



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2021년02월23일  
(11) 등록번호 10-2218308  
(24) 등록일자 2021년02월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
A61B 8/14 (2006.01)  
(21) 출원번호 10-2013-0056982  
(22) 출원일자 2013년05월21일  
심사청구일자 2018년04월18일  
(65) 공개번호 10-2014-0137037  
(43) 공개일자 2014년12월02일  
(56) 선행기술조사문헌  
JP3286945 B2\*  
JP4666815 B2\*  
KR100898946 B1  
JP11221217 A  
\*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자  
삼성전자주식회사  
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)  
(72) 발명자  
고영인  
서울특별시 강남구 대치동 625번지  
김선권  
경기 수원시 영통구 영통로290번길 26, 838동 10  
3호 (영통동, 벽적골8단지아파트)  
(74) 대리인  
특허법인세립  
(뒷면에 계속)

전체 청구항 수 : 총 20 항

심사관 : 박세영

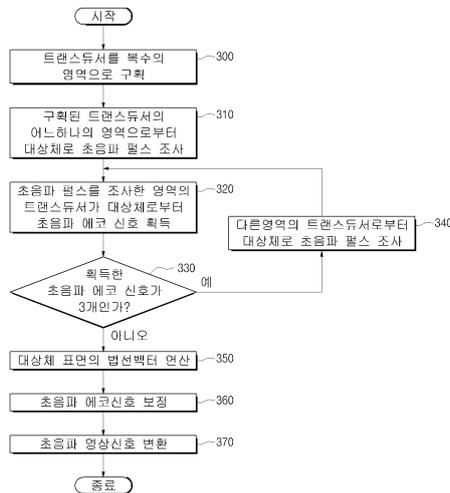
(54) 발명의 명칭 초음파 영상 처리 장치 및 방법

(57) 요약

초음파 에코 신호를 영상화하는 초음파 영상 처리 장치 및 방법에 관한 것이다.

초음파 영상 처리 방법의 일 실시예는 복수의 초음파 펄스를 서로 다른 방향으로 조사하고, 대상체로부터 복수의 초음파 에코 신호를 획득하는 단계; 상기 초음파 에코 신호의 감쇠율을 구하는 단계; 상기 감쇠율을 기초로 상기 획득한 초음파 에코 신호를 보정하는 단계; 및 상기 보정된 초음파 에코 신호를 초음파 영상으로 출력하는 단계를 포함할 수 있다.

대표도 - 도9



(72) 발명자  
**박성찬**  
경기도 수원시 영통구 영통2동 벽적골9단지아파트

**이희세**  
경기도 용인시 기흥구 삼성로 1 기숙사 (농서동,  
삼성종합기술원)

---

## 명세서

### 청구범위

#### 청구항 1

초음파 프로브에 마련된 복수의 트랜스듀서에 의해, 복수의 초음파 펄스를 서로 다른 방향으로 조사하고, 대상체로부터 복수의 초음파 에코 신호를 획득하는 단계;

상기 대상체 표면의 법선 벡터와 상기 초음파 펄스의 조사 방향 벡터가 이루는 각도에 기초하여 상기 초음파 에코 신호의 감쇠율을 구하는 단계;

상기 감쇠율을 기초로 상기 획득한 초음파 에코 신호를 보정하는 단계; 및

상기 보정된 초음파 에코 신호를 초음파 영상으로 출력하는 단계를 포함하는 초음파 영상 처리 방법.

#### 청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 복수의 초음파 펄스를 조사 시, 상기 복수의 트랜스듀서를 복수의 영역으로 구획하고, 상기 구획된 트랜스듀서를 각 영역별로 순차적으로 구동하여 서로 다른 방향으로 상기 초음파 펄스가 조사되도록 하는 초음파 영상 처리 방법.

#### 청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 초음파 프로브는 2D 어레이 프로브를 포함하는 초음파 영상 처리 방법.

#### 청구항 4

제 2 항에 있어서,

상기 복수의 트랜스듀서를 구획 시, 동일한 행에 위치한 복수의 트랜스듀서를 동일한 영역으로 구획하는 초음파 영상 처리 방법.

#### 청구항 5

제 2 항에 있어서,

상기 복수의 트랜스듀서를 구획 시, 세 영역 이상으로 구획하여 세 방향 이상으로 초음파 펄스가 조사되도록 하는 초음파 영상 처리 방법.

#### 청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 감쇠율은 상기 대상체 표면의 법선 벡터와 상기 초음파 펄스의 조사 방향 벡터가 이루는 각도의 코사인 값인 초음파 영상 처리 방법.

#### 청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 대상체 표면의 법선 벡터는 하기 수학적 식 1에 따라 구해지는 초음파 영상 처리 방법.

[수학식 1]

$$I_E \times \vec{N} = \begin{pmatrix} \vec{L}_1 \\ \vec{L}_2 \\ \vec{L}_3 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \end{pmatrix}$$

여기서  $I_E$ 는 실제 반사된 초음파 에코 신호이고,  $\vec{N}$ 은 상기 대상체 표면의 법선 벡터이고,  $\vec{L}_1$ ,  $\vec{L}_2$ ,  $\vec{L}_3$ 는 상기 초음파 펄스의 조사 방향 단위 벡터이며,  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$ 은 상기 변환된 초음파 에코 신호.

### 청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 감쇠율을 구하는 단계는,

상기 초음파 펄스가 네가지 이상의 방향으로 조사된 경우, 상기 복수의 초음파 펄스의 조사 방향 및 상기 획득된 복수의 초음파 에코 신호의 평균값을 이용하여 상기 대상체 표면의 법선 벡터를 구하는 초음파 영상 처리 방법.

### 청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 획득한 초음파 에코 신호를 보정하는 단계는 하기 수학식 2에 따라 상기 획득한 초음파 에코 신호를 보정하는 초음파 영상 처리 방법.

[수학식 2]

$$I = I_E \times \cos\theta$$

여기서  $I$ 는 상기 획득한 초음파 에코 신호이고,  $I_E$ 는 실제 반사된 초음파 에코 신호이고,  $\theta$ 는 복수의 초음파 펄스와 상기 대상체 표면의 법선 벡터가 이루는 각도.

### 청구항 10

서로 다른 방향으로 복수의 초음파 펄스를 조사하여 대상체로부터 복수의 초음파 에코 신호를 획득하는 복수의 트랜스듀서가 마련된 초음파 프로브;

상기 대상체 표면의 법선 벡터와 상기 초음파 펄스의 조사 방향 벡터가 이루는 각도에 기초하여 상기 초음파 에코 신호의 감쇠율을 구하는 감쇠율 획득부;

상기 감쇠율을 기초로 상기 획득한 초음파 에코 신호를 보정하는 보정부;

상기 보정된 초음파 에코 신호를 초음파 영상 신호로 변환하는 빔포밍부; 및

상기 변환된 초음파 영상 신호를 영상으로 출력하는 디스플레이부를 포함하는 초음파 영상 처리 장치.

### 청구항 11

제 10 항에 있어서,

상기 복수의 초음파 펄스를 조사 시, 상기 복수의 트랜스듀서를 복수의 영역으로 구획하고, 상기 구획된 트랜스듀서를 각 영역별로 순차적으로 구동하여 서로 다른 방향으로 상기 초음파 펄스가 조사되도록 하는 초음파 영상

처리 장치.

**청구항 12**

제 10 항에 있어서,

상기 초음파 프로브는 트랜스듀서가 2차원으로 배열된 초음파 영상 처리 장치.

**청구항 13**

제 11 항에 있어서,

상기 복수의 트랜스듀서를 구획 시, 동일한 행에 위치한 복수의 트랜스듀서를 동일한 영역으로 구획하는 초음파 영상 처리 장치.

**청구항 14**

제 11 항에 있어서,

상기 복수의 트랜스듀서를 구획 시, 세 영역 이상으로 구획하여 세 방향 이상으로 초음파 펄스가 조사 되도록 하는 초음파 영상 처리 장치.

**청구항 15**

제 10 항에 있어서,

상기 감쇠율 획득부는, 상기 대상체 표면의 법선 벡터와 상기 초음파 펄스의 조사 방향 벡터가 이루는 각도의 코사인 값에 기초하여 상기 감쇠율을 구하는 초음파 영상 처리 장치.

**청구항 16**

제 10 항에 있어서,

상기 감쇠율 획득부는, 상기 대상체 표면의 법선 벡터를 하기 수학식 1에 따라 구하는 초음파 영상 처리 장치.

[수학식 1]

$$I_E \times \vec{N} = \begin{pmatrix} \vec{L}_1 \\ \vec{L}_2 \\ \vec{L}_3 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \end{pmatrix}$$

여기서  $I_E$ 는 실제 반사된 초음파 에코 신호이고,  $\vec{N}$ 은 상기 대상체 표면의 법선 벡터이고,  $\vec{L}_1$ ,  $\vec{L}_2$ ,  $\vec{L}_3$ 는 상기 초음파 펄스의 조사 방향 단위 벡터이며,  $I_1$ ,  $I_2$ ,  $I_3$ 은 상기 변환된 초음파 에코 신호.

**청구항 17**

제 10 항에 있어서,

상기 감쇠율 획득부는,

상기 초음파 펄스가 네가지 이상의 방향으로 조사된 경우, 상기 복수의 초음파 펄스의 조사 방향 및 상기 획득된 복수의 초음파 에코 신호의 평균값을 이용하여 상기 대상체 표면의 법선 벡터를 구하는 초음파 영상 처리 장치.

**청구항 18**

제 10 항에 있어서,

상기 보정부는 하기 수학적 식 2에 따라 상기 획득한 초음파 에코 신호를 보정하는 초음파 영상 처리 장치.

[수학적 식 2]

$$I = I_E \times \cos\theta$$

여기서  $I$  는 상기 획득한 초음파 에코 신호이고,  $I_E$  는 실제 반사된 초음파 에코 신호이고,  $\theta$  는 상기 복수의 초음파 펄스와 상기 대상체 표면의 법선 벡터가 이루는 각도.

**청구항 19**

제 1 항에 있어서,

상기 복수의 초음파 펄스의 조사 방향과 상기 복수의 초음파 에코 신호의 세기에 기초하여 상기 대상체 표면의 법선 벡터를 구하는 단계;를 더 포함하는 초음파 영상 처리 방법.

**청구항 20**

제 10 항에 있어서,

상기 감쇠율 획득부는, 상기 복수의 초음파 펄스의 조사 방향과 상기 복수의 초음파 에코 신호의 세기에 기초하여 상기 대상체 표면의 법선 벡터를 구하는 초음파 영상 처리 장치.

**발명의 설명**

**기술 분야**

[0001] 초음파 신호를 영상화하는 초음파 영상 처리 장치 및 방법에 관한 것이다.

**배경 기술**

[0002] 초음파 진단 장치는 대상체의 체표로부터 체내의 특정 부위를 향하여 초음파 신호를 조사하고, 반사된 초음파 신호(초음파 에코신호)의 정보를 이용하여 연부조직의 단층이나 혈류에 관한 이미지를 비침습적으로 얻는 장치이다.

[0003] 초음파 진단 장치는 X선 진단장치, CT스캐너(Computerized Tomography Scanner), 자기공명영상장치(Magnetic Resonance Image; MRI), 핵의학 진단장치 등의 다른 영상진단장치와 비교할 때, 소형이고 저렴하며, 실시간으로 표시 가능하고, X선 등의 피폭이 없어 안전성이 높은 장점이 있다. 이러한 장점들로 인하여 초음파 진단 장치는 심장, 유방, 복부, 비뇨기 및 산부인과 진단을 위해 널리 이용되고 있다.

[0004] 초음파 진단 장치는 초음파 진단 장치의 주요 구성요소를 수납하는 본체와, 초음파를 송수신하는 초음파 수집부와, 초음파 진단장치의 조작에 필요한 명령을 입력하기 위한 각종 스위치 및 키 등을 구비한 컨트롤 패널(control panel)과, 초음파 진단 결과를 영상으로 표시하는 디스플레이부를 포함한다.

[0005] 이러한 초음파 진단 장치를 사용하여 대상체에 초음파 진단을 수행하는 과정을 살펴보면 다음과 같다. 우선, 검사자는 한 손에 초음파 수집부를 쥐고 대상체의 체표에 초음파 수집부를 접촉시켜 이동시키면서, 다른 한 손으로는 컨트롤패널을 조작하여 초음파 진단을 수행한다. 이러한 초음파 진단에 의해 얻어진 초음파 영상은 디스플레이부를 통해 실시간으로 표시되어, 검사자는 대상체에 대한 상태를 진단할 수 있다.

**발명의 내용**

**해결하려는 과제**

[0006] 초음파 신호에 대하여 체내를 구성하고 있는 매질은 서로 다른 반사/흡수도를 가지고 있다. 초음파 진단 시에는 이러한 특성을 이용하여, 조사된 초음파가 반사되어 돌아올 때 그 강도를 분석함으로써 체내를 이루고 있는 물질의 구성을 판단하게 된다. 즉, 동일한 매질이라면 동일한 강도의 초음파가 반사되어 돌아와야 한다. 그러나

실제 반사되는 초음파의 강도는 진행 방향과 매질의 표면과의 각도에 따라 달라지기 때문에, 실제 매질의 특성 값을 왜곡시킨다.

[0007] 따라서 공간의 분리를 통해 서로 다른 조사 방향을 갖는 복수개의 초음파 펄스를 조사하여 실제 반사되는 초음파의 강도를 보정하는 초음파 영상 처리 장치 및 방법을 제공한다.

**과제의 해결 수단**

[0008] 초음파 영상 처리 방법의 일 실시예는 복수의 초음파 펄스를 서로 다른 방향으로 조사하고, 대상체로부터 복수의 초음파 에코 신호를 획득하는 단계; 상기 초음파 에코 신호의 감쇠율을 구하는 단계; 상기 감쇠율을 기초로 상기 획득한 초음파 에코 신호를 보정하는 단계; 및 상기 보정된 초음파 에코 신호를 초음파 영상으로 출력하는 단계를 포함할 수 있다.

[0009] 초음파 영상 처리 장치의 일 실시예는 서로 다른 방향으로 복수의 초음파 펄스를 조사하여 대상체로부터 복수의 초음파 에코 신호를 획득하는 초음파 프로브; 상기 초음파 에코 신호의 감쇠율을 구하는 감쇠율 획득부; 상기 감쇠율을 기초로 상기 획득한 초음파 에코 신호를 보정하는 보정부; 상기 보정된 초음파 에코 신호를 초음파 영상 신호로 변환하는 빔포밍부; 및 상기 변환된 초음파 영상 신호를 영상으로 출력하는 디스플레이부를 포함할 수 있다.

**발명의 효과**

[0010] 초음파 영상 처리 장치 및 방법에 의하면 다음과 같은 효과가 있다.

[0011] 초음파 영상 처리 장치 및 방법의 일 실시예에 따르면, 프로브의 위치에 따른 반사도의 차이에 의해 발생하는 오차를 줄일 수 있다. 이를 이용하여 실제에 더 근접한 매질 고유의 밀도 값을 획득할 수 있고, 결과적으로 초음파 진단에 있어 정확도를 높일 수 있다.

[0012] 이는 특히 임의의 방향에서 대상체를 바라보았을때의 초음파 영상을 출력하는 경우나 대상체의 단면을 재구성하여 관찰하는 3D 입체 초음파 진단 영역에서 유용하게 쓰일 수 있다.

**도면의 간단한 설명**

[0013] 도 1는 초음파 영상 처리 장치의 일 실시예를 도시한 사시도이다.

도 2는 초음파 영상 처리 장치의 일 실시예에 따른 제어 구성의 블록도를 도시한 도면이다.

도 3은 반사 표면과 펄스의 진행 방향에 따른 반사도를 설명하기 위한 도면이다.

도 4는 3D 초음파 영상 장치에 의해 출력된 3차원 태아 초음파 영상이다.

도 5는 2D 어레이 프로브를 통해 대상체에 초음파 펄스를 조사하는 과정을 개략적으로 도시한 도면이다.

도 6은 1차원 배열의 트랜스듀서를 포함하는 초음파 프로브가 대상체에 초음파 펄스를 조사하는 과정을 도시한 도면이다.

도 7a 및 도 7b는 2차원 배열의 트랜스듀서를 포함하는 초음파 프로브가 대상체에 초음파 펄스를 조사하는 과정을 도시한 도면이다.

도 8은 2차원 배열의 트랜스듀서를 포함하는 초음파 프로브의 일 실시예로 행을 기초로 트랜스듀서를 구획한 도면이다.

도 9는 초음파 에코 신호를 획득하는 과정을 포함하는 초음파 영상 처리 방법의 일 실시예에 대한 흐름도이다.

도 10은 4개 이상의 복수의 초음파 에코 신호를 획득한 경우, 초음파 영상 처리 방법의 일 실시예에 대한 흐름도이다.

**발명을 실시하기 위한 구체적인 내용**

[0014] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 초음파 영상 장치 및 방법의 실시예를 구체적으로 설명하도록 한다.

[0015] 도 1는 초음파 영상 처리 장치의 일 실시예를 도시한 사시도이다. 도 4에 도시된 바와 같이 초음파 영상 처리 장치는 본체(100), 초음파 수집부(110), 입력부(150), 메인 디스플레이부(160) 및 서브 디스플레이부

(170)를 포함할 수 있다.

- [0016] 본체(100)의 일측에는 하나 이상의 암 커넥터(female connector; 145)가 구비될 수 있다. 암 커넥터(145)에는 케이블(130)과 연결된 수 커넥터(male connector; 140)가 물리적으로 결합될 수 있다.
- [0017] 한편, 본체(100)의 하부에는 초음파 영상 처리 장치의 이동성을 위한 복수개의 캐스터(미도시)가 구비될 수 있다. 복수개의 캐스터는 초음파 영상 처리 장치를 특정 장소에 고정시키거나, 특정 방향으로 이동시킬 수 있다.
- [0018] 초음파 프로브(110)는 대상체의 체표에 접촉하는 부분으로, 초음파를 송수신할 수 있다. 구체적으로, 초음파 프로브(110)는 본체(100)로부터 제공받은 송신 신호 즉, 초음파 신호를 대상체의 체내로 조사하고, 대상체의 체내의 특정 부위로부터 반사된 초음파 에코 신호를 수신하여 본체(100)로 송신하는 역할을 한다. 이러한 초음파 프로브(110)에는 케이블(130)의 일단이 연결되며, 케이블(130)의 타단에는 수 커넥터(140)가 연결될 수 있다. 케이블(130)의 타단에 연결된 수 커넥터(140)는 본체(100)의 암 커넥터(145)와 물리적으로 결합할 수 있다.
- [0019] 입력부(150)는 초음파 영상 생성 장치의 동작과 관련된 명령을 입력받을 수 있는 부분이다. 예를 들면, A-모드(Amplitude mode), B-모드(Brightness mode), M-모드(Motion mode) 등의 모드 선택 명령이나, 초음파 진단 시작 명령을 입력받을 수 있다. 입력부(150)를 통해 입력된 명령은 유선 통신 또는 무선 통신을 통해 본체(100)로 전송될 수 있다.
- [0020] 입력부(150)는 예를 들어, 키보드, 풋 스위치(foot switch) 및 풋 페달(foot pedal) 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 키보드는 하드웨어적으로 구현되어, 본체(100)의 상부에 위치할 수 있다. 이러한 키보드는 스위치, 키, 조이스틱 및 트랙볼 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 다른 예로 키보드는 그래픽 유저 인터페이스와 같이 소프트웨어적으로 구현될 수도 있다. 이 경우, 키보드는 서브 디스플레이부(170)나 메인 디스플레이부(160)를 통해 디스플레이될 수 있다. 풋 스위치나 풋 페달은 본체(100)의 하부에 마련될 수 있으며, 조작자는 풋 페달을 이용하여 초음파 영상 생성 장치의 동작을 제어할 수 있다.
- [0021] 입력부(150)의 주변에는 초음파 프로브(110)를 거치하기 위한 초음파 프로브 홀더(120)가 구비될 수 있다. 초음파 프로브 홀더(120)는 하나 이상 구비될 수 있다. 검사자는 초음파 영상 생성 장치를 사용하지 않을 때, 초음파 프로브 홀더(120)에 초음파 프로브(110)를 거치하여 보관할 수 있다.
- [0022] 서브 디스플레이부(170)는 본체(100)에 마련될 수 있다. 도 4는 서브 디스플레이부(170)가 입력부(150)의 상부에 마련된 경우를 보여주고 있다. 서브 디스플레이부(170)는 초음파 영상 생성 장치의 동작과 관련된 어플리케이션을 디스플레이할 수 있다. 예를 들면, 서브 디스플레이부(170)는 초음파 진단에 필요한 메뉴나 안내 사항 등을 디스플레이할 수 있다. 이러한 서브 디스플레이부(170)는 예를 들어, 브라운관(Cathod Ray Tube: CRT), 액정표시장치(Liquid Crystal Display: LCD) 등으로 구현될 수 있다.
- [0023] 메인 디스플레이부(160)는 본체(100)에 마련될 수 있다. 도 4는 메인 디스플레이부(160)가 서브 디스플레이부(170)의 상부에 마련된 경우를 보여주고 있다. 메인 디스플레이부(160)는 초음파 진단 과정에서 얻어진 초음파 영상을 디스플레이할 수 있다. 이러한 메인 디스플레이부(160)는 서브 디스플레이부(170)와 마찬가지로 브라운관 또는 액정표시장치로 구현될 수 있다. 도 1는 메인 디스플레이부(160)가 본체(100)에 결합되어 있는 경우를 도시하고 있지만, 메인 디스플레이부(160)는 본체(100)와 분리 가능하도록 구현될 수도 있다.
- [0024] 도 1는 초음파 영상 처리 장치에 메인 디스플레이부(160)와 서브 디스플레이부(170)가 모두 구비된 경우를 보여주고 있으나, 경우에 따라 서브 디스플레이부(170)는 생략될 수도 있다. 이 경우, 서브 디스플레이부(170)를 통해 디스플레이되는 어플리케이션이나 메뉴 등은 메인 디스플레이부(160)를 통해 디스플레이될 수 있다.
- [0025] 도 2는 초음파 영상 처리 장치의 일 실시예에 따른 제어 구성의 블록도를 도시한 도면이다.
- [0026] 개략적으로 블록도를 참조하여 초음파 영상 처리의 일 실시예에 따른 진행과정을 서술하면 다음과 같다. 초음파 프로브(110)는 대상체로부터 복수의 에코 초음파를 수집하여 이를 전기적 신호인 초음파 에코 신호로 변환하여 획득한다. 감쇠율 획득부(101)에서는 획득한 초음파 에코 신호를 기초로, 실제 대상체로부터 반사된 초음파 에코 신호에 비해 어느 정도의 신호의 손실을 수반하여 획득했는지 감쇠율을 구한다. 보정부(102)에서 구해진 감쇠율을 기초로 초음파 에코 신호를 보정하고, 빔포밍부(103)에서 보정된 초음파 에코 신호를 초음파 영상 신호로 변환한다. 디스플레이부에서는 변환된 초음파 영상 신호를 화면에 출력하여, 초음파 프로브(110) 방향에 가상의 광원이 존재하는 것과 같은 왜곡을 제거한 영상을 획득할 수 있다.
- [0027] 이하에서는 도 3 및 도 4를 참조하여, 위에서 언급한 프로브 방향에 가상의 광원이 존재하는 것과 같은

왜곡 현상의 원인과 결과에 대하여 서술한다.

- [0028] 초음파 영상을 통한 초음파 진단은 펄스-에코의 원리를 이용한다. 초음파 프로브(110)의 구성요소 중 하나인 트랜스듀서(111)는 초음파 펄스를 발생시킬 수 있다. 이렇게 발생된 초음파 펄스는 체내의 반사면을 만날 때까지 일정 속도로 조직 속을 지나간다. 체내의 반사면을 만나면 일부는 진원 방향으로 반사되고 나머지는 종래의 조사 방향을 따라 계속 진행한다. 반사면은 밀도가 다른 두 매질의 경계 면에서 형성(즉, 서로 다른 조직의 경계에서 형성)되는데, 반사의 정도는 두 매질 간의 밀도 차이에 비례한다. 따라서 반사되는 초음파를 분석하면 신체 조직의 구성을 파악할 수 있고, 이를 이해하기 쉽도록 영상화하여 진단 시 활용하게 된다.
- [0029] 도 3은 반사 표면과 펄스의 진행 방향에 따른 반사도를 설명하기 위한 도면이다. 반사면에서의 반사 정도는 경계를 이루는 두 매질의 밀도 차이의 고유한 값으로 관측되는 것이 이상적이다. 이 때 두 매질의 밀도 차이에 의한 고유의 값을 음향 임피던스(sound impedance)라 한다. 따라서 매질이 동일한 대상체에 동일한 초음파를 조사한다면, 반사되는 에코 초음파 역시 동일해야 할 것이다.
- [0030] 그러나 실제로는 동일한 매질간에도 반사되는 에코 초음파의 강도가 다르게 측정될 수 있다. 초음파 펄스의 조사 방향과 대상체의 반사면과의 각도에 의하여 반사되는 양이 다를 수 있기 때문이다. 즉, 대상체의 반사면이 초음파 펄스의 조사 방향과 수직에 가까울수록 진원으로 반사되어 돌아오는 양이 크고, 대상체의 반사면에 대한 법선 벡터가 초음파 펄스의 조사 방향과 각도 차이가 커질수록 반사되어 돌아오는 양이 적어진다.
- [0031] 도 4는 3D 초음파 영상 장치에 의해 출력된 3차원 태아 초음파 영상이다. 앞서 언급한 것과 같이, 동일한 매질임에도 반사되는 초음파의 강도가 달라져 초음파 영상을 출력하는 데 왜곡이 발생하게 된다. 이러한 현상은 특히 3차원 초음파 시스템에서 두드러지게 나타난다. 3차원 초음파 시스템에서는 볼륨 데이터를 기초로 임의의 방향의 광원을 설정하고, 그 방향을 달리하면서 빛을 조사하여 3차원 영상의 변화를 관찰하게 된다. 이 경우 3차원 영상을 관찰하기 위한 임의의 광원과 별개로 초음파 프로브(110), 즉 진원 방향에 광원이 존재하는 것과 같은 왜곡 효과가 나타나게 된다.
- [0032] 도 4를 참조하면, 렌더링(rendering) 시에 조명에 대한 고려를 전혀 하지 않았음에도 불구하고, 마치 정면에서 빛을 비춘 것 같은 효과가 나타난다. 예를 들어, 태아의 피부, 구체적으로 외피라는 동일한 매질임에도 불구하고 태아의 이마와 코 주변 및 눈 주변의 음영이 다른 것을 확인할 수 있다. 이것은 마치 초음파 프로브(110)의 위치에 광원이 존재하여, 이로부터 태아에 빛이 조사되고 있는 것처럼 데이터가 획득됨을 의미한다. 이러한 현상은 기본적인 렌더링을 수행 할 때에는 문제가 되지 않으나, 가상의 광원을 도입하여 그 방향에 변화를 주면서 대상체의 외형을 관찰하고자 하는 경우에는 그렇지 않다. 초음파 프로브(110)의 위치에 광원이 존재하는 것과 같은 효과 때문에 초음파 영상의 왜곡이 일어나게 되어 어색한 영상이 획득되게 된다. 따라서 초음파 프로브(110)의 위치에 따라 발생하는 임의의 광원이 존재하는 것과 같은 효과는 제거하는 것이 보다 정확한 초음파 영상을 얻는데 도움이 된다.
- [0033] 이하에서는 전문적인 초음파 영상 처리에서 발생하는 왜곡현상을 해결하기 위해 개선된 초음파 영상 처리 장치 및 방법에 대하여 구체적으로 설명하도록 한다.
- [0034] 다시 도 2를 참조하면, 초음파 프로브(110)에는, 도시된 바와 같이 진원으로부터 인가된 교류 전류에 따라서 초음파 펄스를 생성한 후 대상체로 조사하고, 대상체 내부의 목표 부위로부터 반사되어 돌아오는 에코 초음파를 수신하여 전기적 신호인 초음파 에코 신호로 변환하는 복수의 트랜스듀서(111)가 포함된다. 여기서 진원(112)는 외부의 전원 공급 장치나 또는 초음파 영상 처리 장치 내부의 축전 장치 동일 수 있다.
- [0035] 트랜스듀서(111)로 예를 들어 자성체의 자왜 효과를 이용하는 자왜 초음파 트랜스듀서(Magnetostrictive Ultrasonic Transducer), 압전 물질의 압전 효과를 이용한 압전 초음파 트랜스듀서(Piezoelectric Ultrasonic Transducer), 미세 가공된 수백 또는 수천 개의 박막의 진동을 이용하여 초음파를 송수신하는 정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서(Capacitive Micromachined Ultrasonic Transducer, 이하 cMUT으로 약칭한다) 등이 이용될 수 있다.
- [0036] 진원으로부터 교류 전류가 트랜스듀서(111)에 인가되면, 트랜스듀서(111)의 압전 진동자나 박막 등은 진동하게 되고, 그 결과 초음파 펄스가 생성된다. 생성된 초음파 펄스는 대상체, 예를 들어 인체 내부로 조사된다. 조사된 초음파 펄스는 대상체 내부의 다양한 깊이에 위치한 적어도 하나의 목표 부위에 의해 반사된다. 트랜스듀서(111)는 이와 같이 목표 부위에서 반사되어 되돌아오는 에코 초음파를 수신하고, 수신된 에코 초음파를 전기적 신호인 초음파 에코 신호로 변환한다.
- [0037] 초음파 에코 신호는, 유무선 통신망을 통해서 본체(100)로 전달된다. 초음파 프로브(110)는 에코 초음

파를 복수의 채널을 통해 수신하므로 변환된 복수의 초음파 에코 신호는 복수의 채널을 통하여 본체(100)로 전달된다.

- [0038] 초음파 프로브(110)에 있어서 트랜스듀서(111)는 직선으로 배열(linear array)되거나, 곡선으로 배열(convex array)될 수도 있다. 이처럼 트랜스듀서(111)가 한 방향의 1차원적 배열이 아닌 2차원으로 배열된 2D 어레이 프로브(2D array probe)일 수도 있다.
- [0039] 도 5는 2D 어레이 프로브를 통해 대상체에 초음파 펄스를 조사하는 과정을 개략적으로 도시한 도면이다. 일반적인 초음파 프로브와 유사한 구조를 가지고 있으나, 트랜스듀서(111)가 하나의 방향으로 배열되지 않고 2차원적 배열을 취하는 것이 특징이다. 따라서 복수의 트랜스듀서(111)는 xy평면상에 존재하게 되며, 이하에서는 x축 방향으로 좌측으로부터 몇 번째 트랜스듀서(111)인지를 열로, y축 방향으로 상단으로부터 몇 번째 트랜스듀서(111)인지를 행으로 표현하여 서술한다.
- [0040] 도 5에서 굵은 선은 가능한 디스플레이 평면을 나타낸다. 2D 어레이 프로브는 트랜스듀서(111)의 구동 시간 지연에 의한 전자적 조사를 통하여 3차원 영상정보를 획득할 수 있다. 구체적으로 상기 굵은 선으로 구분되는 평면과 같이 대상체의 단층, 즉 2D 데이터를 획득한다. 이러한 2D 데이터는 배열을 달리하는 다른 트랜스듀서(111)에 의해 대상체 전면에 대하여 수집되고, 이렇게 수집된 복수의 2D 데이터를 축적하여 3D 초음파 영상을 실시간으로 생성해 낼 수 있다. 또한 작은 크기의 초음파 프로브(110)로 넓은 영역을 조사할 수 있어 심장과 같은 장기를 조영하는데 장점이 있다.
- [0041] 도 6은 1차원 배열의 트랜스듀서를 포함하는 초음파 프로브가 대상체에 초음파 펄스를 조사하는 과정을 도시한 도면이다. 복수개의 트랜스듀서(111)가 1차원적 배열에 따라 직선 혹은 곡선으로 배열된 경우, 초음파 프로브(110)로부터 생성되는 초음파 펄스의 조사 방향은 2차원 벡터의 형태를 갖는다. 즉 트랜스듀서의 배열이 하나의 행으로만 존재하기 때문에, 초음파 펄스의 조사 방향을 변화하기 위하여 트랜스듀서를 다르게 구동시키는데 한계가 있을 수 있다.
- [0042] 도 7a 및 7b는 2차원 배열의 트랜스듀서를 포함하는 초음파 프로브가 대상체에 초음파 펄스를 조사하는 과정을 도시한 도면이다. 서로 다른 진행 방향을 갖는 초음파 펄스를 생성해 내기 위한 일 실시예로서 2D 어레이 프로브를 이용할 수 있다. 도 7a 및 7b의 실시예와 같이 2차원으로 배열된 복수의 트랜스듀서(111)를 복수의 영역으로 구획할 수 있다. 도 7a는 구획된 트랜스듀서(111)의 A영역에서 대상체로 초음파 펄스가 조사되는 과정을 나타낸다. 도 7b는 구획된 트랜스듀서(111)의 B영역에서 대상체로 초음파 펄스가 조사되는 과정을 나타낸다. 트랜스듀서(111)로부터 대상체 방향으로의 화살표는 초음파 펄스의 조사 방향을 의미한다.
- [0043] 이처럼 동일한 초음파 프로브(110)라도 위치를 달리하는 트랜스듀서(111)라면 초음파 펄스의 조사 방향 3차원 벡터로 표현이 되며, 이 벡터의 방향이 달라질 수 있다. 즉, 복수의 트랜스듀서(111)를 복수의 영역으로 구획하고, 구획된 트랜스듀서(111)를 각 영역별로 구동하여 서로 다른 방향으로 초음파 펄스가 조사되도록 할 수 있다. 이러한 특성을 이용하면 초음파 프로브(110)의 위치가 변화함에 따라 발생하는 왜곡효과를 보정하는데 효과적일 수 있다.
- [0044] 이 때, 복수의 트랜스듀서(111)를 복수의 영역으로 구획하는 것은 입력부(150)를 통해 사용자가 직접 입력하거나, 장치 내부 연산에 의해 임의로 설정될 수 있다. 서로 다른 조사 방향을 갖는 초음파 펄스에 대응하는 복수의 초음파 에코 신호를 획득하여 대상체 표면의 법선 벡터를 구하는 것이 목적이므로, 복수의 트랜스듀서가 구획되는 영역은 자유롭게 설정될 수 있다.
- [0045] 도 8은 2차원 배열의 트랜스듀서를 포함하는 초음파 프로브의 일 실시예로 행을 기초로 트랜스듀서를 구획한 도면이다. 이하에서는 복수의 트랜스듀서(111)의 1행을 a 영역, 2행을 b 영역, 3행을 c 영역, 4행을 d 영역임을 전제로 서술한다.
- [0046] 복수의 트랜스듀서(111)는 실시예와 같이 a, b, c, d 영역으로 구획될 수 있다. 각 영역의 트랜스듀서(111)로부터 대상체 방향으로의 화살표는, 각 영역의 트랜스듀서(111)에서 생성된 초음파 펄스의 조사 방향이다. 도 8의 화살표를 비교하면, 각 영역의 트랜스듀서(111)에서 생성된 초음파 펄스의 조사 방향은 모두 상이함을 확인할 수 있다. 이 때는 초음파 펄스의 조사된 방향이 네가지 이고, 따라서 획득되는 초음파 에코 신호 역시 4개가 된다. 이와 같이 트랜스듀서를 구획하면, 1D 어레이 프로브 4개를 이용하여 대상체에 방향을 달리하는 초음파 펄스를 조사하는 것과 동일한 결과를 얻을 수 있다.
- [0047] 앞서 살핀 바와 같이, 2D 어레이 프로브를 이용하면 하나의 초음파 프로브(110)를 사용하더라도, 트랜스듀서(111)가 어디에 위치했는지에 따라 생성되는 초음파 펄스의 조사 방향, 즉 3차원 벡터가 상이할 수 있다.

따라서 생성되는 초음파 펄스의 조사 방향이 복수 일 수 있다. 그러므로 2D 어레이 프로브를 통해 동일한 대상체에 조사 방향이 상이한 복수의 초음파 펄스를 조사하고, 그에 따라 복수의 초음파와 에코 신호를 획득하면 연산을 통해 보다 쉽게 실제 반사된 초음파와 에코 신호를 구할 수 있다.

[0048] 초음파 영상 처리 장치 및 방법의 일 실시예로서, 앞서 언급한 것과 같이 서로 다른 조사 방향을 가지는 초음파 펄스를 생성하기 위하여 2D 어레이 프로브를 사용할 수 있다. 이하에서는 초음파 프로브(110)를 2D 어레이 프로브로 가정하고 서술한다.

[0049] 다시 도 2를 참조하면, 초음파 프로브(110)는 서로 다른 조사 방향을 갖는 복수의 초음파 펄스를 생성하고, 이를 대상체에 조사할 수 있다. 또한 위의 초음파 펄스가 대상체에 의해 반사된 복수의 에코 초음파를 수신할 수 있다. 이러한 일련의 과정은 순차적으로 진행되어야 한다. 복수의 에코 초음파를 수신할 때, 서로 다른 조사 방향을 갖는 복수의 초음파 펄스로부터 반사된 에코 초음파가 상호 간섭에 의해 그 식별이 곤란하기 때문이다. 따라서 어느 한 방향으로 초음파 펄스가 조사되면, 그에 대응하는 초음파와 에코 신호를 획득하고, 뒤이어서 다른 방향으로 초음파 펄스가 조사되어야 한다.

[0050] 초음파 프로브(110)는 구획된 트랜스듀서(111)의 각 영역으로부터 서로 다른 방향의 초음파 펄스가 조사되어야 하고, 그 방향은 3개 이상일 수 있다. 추후 서술할 대상체 표면의 법선 벡터를 구하는 연산에서, 법선 벡터의 성분은 x, y, z 축의 3차원 좌표로 설명되기 때문이다. 즉 초음파 펄스가 3가지 방향으로 대상체에 조사되면, 그에 대응하는 서로 다른 강도를 갖는 3가지의 초음파와 에코 신호가 획득되고, 행렬 연산을 통해 법선 벡터의 각 성분을 구할 수 있다. 자세한 내용은 감쇠율 획득부(101)의 설명에서 서술하기로 한다.

[0051] 본체(100)는 일 실시예에 의하면 감쇠율 획득부(101), 보정부(102), 빔포밍부(103)를 포함할 수 있다. 물론 실시예에 따라서 상술한 구성 요소 중 일부의 구성요소가 본체(100)에서 제외될 수도 있다.

[0052] 도 2에서 알 수 있듯이, 감쇠율 획득부(101)는 초음파 프로브(110)로부터 에코 초음파가 전기적 신호로 변환된 초음파와 에코 신호를 획득할 수 있다. 이렇게 획득한 초음파와 에코 신호를 이용하여 초음파 펄스의 진행 방향에 따라 실제 반사된 초음파와 에코 신호에 비해 얼마나 소실된 신호를 획득하게 되는지, 즉 실제 반사된 초음파와 에코 신호에 대한 감쇠율을 구할 수 있다. 초음파 프로브(110)가 획득하게 되는 초음파와 에코 신호는 실제로 대상체로부터 반사된 초음파와 에코 신호의 일부에 불과하기 때문이다. 실제 반사된 초음파와 에코 신호에 대한 감쇠율은 후술할 보정부(102)에서 초음파와 에코 신호를 실제 반사된 초음파와 에코 신호로 보정하는데 이용될 수 있다.

[0053] 반사된 에코 초음파에 대하여 획득된 에코 초음파의 비율을 파악하기 위하여 실제로 그 값을 측정하려면 복잡한 함수가 될 것이다. 그러므로 보다 간단한 연산을 위하여 완전 확산면 모델(lambertian surface model)을 도입할 수 있다.

[0054] 완전 확산면 모델이란 단위 입체각에서 모든 방향으로 균일한 광속을 갖는 반사체로 반사 광도가 보는 각도에 관계없이 일정한 사물을 의미한다. 완전 확산면 모델을 따르면 반사되는 빛의 강도는 사물 표면의 법선 벡터와 사물로 조사되는 빛의 조사 방향이 이루는 각도의 코사인 값에 비례하게 된다. 이를 수식으로 표현하면 수학적 식 2와 같다.

[0055] [수학적식2]

[0056] 
$$I = I_E \times \cos\theta$$

[0057] 수학적 식 2를 초음파 영상 처리 장치 및 방법의 일 실시예에 적용하면,  $I$  는 초음파 프로브(110)로부터 획득한 초음파와 에코 신호이고,  $I_E$  는 실제 반사된 초음파와 에코 신호를 의미한다.  $\theta$  는 대상체로 조사된 초음파 펄스와 대상체 표면의 법선 벡터가 이루는 각도가 된다. 따라서 실제 반사된 초음파와 에코 신호에 대한 획득된 초음파와 에코 신호의 비율, 즉 실제 반사된 초음파와 에코 신호의 감쇠율은  $\cos\theta$  가 된다. 궁극적으로 초음파 펄스

의 조사를 통해 획득한 초음파 에코 신호를 보정한다 함은, 획득한 초음파 에코 신호를 실제 반사된 초음파 에코 신호로 대체함을 의미한다.

[0058] 따라서  $\theta$  를 구하기 위해 대상체 표면의 법선 벡터를 구하는 것이 선행될 수 있다. 대상체 표면의 법선 벡터를 구하기 위하여 초음파 프로브(110)의 위치는 고정된 채로 조사 방향을 달리하는 복수개의 초음파 펄스를 생성한다. 이렇게 생성된 복수의 초음파 펄스를 대상체로 조사하여, 각 초음파 펄스에 대응하는 에코 초음파를 수신한다. 수신한 에코 초음파를 상기 수학식 2에 행렬의 형태로 대입하여 정리하면 대상체 표면의 법선 벡터를 구할 수 있다. 대상체 표면의 법선 벡터를 구하는 식은 하기 수학식 1을 따른다.

[0059] [수학식 1]

$$I_E \times \vec{N} = \begin{pmatrix} \vec{L}_1 \\ \vec{L}_2 \\ \vec{L}_3 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} I_1 \\ I_2 \\ I_3 \end{pmatrix}$$

[0060]

[0061] 수학식 1을 초음파 영상 처리 장치 및 방법의 일 실시예에 적용하면,  $I_E$  는 실제 반사된 초음파 에코 신호이고,  $\vec{N}$  은 대상체 표면의 법선 벡터이다. 또한  $\vec{L}_1, \vec{L}_2, \vec{L}_3$  는 초음파 프로브(110)로부터 대상체로 조사된 초음파 펄스의 조사 방향 단위 벡터이며,  $I_1, I_2, I_3$  는 조사된 초음파 펄스에 의해 획득된 초음파 에코 신호를 의미한다.

[0062] 수학식 1을 대상체 표면의 법선 벡터  $\vec{N}$  에 대하여 정리하면, 대상체 표면의 법선 벡터  $\vec{N}$  의 각 성분은 이상적인 초음파 에코 신호  $I_E$  에 대한 식이 된다. 이와 함께 법선 벡터  $\vec{N}$  과 초음파 프로브(110)로부터 대상체로 조사된 초음파 펄스의 조사 방향 단위 벡터  $\vec{L}_1, \vec{L}_2, \vec{L}_3$  의 크기가 1임을 이용하면 법선 벡터  $\vec{N}$  의 성분 값을 구할 수 있다.

[0063] 수학식 1은 초음파 프로브(110)로부터 대상체로 조사된 초음파 펄스의 방향 벡터와 초음파 펄스에 의해 획득된 초음파 에코 신호를 각 3개씩 필요로 한다. 이것은 우리가 구하고자 하는 미지수가 3개, 즉 대상체 표면의 법선 벡터  $\vec{N}$  의 x, y, z 성분이기 때문이다. 따라서 대상체 표면의 법선 벡터  $\vec{N}$  의 각 성분을 미지수로 하는 방정식이 3개가 요구되고, 이를 만족시키기 위하여 수학식 1에 초음파 프로브(110)로부터 대상체로 조사된 초음파 펄스의 방향 벡터와 초음파 펄스에 의해 획득된 초음파 에코 신호가 3개씩 대입된다.

[0064] 그러나 초음파 프로브(110)로부터 4개 이상의 서로 다른 방향을 가지는 초음파 펄스의 방향 벡터가 생성되고, 대상체로 조사될 수 있다. 이 경우, 식 1에서 요구하는 초음파 펄스의 방향 벡터와 초음파 펄스에 의해 획득된 초음파 에코 신호는 각 3개씩이므로, 4개 이상의 값 중에서 3개를 선택하여 수학식 1에 대입하는 방법이 있다.

[0065] 또는 4개 이상의 값들을 임의로 나누어, 나누어진 이들 값의 평균값을 구한 후 수학식 1에 대입할 수도 있다. 이렇게 평균값을 이용하는 경우 잡음(noise)에 의한 초음파 영상의 왜곡을 미연에 방지할 수 있다.

- [0066] 조사된 복수의 초음파 펄스의 조사 방향 벡터와 획득된 복수의 초음파 에코 신호의 평균을 구하기 위하여 다양한 알고리즘이 사용될 수 있다. 특히 연산량이 적어 많은 양의 데이터를 처리해야 하는 초음파 영상 처리 장치의 경우에는 최소 평균 자승법(least mean square)을 사용할 수 있다. 최소 평균 자승법은 빠른 연산속도를 바탕으로 실시간으로 초음파 영상을 처리할 수 있다. 최소 평균 자승법은 공지 기술이므로 그 설명은 생략한다.
- [0067] 이렇게 획득한 대상체 표면의 법선 벡터  $\vec{N}$  을 통해, 대상체 표면의 법선 벡터와 초음파 프로브(110)로부터 대상체로 조사된 초음파 펄스의 조사 방향이 이루는 각도  $\theta$  를 구할 수 있다. 이렇게 구해진 각도를 Cosine함수에 대입한 함수 값  $\cos\theta$  는 실제 반사된 초음파 에코 신호의 감쇠율을 의미하므로, 반사된 초음파 에코 신호에 대하여 얼마나 초음파 에코 신호가 획득되었는지를 판단할 수 있다.
- [0068] 다시 도 2를 참조하면, 보정부(102)는 감쇠율 획득부(101)에서 획득한 실제 반사된 초음파 에코 신호의 감쇠율을 전달 받는다. 이렇게 전달받은 초음파 에코 신호의 감쇠율을 기초로 실제 반사된 초음파 에코 신호를 획득하게 된다. 보정된 초음파 에코 신호, 즉 반사된 초음파 에코 신호를 구하는 과정은 앞서 언급한 수학식 2의 연산을 따른다.
- [0069] 이러한 연산에 의해 보정된 초음파 에코 신호는 초음파 프로브(110)의 위치에 의하여 발생하는 가상의 광원 효과를 제거한 값이다. 따라서 이러한 초음파 에코 신호에 대한 보정 과정은, 보정된 초음파 에코 신호가 추후 서술할 빔포밍부(103)에 의해 초음파 영상 신호로 변환될 때 보다 실제에 근접한 초음파 영상을 출력할 수 있도록 돕는다.
- [0070] 빔포밍부(103)는 보정부(102)로부터 보정된 초음파 에코 신호를 기초로 빔 포밍(beam forming)을 수행한다. 빔 포밍은 복수의 채널로 입력되는 초음파 에코 신호를 집속하여 대상체 내부에 대한 적절한 초음파 영상 신호를 획득할 수 있도록 하는 작업이다.
- [0071] 빔포밍부(103)는 먼저 각 트랜스듀서(111)와 대상체 내부의 목표 부위 간의 거리 차이에 기인한 초음파 에코 신호의 시간차를 보정한다. 그리고 빔 포밍부(210)는 특정 채널의 초음파 에코 신호를 강조하거나, 다른 채널의 초음파 에코 신호를 상대적으로 감쇠하여 초음파 에코 신호를 집속하도록 한다. 이 경우 빔포밍부(103)는, 예를 들어, 각 채널을 통해 입력되는 초음파 에코 신호에 가중치를 부가하거나 부가하지 않음으로써 특정 초음파 에코 신호의 강조 및 감쇠를 수행할 수 있다.
- [0072] 빔 포밍부(210)는 초음파 프로브(110)의 트랜스듀서(111)의 위치 및 집속점을 고려하여 복수의 프레임 각각마다 초음파 프로브(110)에서 획득된 초음파 에코 신호를 집속하도록 할 수도 있다.
- [0073] 한편, 빔포밍부(103)에 의해 수행되는 빔 포밍은, 데이터 독립형 빔 포밍(data-independent beamforming) 방식과 적응형 빔 포밍(adaptive beamforming) 방식 모두가 이용될 수 있다.
- [0074] 디스플레이부는 앞서 빔포밍부(103)에서 변환한 초음파 영상 신호를 화면에 출력한다. 디스플레이부는 메인 디스플레이부와 서브 디스플레이부를 포함하며, 대상체에 대한 데이터를 영상으로 화면에 도시하여, 초음파 진단에 이용될 수 있다.
- [0075] 도 9는 초음파 에코 신호를 획득하는 과정을 포함하는 초음파 영상 처리 방법의 일 실시예에 대한 흐름도이다.
- [0076] 초음파 프로브(110)에 구비된 복수의 트랜스듀서(111)를 복수의 영역으로 구획한다.(300) 이 때 초음파 프로브는 2D 어레이 프로브 일 수 있다. 1D 어레이 프로브의 트랜스듀서(111)를 달리할 때 초음파 펄스의 진행 방향은 2차원 벡터로 표현되는 반면, 2D 어레이 프로브의 트랜스듀서(111)를 복수의 영역으로 구획하면, 구획된 트랜스듀서(111)의 각 영역은 동일한 대상체에 대하여 3차원 벡터로 표현되는 방향의 초음파 펄스를 조사할 수 있다. 3차원 벡터의 성분은 x, y, z축의 값을 가지므로 수학식 1에 대입하여 연산하는데 유리하다.
- [0077] 서로 다른 방향의 초음파 펄스를 조사하여 복수의 초음파 에코 신호를 획득하는 과정은 순차적으로 진행되어야 하는 바, 우선 구획된 트랜스듀서(111)의 어느 한 영역에서 초음파 펄스를 조사한다.(310) 그리고 조사된 초음파 펄스로부터 반사된 초음파 에코 신호를 획득한다.(320) 초음파 펄스를 조사하고 획득하는 작업은 구획된 트랜스듀서(111)의 동일한 영역에서 진행된다.

- [0078] 이렇게 획득된 초음파 에코 신호의 개수를 비교하여 다음단계를 진행한다.(330) 본 단계의 다음 단계로서, 수학식 1을 이용하여 초음파 에코 신호를 보정하기 위한 대상체 표면의 법선 벡터를 구할 것이므로, 이에 대입할 3개의 초음파 펄스의 조사 방향 벡터와 획득된 초음파 에코 신호가 필요하다.
- [0079] 만약 획득된 초음파 에코 신호의 개수가 3개 미만이라면 앞서 초음파 펄스를 생성한 구획된 트랜스듀서(111)의 한 영역과는 다른 영역으로부터 대상체로 초음파 펄스를 조사한다.(340) 이를 통해 초음파 에코 신호를 추가로 획득하게 된다. 그러나 획득된 초음파 에코 신호의 개수가 3개라면 다음단계로 진행하게 된다.
- [0080] 3개의 초음파 에코 신호가 획득된 것이 확인되면, 수학식 1에 이 값을 대입하여 대상체 표면의 법선 벡터를 구한다.(350) 수학식 1에 따라 법선 벡터의 각 성분을 정리한 후, 법선 벡터와 초음파 펄스의 조사 방향 단위 벡터의 크기가 1임을 이용하여 법선 벡터 각 성분의 구체적인 값을 획득한다.
- [0081] 이렇게 획득한 법선 벡터를 이용하여 앞서 획득한 초음파 에코 신호를 실제 반사된 초음파 에코 신호와 같이 보정한다.(360) 구체적으로, 대상체 표면의 법선 벡터와 대상체에 조사된 초음파 펄스의 조사 방향이 이루는 각도를 획득한다. 이렇게 획득한 각도를 Cosine함수에 대입하여 실제 반사된 초음파 에코 신호의 감쇠율을 구한다. 최종적으로 감쇠율을 수학식 2에 대입하여 실제 대상체로부터 반사된 초음파 에코 신호를 구한다. 실제 대상체로부터 반사된 초음파 에코 신호가 보정된 초음파 에코 신호가 된다.
- [0082] 초음파 에코 신호를 적절하게 보정한 후에는, 빔포밍부(103)에 의해 보정된 초음파 에코 신호가 초음파 영상 신호로 변환되게 된다.(370) 이렇게 변환된 초음파 영상 신호는 초음파 프로브(110) 방향의 가상의 광원효과가 제거된 영상이므로 보다 실제에 근접한 영상이 된다.
- [0083] 도 10은 4개 이상의 복수의 초음파 에코 신호를 획득한 경우, 초음파 영상 처리 방법의 일 실시예에 대한 흐름도이다.
- [0084] 2D 어레이 프로브의 복수의 트랜스듀서(111)를 복수의 영역으로 구획하여, 구획된 영역을 달리하여 초음파 펄스를 조사할 수 있다. 이처럼 구획된 트랜스듀서(111)로부터 영역을 달리하여 초음파 펄스를 조사하는 것은 초음파 펄스의 조사 방향을 달리 함을 의미한다. 이렇게 조사 방향의 변화를 주면서 그에 대응하는 복수의 초음파 에코 신호를 획득한다.(400)
- [0085] 위의 과정을 통해 획득한 초음파 에코 신호의 수를 비교하여 다음단계로 진행할지 여부를 판단한다. 즉, 획득한 초음파 에코 신호의 수가 N 미만이라면 초음파 에코 신호를 추가로 획득하기 위하여 앞선 과정을 반복한다.(400) 그러나 N 이상이라면 다음단계로 진행하게 된다.
- [0086] 여기서 N값은 4 이상의 자연수를 의미한다. 3차원의 대상체 표면의 법선 벡터를 구하기 위해 최소 요구되는 값이 3개임을 이미 서술한 바 있다. 또한 3개를 초과하는 4개 이상의 초음파 에코 신호가 획득되면, 3개의 식에 대입할 값을 선택하거나 평균값을 구하여 대신 대입해야 한다. 이하에서는 4개 이상의 초음파 에코 신호에 대한 평균값을 연산하고, 이를 이용하여 초음파 에코 신호를 보정하는 것에 대하여 설명한다.
- [0087] N 값은 사용자가 입력부(150)를 통해 입력할 수도 있고, 장치 내부의 연산에 의하여 임의로 선택될 수도 있다.
- [0088] 이렇게 획득한 초음파 에코 신호가 N개 이상인 경우, 잡음 제거를 위한 평균값 연산을 진행한다.(420) 수학식 1에서 도출할 수 있는 식은 3개 이므로, 대입할 수 있는 초음파 펄스의 조사 방향 단위 벡터와 획득된 초음파 에코 신호도 각 3개이다. 그러므로 4개 이상의 데이터를 평균값 연산을 통해 3개로 줄임으로써, 보다 실제에 근접한 데이터 값을 수학식 1에 대입할 수 있게 된다.
- [0089] 따라서 획득된 초음파 에코 신호 및 조사된 초음파 펄스의 조사 방향 벡터의 평균 값을 연산한다. 평균 값 연산의 일 실시예로 최소 평균 자승법이 사용될 수 있다. 최소 평균 자승법은 공지 기술이므로 설명을 생략한다.
- [0090] 획득한 초음파 에코 신호 및 초음파 펄스의 조사 방향 벡터의 평균값을 식 2에 대입하여 대상체 표면의 법선 벡터를 구한다.(430) 초음파 영상 처리 장치 및 방법의 일 실시예로 획득한 초음파 에코 신호 중 일부의 평균값을 3개로 하여 대입할 수도 있고, 하나의 평균값과 2개의 실제 측정 값을 대입할 수도 있다.
- [0091] 위의 과정을 통해 획득한 대상체 표면의 법선 벡터를 이용하여 초음파 에코 신호를 보정한다.(440) 위의 법선 벡터와 초음파 펄스의 조사 방향이 이루는 각도를 연산하여 Cosine 함수에 대입하면, 실제 반사된 초음파 에코 신호의 감쇠율을 구할 수 있다. 따라서 이를 기초로 실제 반사된 초음파 에코 신호를 구하여 획득한 초음파 에코 신호를 대체함으로써 초음파 에코 신호를 보정하게 된다.

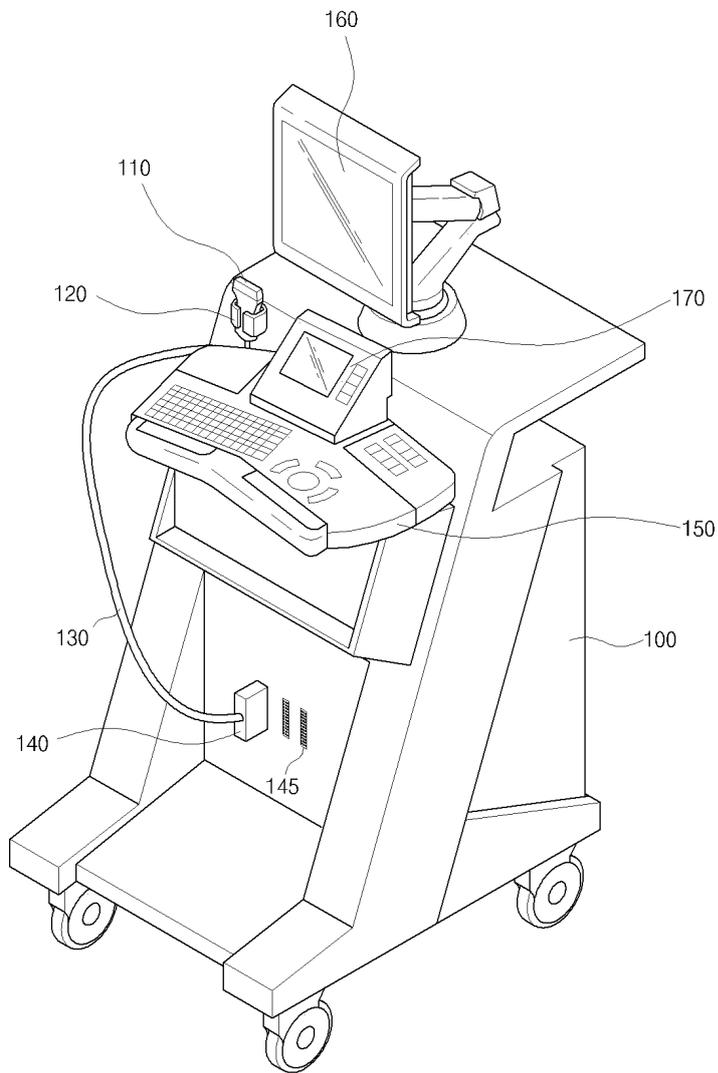
[0092] 이렇게 보정된 초음파 에코 신호는 빔포밍부(103)에서 초음파 영상 신호로 변환된다.(450) 변환된 초음파 영상 신호를 디스플레이부를 통해 화면으로 출력하면, 초음파 프로브(110) 방향에 가상의 광원이 존재하는 것과 같은 효과가 제거된 초음파 영상을 확인할 수 있다. 따라서 이러한 보정의 과정을 통해 대상체의 실제 형상에 보다 가까운 초음파 영상을 출력할 수 있다.

**부호의 설명**

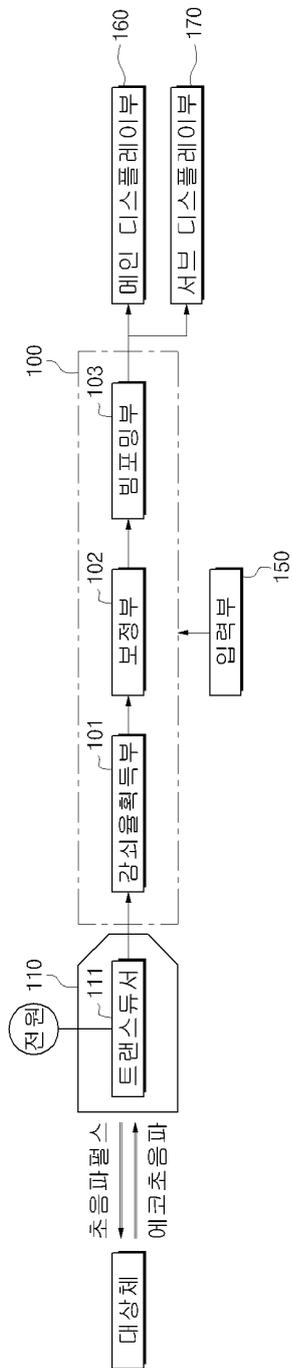
- [0093] 100: 본체
- 101: 감쇠율 획득부
- 102: 보정부
- 103: 빔포밍부
- 110: 초음파 프로브
- 111: 트랜스듀서
- 150: 입력부
- 160: 메인 디스플레이부
- 170: 서브 디스플레이부

도면

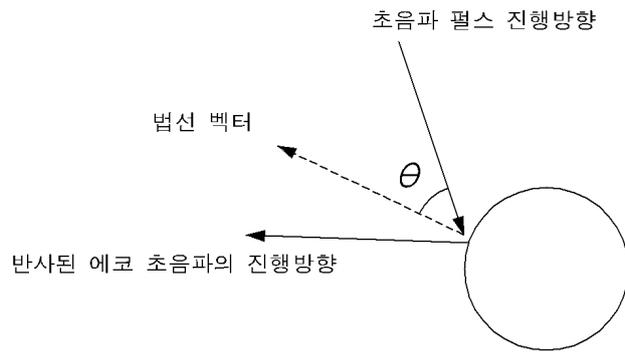
도면1



도면2



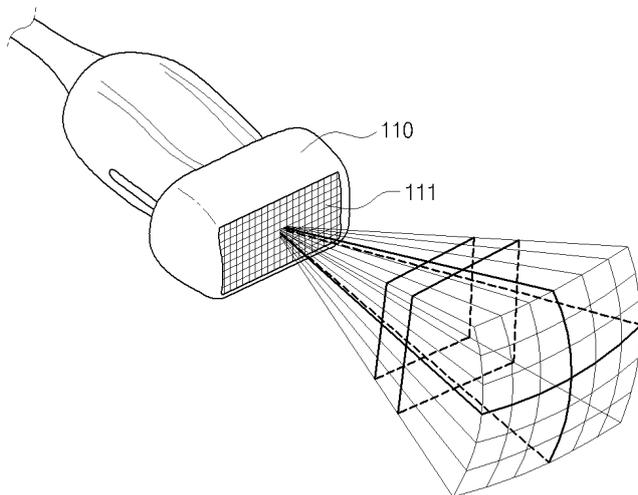
도면3



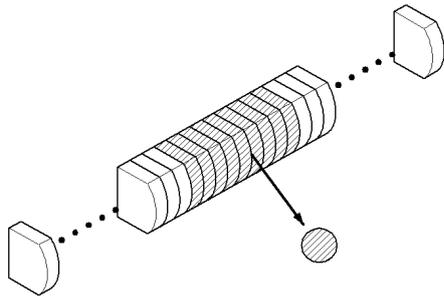
도면4



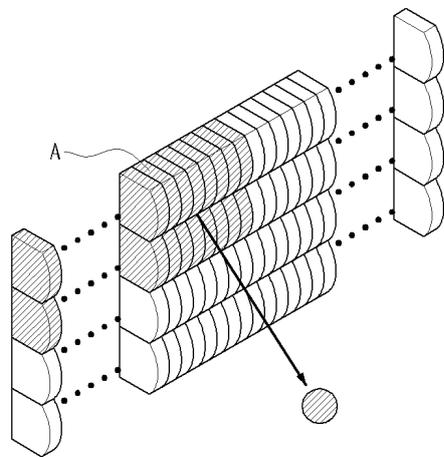
도면5



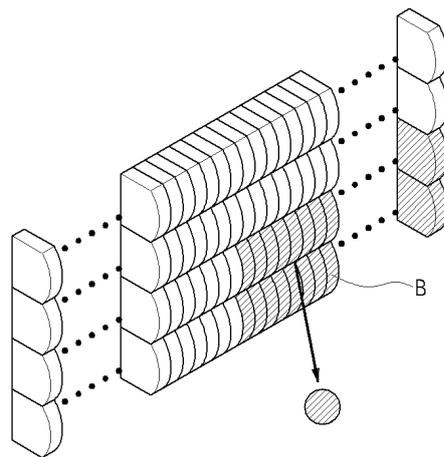
도면6



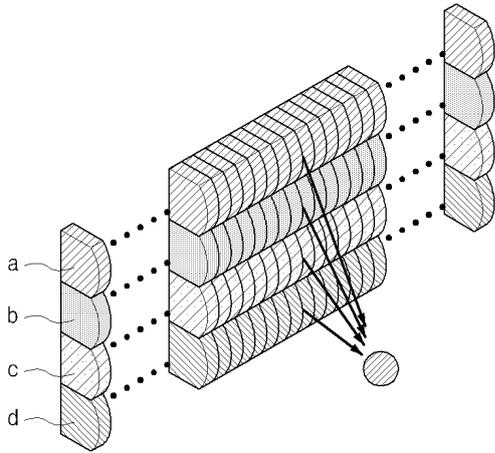
도면7a



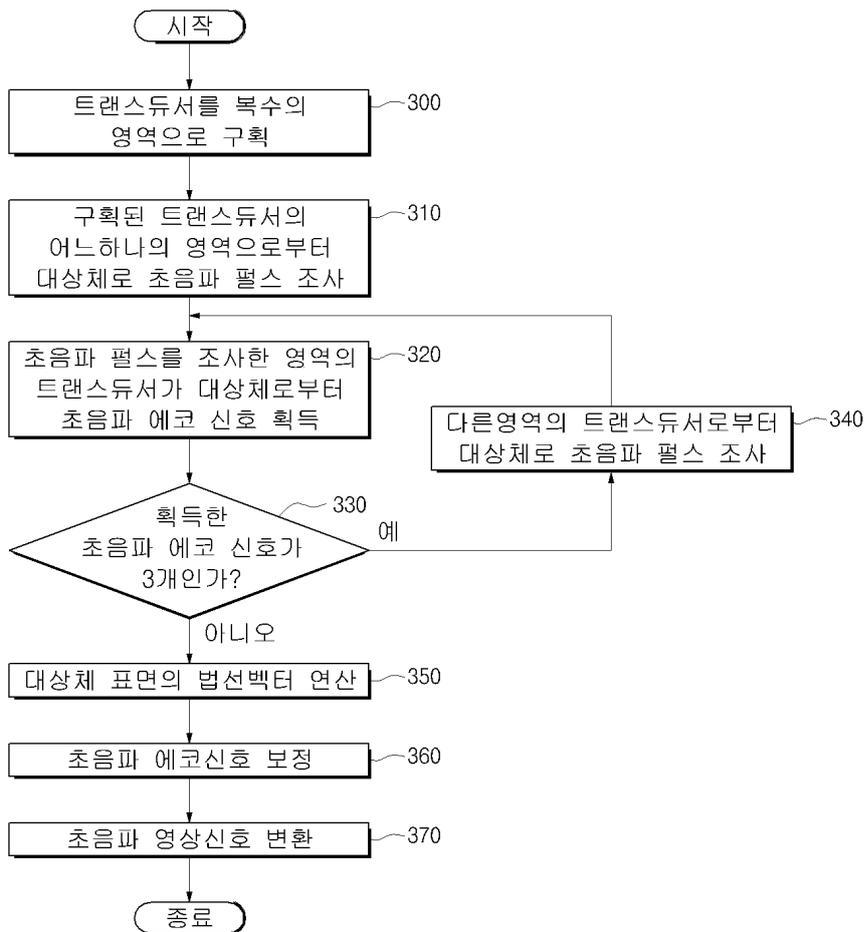
도면7b



도면8



도면9



도면10

