

[0118] 도 7f는 데이터의 원통형 체적들을 수집하는데 사용될 수도 있는 3D 압전식 또는 CMUT 어레이의 실시형태를 도시한다. 도 7f의 어레이는 도 4a 내지 도 4e를 참조하여 상술된 방법들에 따라 동작될 수도 있다.

[0119] 몇몇 실시형태들에서, 도 7f의 프로브는, 트랜스듀서 엘리먼트들이 이미징 깊이를 개선시키기 위해 동심 패턴들로 파이어링되는 환상형 어레이로서 기능하도록 구성 및/또는 제어될 수도 있다.

[0120] 도 7g에 도시된 바와 같이, 도 7 내지 도 7g에 도시된 것과 같은 프로브들의 실시형태들은, 도 5 및 도 6을 참조하여 상술된 프로브들과 실질적으로 유사하게 구성될 수도 있다. 예를 들어, 도 7 프로브는 후면 플레이트(508), 플렉스 접속기(505), 송신 동기화기 모듈(502), 프로브 위치 치환 센서(503), 캘리브레이션 칩(501), 및 임의의 다른 적절한 컴포넌트들을 포함할 수도 있다.

[0121] 도 8은, 다양한 표면 형상들에 일치하도록 조정될 수도 있는 복수의 조정가능한 초음파 어레이들을 갖는 조정가능한 프로브의 일 실시형태를 도시한다. 예를 들어, 소노그래퍼는 관심있는 생리부 주변에 조정가능한 프로브를 배치할 수도 있으며, 어레이들이 구조의 형상에 일치하게 한다. 그 후, 소노그래퍼는 일치된 배향들로 어레이들을 록할 수도 있다. 일단 어레이들이 원하는 배향으로 록되면, 프로브는 적절한 캘리브레이션 시스템을 사용하여 캘리브레이팅될 수도 있으며, 프로브는 관심있는 생리부를 이미징하는데 사용될 수도 있다.

[0122] 도 8은 어레이 조정 및 록킹 메커니즘의 일 실시형태를 도시한다. 많은 다른 기계적 조정 및 록킹 메커니즘들이 대안적으로 사용될 수도 있다. 도 8의 메커니즘은, 5개의 조정가능한 어레이들(812) 상에 포지티브 압력을 제공하여 도 8에 도시된 배향을 향해 어레이들을 바이어싱하도록 구성된 벨로우(bellow)들(810)을 포함한다. 조정가능한 어레이들 각각의 후면 블록들(504)은 힌지 메커니즘들(820)에 의해 서로 접속될 수도 있다. 소노그래퍼가 벨로우들의 저항을 극복하기 위해 프로브 상에 압력을 배치할 경우, 어레이는 도 8a에 도시된 바와 같이 원하는 생리부의 형상에 일치한다.

[0123] 이러한 때에, 소노그래퍼는 적소에 힌지 메커니즘들의 모두를 록하기 위해 조임(tightening) 핸들(830)을 돌릴 수도 있다. 조임 핸들은 힌지 케이블들(840)을 통해 힌지 메커니즘들(820)에 접속될 수도 있다. 케이블들(840)은 도 8b에 도시된 바와 같이, 외측 도관(850) 및 내측 장력 와이어(860)를 포함할 수도 있다. 와이어(860)는 피봇 핀(870)에 부착될 수도 있으며, 록킹 링(830)이 회전될 경우 와이어(860)가 상향으로 끌려져, 힌지의 전체 길이에 대해 피봇 핀(870) 및 힌지(820)를 압박하도록 구성될 수도 있다. 일치된 위치가 더 이상 필요치 않을 경우, 조임 핸들은 풀어질 수도 있고, 벨로우들은 모든 어레이들을 그들의 완전히 연장된 위치로 푸쉬(push)할 수도 있다.

[0124] 몇몇 실시형태들에서, 조정가능한 프로브 내의 각각의 어레이(812)는 자신의 후면 블록(504) 및 플렉스 접속기(505)를 가질 수도 있다. 조정가능한 어레이에서 사용된 어레이들의 타입은 변할 수 있다. 예를 들어, 도 8c는 1D 프로브들을 갖는 조정가능한 프로브를 도시한다. 몇몇 실시형태들에서, 조정가능한 프로브는 상이한 주파수들의 트랜스듀서 어레이들을 포함할 수도 있다. 예를 들어, 몇몇 실시형태들에서, 더 낮은 주파수들을 사용하는 어레이들은 프로브의 측면 단부들 상에 위치될 수도 있고, 더 높은 주파수들을 사용하는 어레이들은 중심을 향해 위치될 수도 있다. 도 8d 및 도 8e에 도시된 바와 같이, 2D 또는 CMUT 어레이들이 또한 사용될 수도 있다. 몇몇 실시형태들에서, 조정가능한 프로브의 각각의 어레이(812)는 평평한 형상을 가질 수도 있다. 다른 실시형태들에서, 각각의 어레이(812)는 하나 또는 2개 또는 그 초과의 축들에서 곡률을 갖는 오목한 형상을 가질 수도 있다.

[0125] 조정가능한 프로브는 여기에 설명된 다른 정적-위치 프로브들과 유사한 전자 컴포넌트들을 포함할 수도 있다. 예를 들어, 조정가능한 프로브는 캘리브레이션 칩(501), 송신 동기화기 모듈(502) 및 프로브 위치 치환 센서

(503)를 포함할 수도 있다.

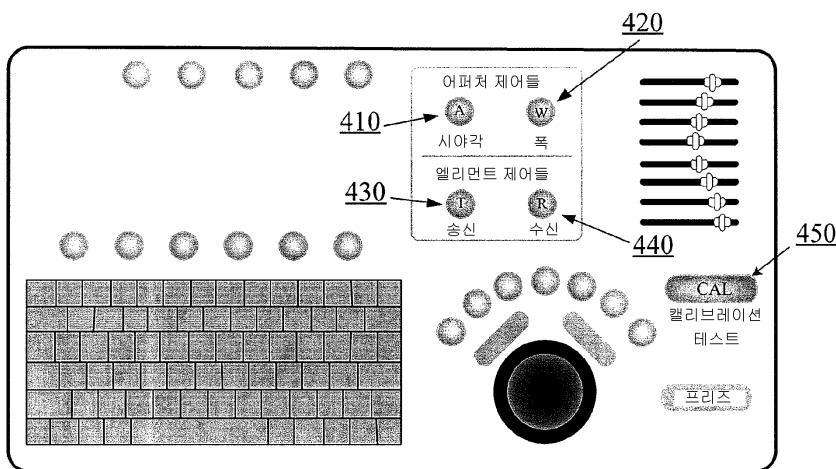
[0126] 도 8에 도시된 것과 같은 조정가능한 프로브는 여기에 설명된 방법들 중 임의의 방법에 따라 2D, 3D 또는 4D 이 미징 양태들에서 동작될 수도 있다.

[0127] 양적 파라미터들과 관련하여 사용된 "최적화된", "최적인", "정밀한", "정확한" 및 유사한 용어들과 같은 용어들은, 단지 일반적인 엔지니어링 원리들에 따라 제어 또는 변화될 수도 있는 설계 파라미터들을 표시하도록 의도된다. 이들 용어들의 사용은, 파라미터들 또는 그들의 컴포넌트들이 최상의 가능한 또는 이론적인 성능을 위해 설계된다는 것을 암시하거나 요구하도록 의도되지 않는다.

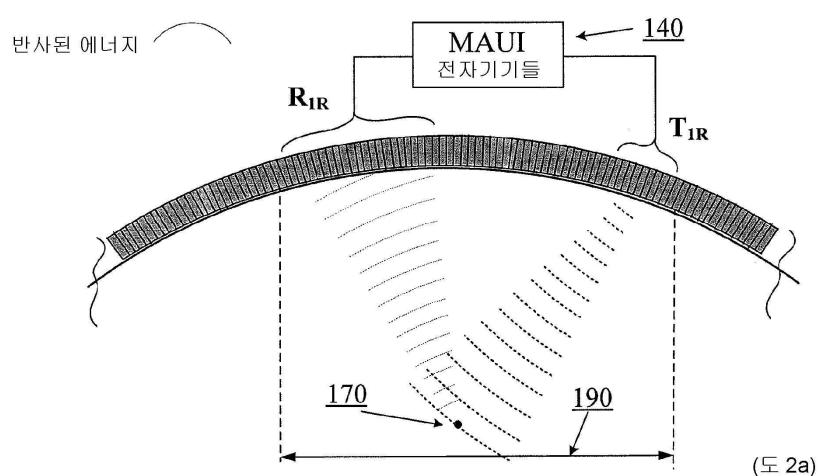
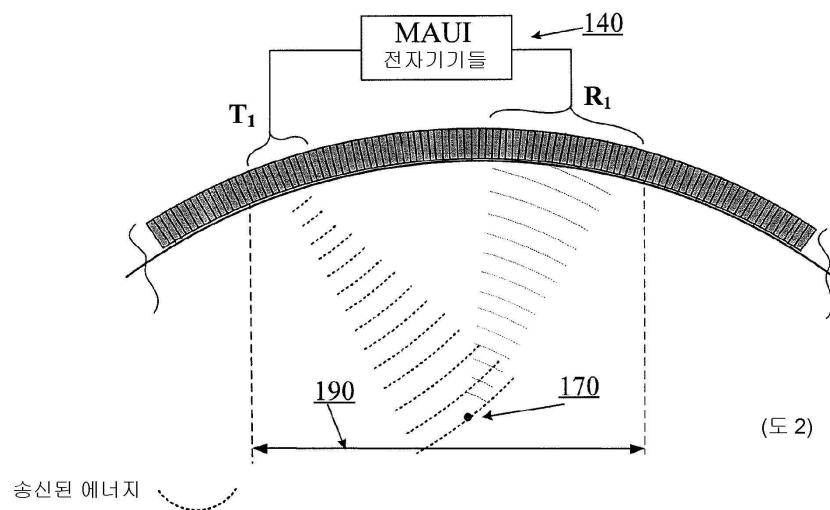
[0128] 상기 발명은, 당업자들이 본 발명을 실시할 수 있는데 충분하며, 발명자에 의해 현재 고려되는 발명을 실시하는 최상의 모드를 제공한다. 본 발명의 선호되는 실시형태들의 완전하고 완성된 발명이 여기에 제공되었지만, 설명되고 예시된 정확한 구성, 차원, 관계들, 및 동작으로 본 발명을 제한하도록 소망되지 않는다. 다양한 변형들, 대안적인 구성들, 변화들 및 등가물들은 당업자들에게 용이하게 떠오를 것이며, 본 발명의 사상 및 범위를 벗어나지 않으면서 적절할 때 이용될 수도 있다. 그러한 변화들은 대안적인 재료들, 컴포넌트들, 구성 배열들, 사이즈들, 형상들, 형태들, 기능들, 동작 특성들 등을 포함할 수도 있다.

## 도면

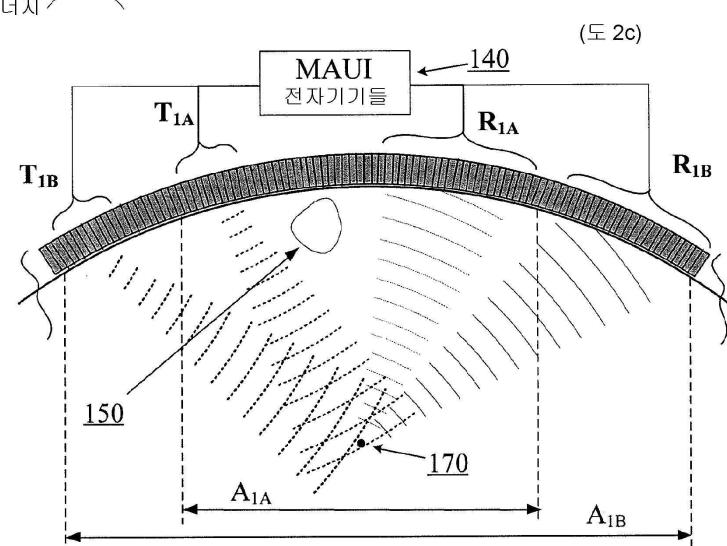
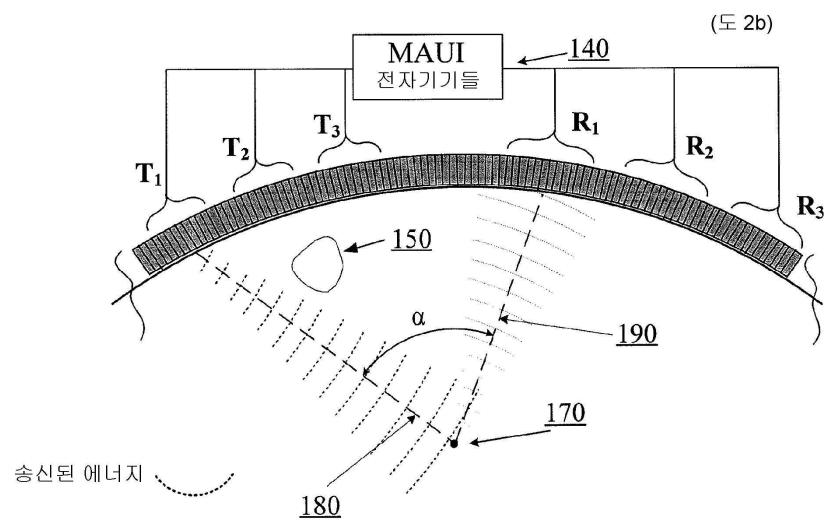
### 도면1



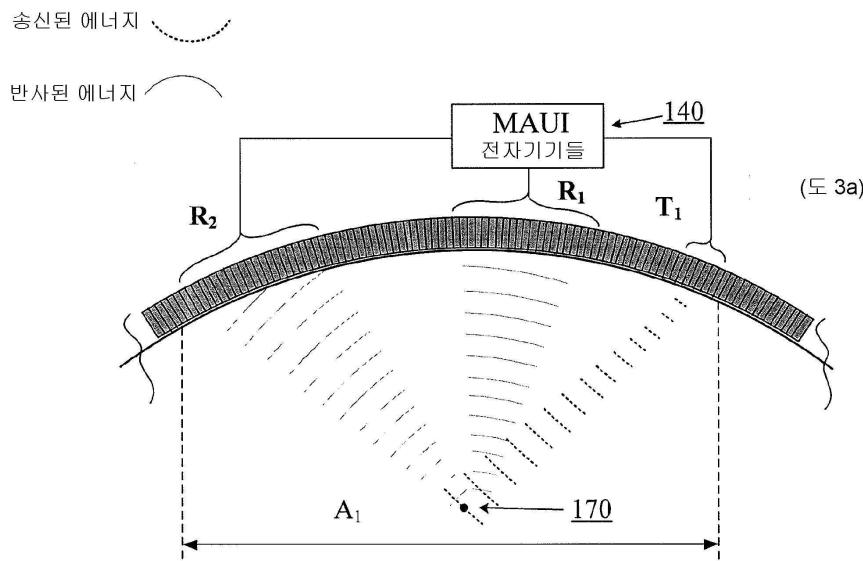
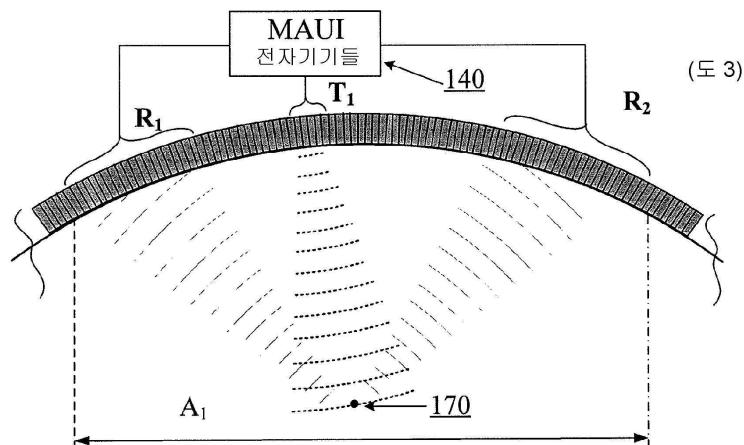
## 도면2



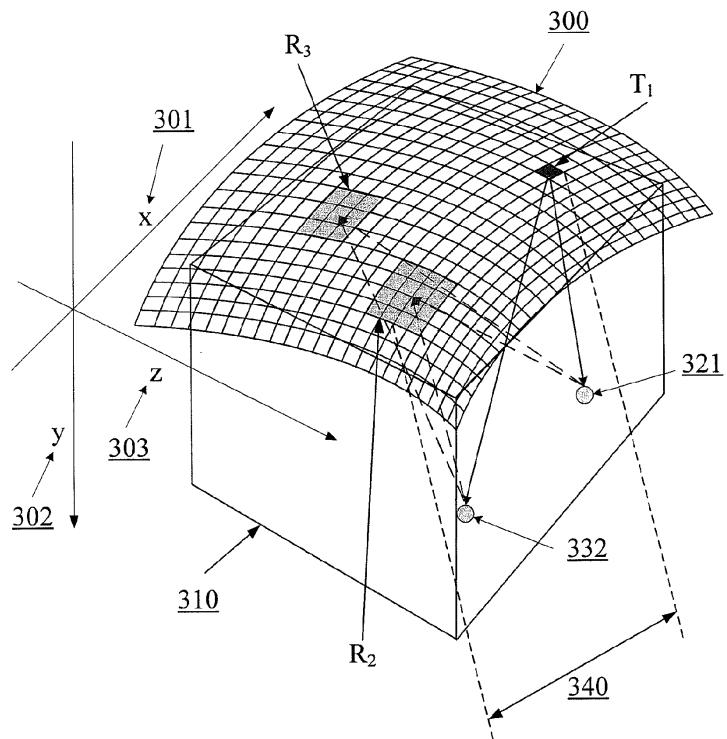
## 도면2b



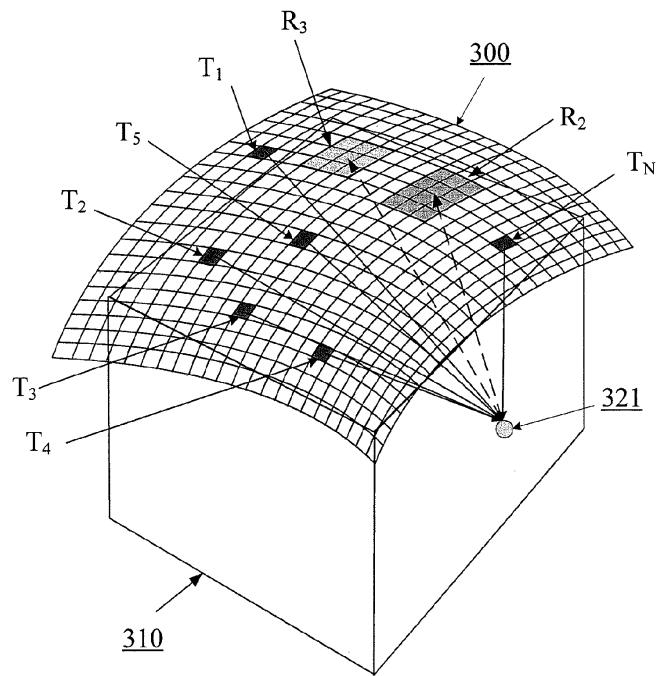
## 도면3



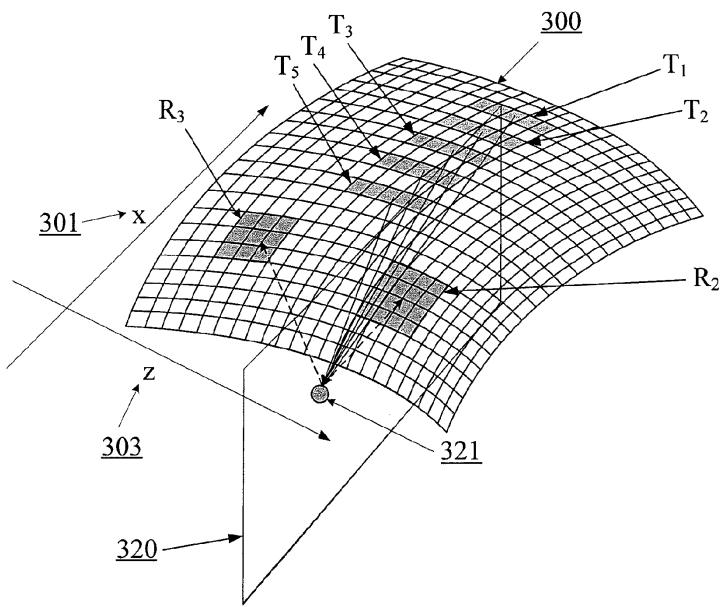
도면4



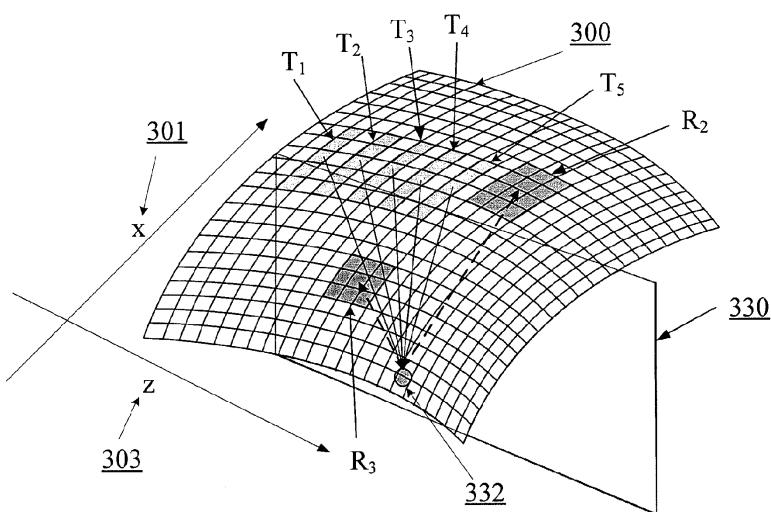
도면4a



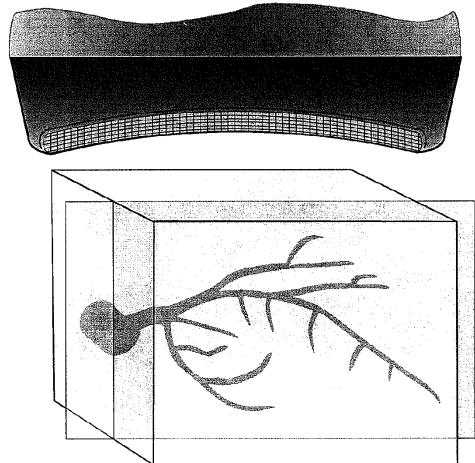
도면4b



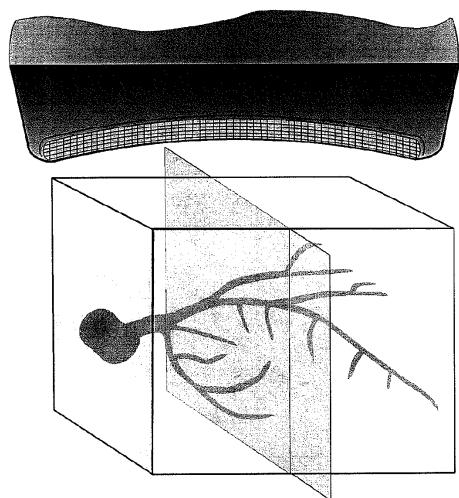
도면4c



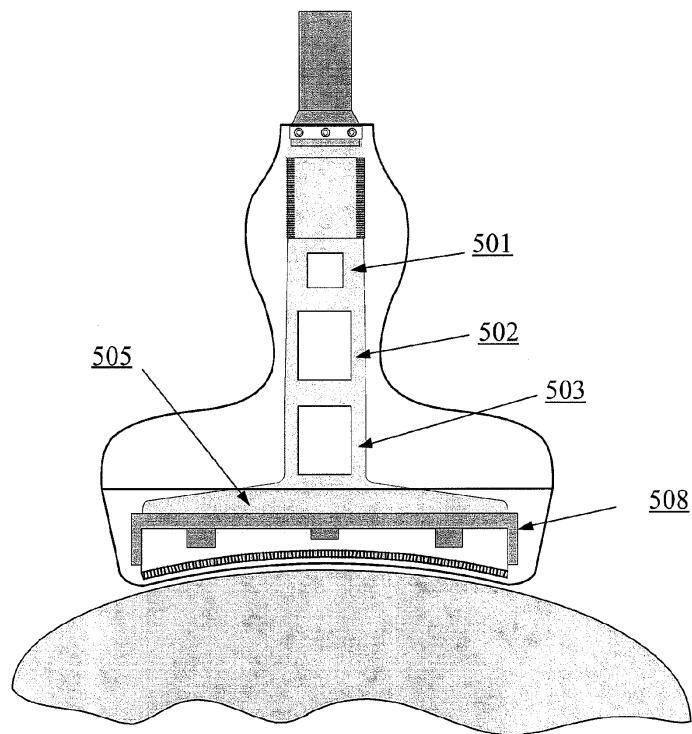
도면4d



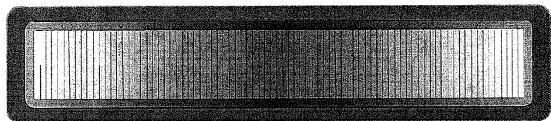
도면4e



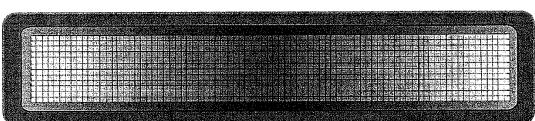
도면5



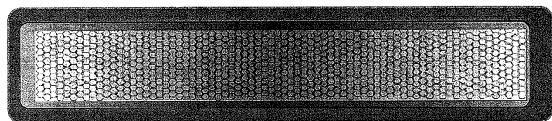
도면5a



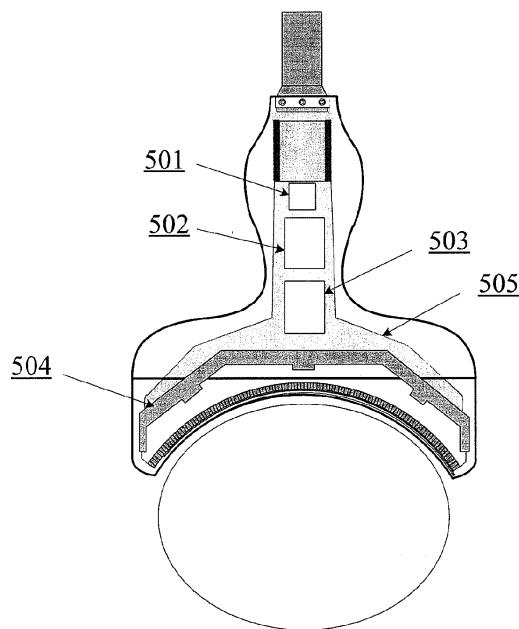
도면5b



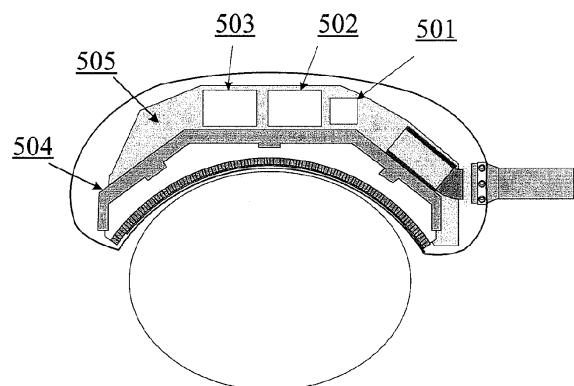
도면5c



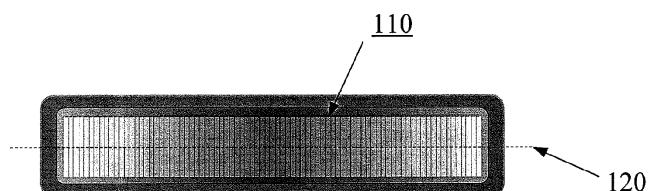
도면6



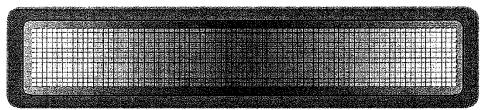
도면6a



도면6b



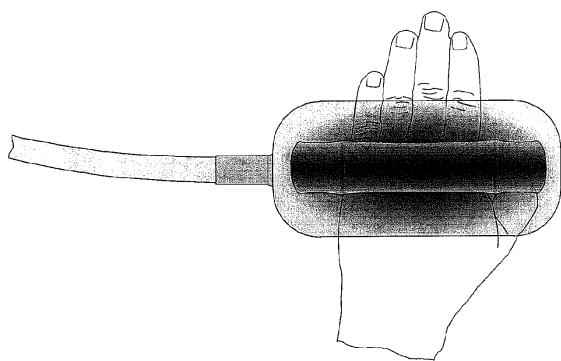
도면6c



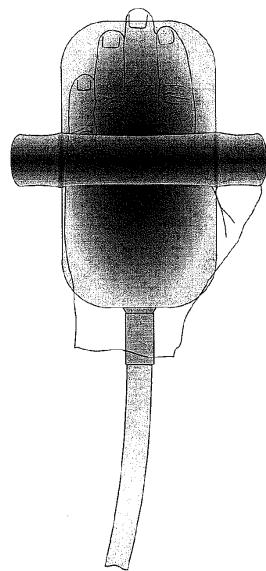
도면6d



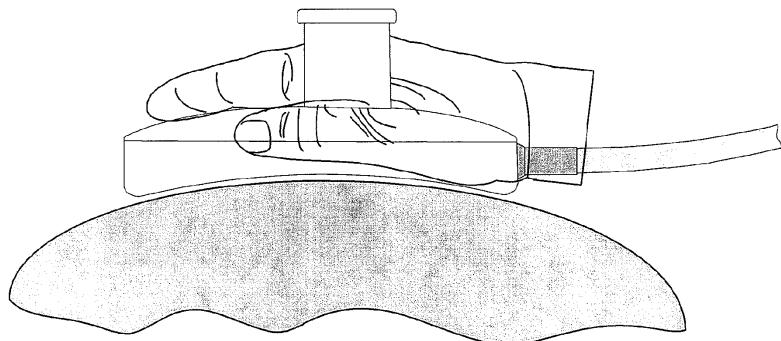
도면7



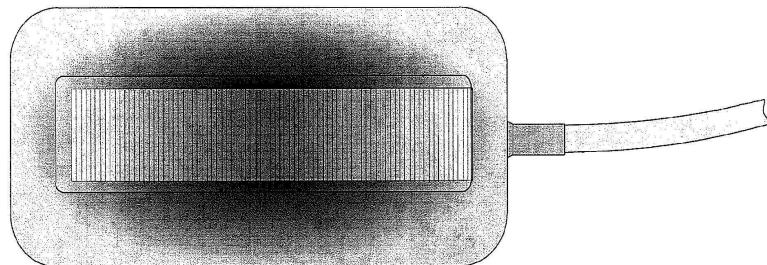
도면7a



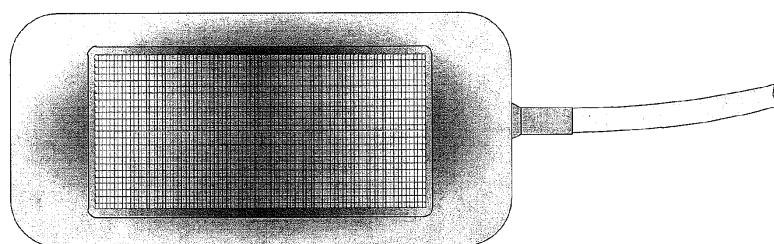
도면7b



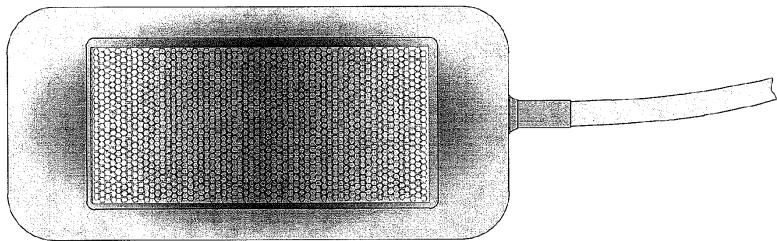
도면7c



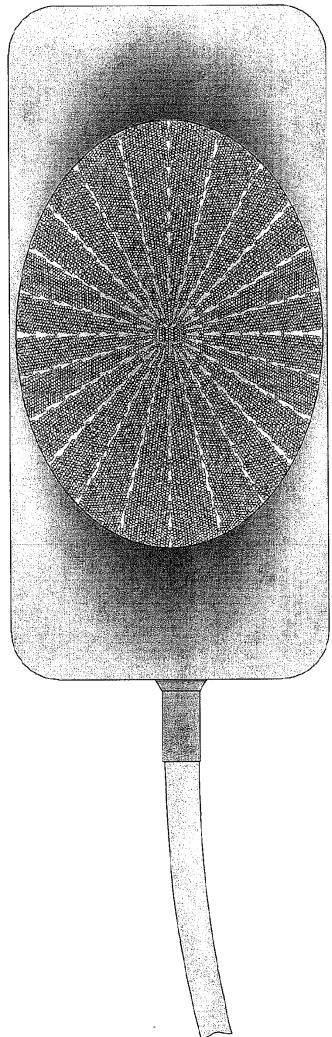
도면7d



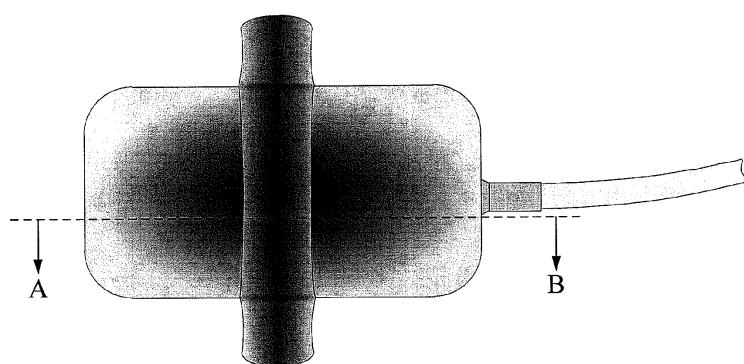
도면7e



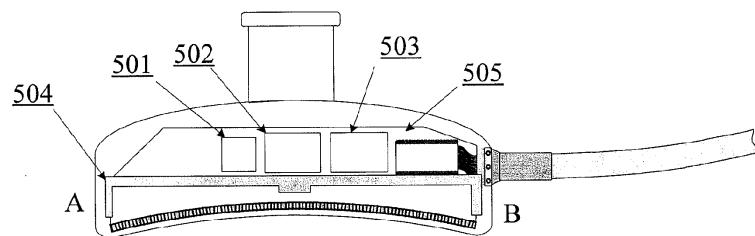
도면7f



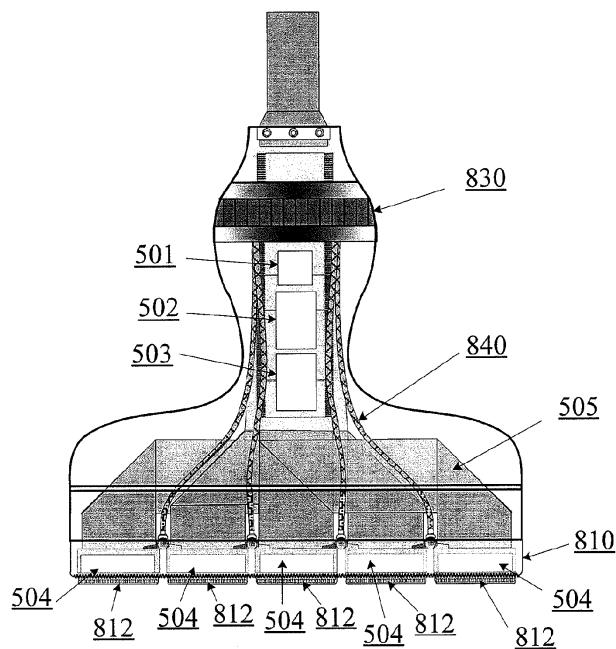
도면7g



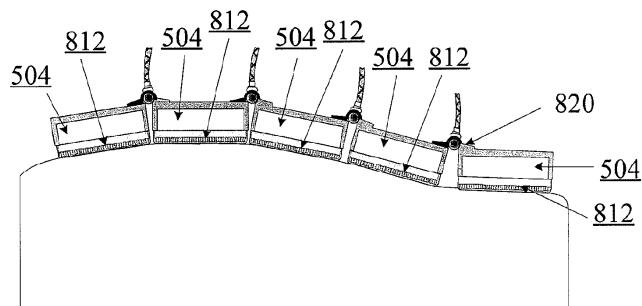
도면7b



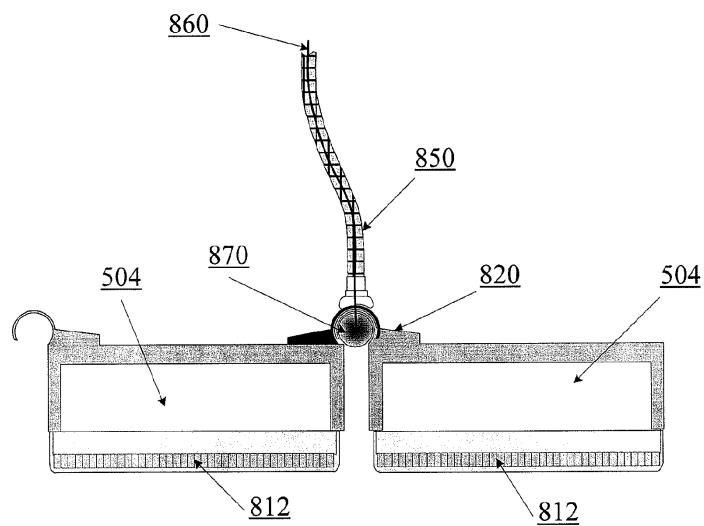
도면8



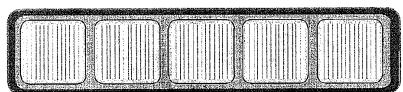
도면8a



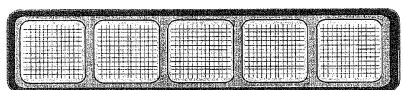
도면8b



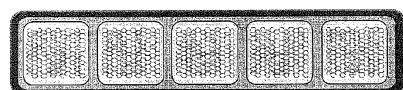
도면8c



도면8d



도면8e



专利名称(译)	凹面超声换能器和3D阵列		
公开(公告)号	<a href="#">KR101906838B1</a>	公开(公告)日	2018-10-11
申请号	KR1020137012347	申请日	2011-10-12
[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	SMITH DAVID M 스미스데이비드엠 SPECHT DONALD F 스펙트도날드에프 CABRERA LINDA V 카브레라린다브이 BREWER KENNETH D 브루어케니스디 SPECHT DAVID J 스펙트데이비드제이		
发明人	스미스,데이비드,엠. 스펙트,도날드,에프. 카브레라,린다,브이. 브루어,캐니스,디. 스펙트,데이비드,제이.		
IPC分类号	A61B8/00 G01N29/24		
CPC分类号	A61B8/14 A61B8/4483 B06B1/0622 G01S7/5205 G01S7/52084 G01S15/8913 G01S15/892 G01S15/8927 G01S15/8929 G01S15/8934 A61B8/145 A61B8/4444 A61B8/4494 A61B8/461 A61B8/467 A61B8/5207 A61B8/523 A61B8/58		
代理人(译)	专利法的人和别人		
优先权	61/392896 2010-10-13 US		
其他公开文献	KR1020140034114A		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

**摘要(译)**

这使得多孔径超声成像 ( MAUI ) 探头或换能器成为可能的同时具有来自超声波阵列的单独孔径的域的成像，并且具有固有的关注。在2或3D中，一些实施例设计超声波探头，其具有连续凹面曲线类型的超声换能器的连续阵列 ( 它被压在成像物体周围 )，并且它提供了用于结构的系统和方法。激发设计的另一种操作类型超声成像探针具有不同的配置，其具有固有的类似探针，具有可调探针和改变的配置，并且提供了用于构建和使用的系统和方法。

