



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0118734
(43) 공개일자 2015년10월23일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 8/00 (2006.01) A61B 8/08 (2006.01)
A61B 8/14 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-0044640
(22) 출원일자 2014년04월15일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)
(72) 발명자
김규홍
서울특별시 강남구 남부순환로363길 30 쌍용예가 103동 1202호
고영인
서울특별시 강남구 남부순환로 2917
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인세림

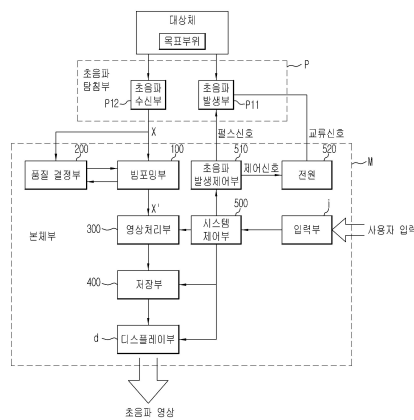
전체 청구항 수 : 총 19 항

(54) 발명의 명칭 초음파 영상 장치 및 그 제어방법

(57) 요약

대상체로 초음파를 조사하여 반사되는 에코 신호를 수신하고, 수신한 에코 신호를 출력하는 초음파 프로브;와 관측 정보를 기반으로 3차원 볼륨의 각 복셀의 품질을 결정하는 품질 결정부;와 결정된 품질에 따라 차등적으로 빔 포밍을 수행하여 출력 신호를 생성하는 빔 포밍부;를 포함하는 초음파 영상 장치를 제공한다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

김배형

경기도 용인시 기흥구 금화로11번길 10 금화마을주
공3단지아파트 305동 1403호

박수현

경기도 화성시 동탄지성로 42 시범한빛마을동탄아
이파크아파트 222동 604호

송종근

경기도 용인시 기흥구 흥덕3로 20, 신동아 파밀리
에 1212동 103호

명세서

청구범위

청구항 1

대상체로 초음파를 조사하여 반사되는 에코 신호를 수신하고, 수신한 에코 신호를 출력하는 초음파 프로브;
관측 정보를 기반으로 3차원 볼륨의 각 복셀의 품질을 결정하는 품질 결정부; 및
상기 결정된 품질에 따라 차등적으로 빔 포밍을 수행하여 출력 신호를 생성하는 빔 포밍부;
를 포함하는 초음파 영상 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,
상기 품질 결정부는 상기 3차원 볼륨에서 관측 중심과 관측 방향을 추출하는 관측 정보 검출부;를 더 포함하는
초음파 영상 장치

청구항 3

제1항에 있어서,
상기 품질 결정부는 상기 관측 정보를 기반으로 상기 각 복셀과 관측 중심의 거리를 산출하고, 상기 산출된 거
리에 따라 상기 각 복셀의 품질을 계산하는 품질 계산부;를 포함하는 초음파 영상 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,
상기 품질 결정부는 상기 관측 정보에 따라 상기 3차원 볼륨의 각 복셀의 품질에 대한 정보를 가진 품질 맵을
저장하고 있는 품질 맵 저장부; 및
상기 품질 맵 저장부에서 상기 관측 정보에 대응되는 품질 맵을 검색하여 상기 품질을 결정하는 품질 검색부;
를 더 포함하고 있는 초음파 영상 장치.

청구항 5

제1항에 있어서,
상기 빔 포밍부는 상기 품질 결정부에서 결정된 복셀의 품질이 높을수록 높은 품질로 상기 빔 포밍을 수행하는
초음파 영상 장치.

청구항 6

제1항에 있어서,
상기 빔 포밍부는 상기 품질 결정부에서 결정된 품질이 높을수록 더 높은 해상도를 가지도록 상기 빔 포밍을 수
행하는 초음파 영상 장치.

청구항 7

제1항에 있어서,
상기 빔 포밍부는,
상기 품질 결정부에서 결정된 품질에 따라 형성된 변환 행렬을 이용하여 상기 에코 신호로부터 변환 신호를 생
성하는 변환부;

상기 변환 신호에 가중치인 신호 가중치를 연산하는 가중치 연산부; 및
상기 변환부에서 생성된 변환 신호 및 상기 가중치 연산부에서 연산한 신호 가중치를 이용하여 상기 출력 신호를 생성하는 합성부;
를 포함하는 초음파 영상 장치.

청구항 8

제7항에 있어서,
상기 변환 행렬은 상기 품질 결정부에서 결정된 품질에 대응하여 상기 에코 신호의 차원을 감소시키는 초음파 영상 장치.

청구항 9

제7항에 있어서,
상기 빔 포밍부는 상기 변환 행렬을 형성하기 위한 복수 개의 상기 기저 벡터들을 저장하는 저장부;를 더 포함하고,
상기 품질 결정부에서 결정된 품질에 따라 상기 변환 행렬을 형성하는 기저 벡터의 수가 결정되는 초음파 영상 장치.

청구항 10

제7항에 있어서,
상기 변환 행렬은 상기 품질 결정부에서 결정된 품질에 대한 주성분 분석을 통해 획득된 기저 벡터의 조합으로 형성되는 초음파 영상 장치.

청구항 11

제1항에 있어서,
상기 빔 포밍부에서 출력된 하나 이상의 출력 신호를 기반으로 3차원 볼륨을 구축하고, 상기 3차원 볼륨을 2차원으로 렌더링하는 영상 처리부;를 더 포함하는 초음파 영상 장치.

청구항 12

3차원 볼륨에서 관측 정보를 검색하는 단계;
상기 관측 정보를 기반으로 상기 3차원 볼륨의 각 복셀의 품질을 결정하는 단계; 및
상기 결정된 품질에 따라 차등적으로 복셀의 빔 포밍을 수행하는 단계;
를 포함하는 초음파 영상 장치의 제어 방법.

청구항 13

제12항에 있어서,
상기 관측 정보는 상기 3차원 볼륨에서의 관측 중심 및 관측 방향을 포함하는 초음파 영상 장치의 제어 방법.

청구항 14

제12항에 있어서,
상기 품질을 결정하는 단계는 상기 관측 중심과 상기 3차원 볼륨의 각 복셀의 거리에 따라 상기 각 복셀의 품질을 결정하는 초음파 영상 장치의 제어 방법.

청구항 15

제13항에 있어서,

상기 품질을 결정하는 단계는 상기 관측 정보에 대응되는 상기 3차원 볼륨의 각 복셀에 대한 품질에 대한 정보를 가진 품질 맵을 검색하고, 상기 검색된 품질 맵에 따라 상기 각 복셀의 품질을 결정하는 초음파 영상 장치의 제어 방법.

청구항 16

제12항에 있어서,

상기 빔 포밍을 수행하는 단계는 상기 결정된 품질이 높을수록 상기 복셀의 해상도가 높아지도록 빔 포밍을 수행하는 초음파 영상 장치의 제어 방법.

청구항 17

제12항에 있어서,

상기 빔 포밍을 수행하는 단계는,

상기 결정된 각 복셀의 품질에 따라 형성된 변환 행렬을 이용하여 에코 신호를 변환 신호로 변환하는 단계;

상기 변환 신호에 가중치인 신호 가중치를 연산하는 단계; 및

상기 변환 신호 및 상기 신호 가중치를 연산하여 출력 신호를 생성하는 단계;

를 포함하는 초음파 영상 장치의 제어 방법.

청구항 18

제17항에 있어서,

상기 변환 벡터는 주성분 분석을 통해 생성된 하나 이상의 기저 벡터로 형성되고,

상기 변환 벡터를 형성하는 기저 벡터의 수는 상기 결정된 각 복셀의 품질에 따라 결정되는 초음파 영상 장치의 제어 방법.

청구항 19

제12항에 있어서,

상기 빔 포밍부에서 출력된 하나 이상의 출력 신호를 기반으로 3차원 볼륨을 구축하는 단계; 및

상기 구축된 3차원 볼륨 영상을 2차원으로 렌더링하는 단계;

를 포함하는 초음파 영상 장치의 제어 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 차등적인 품질로 빔 포밍을 수행하는 초음파 영상 장치 및 그 제어 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 초음파 영상 장치는 대상체 내부의 목표 부위를 향하여 초음파를 조사하고, 목표 부위에서 반사된 에코 초음파를 수집한 후, 수집된 초음파의 정보를 기초로 초음파 영상을 생성하도록 한다. 이를 위해서 초음파 영상 장치는, 에코 초음파로부터 초음파 프로브(ultrasonic probe)가 수집한 복수의 채널 데이터로부터 특정 공간의 반사파 크기를 추정하기 위해 빔 포밍(beamforming)을 수행한다.

[0003] 빔 포밍은 복수의 초음파 센서, 예를 들어 트랜스듀서(transducer)를 통해 입력된 에코 신호의 시간차를 보정하고, 입력된 각 에코 신호마다 소정의 가중치, 즉 빔 포밍 계수(w)를 부가하여 특정 위치의 신호를 강조하거나 다른 위치의 신호는 상대적으로 감쇠시켜 에코 신호를 집속하도록 하는 것이다. 빔 포밍에 의하여 초음파 영상 장치는 대상체의 내부 구조 파악에 적절한 초음파 영상을 생성하여 사용자에게 표시할 수 있다.

[0004] 빔 포밍에 사용되는 빔 포밍 계수(w)의 특성에 따라서, 빔 포밍은 데이터 독립형 빔 포밍(data-independent

beamforming) 방식과 적응형 빔 포밍(adaptive beamforming) 방식으로 구별될 수 있다. 데이터 독립형 빔 포밍은, 입력되는 에코 신호와 무관하게 정해진 가중치를 이용하는 방식의 빔 포밍이고, 적응형 빔 포밍은 입력되는 에코 신호를 기초로 최적의 가중치를 연산하여 결정하는 빔 포밍이다. 따라서 적응형 빔 포밍에서의 가중치는 입력되는 에코 신호에 따라서 변하게 된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 3차원 볼륨의 각 볼륨의 품질을 결정하고, 결정된 품질에 따라 차등적으로 빔 포밍을 수행하는 초음파 영상 장치 및 그 제어 방법을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0006] 일 양상에 따른 초음파 영상 장치는 대상체로 초음파를 조사하여 반사되는 에코 신호를 수신하고, 수신한 에코 신호를 출력하는 초음파 프로브;와 관측 정보를 기반으로 3차원 볼륨의 각 복셀의 품질을 결정하는 품질 결정부;와 결정된 품질에 따라 차등적으로 빔 포밍을 수행하여 출력 신호를 생성하는 빔 포밍부;를 포함할 수 있다.

[0007] 또한, 품질 결정부는 3차원 볼륨에서 관측 중심과 관측 방향을 추출하는 관측 정보 검출부;를 더 포함할 수 있다.

[0008] 또한, 품질 결정부는 관측 정보를 기반으로 각 복셀과 관측 중심의 거리를 산출하고, 산출된 거리에 따라 각 복셀의 품질을 계산하는 품질 계산부;를 포함할 수 있다.

[0009] 또한, 품질 결정부는 관측 정보에 따라 3차원 볼륨의 각 복셀의 품질에 대한 정보를 가진 품질 맵을 저장하고 있는 품질 맵 저장부; 및 품질 맵 저장부에서 관측 정보에 대응되는 품질 맵을 검색하여 품질을 결정하는 품질 검색부;를 포함할 수 있다.

[0010] 한편, 빔 포밍부는 품질 결정부에서 결정된 복셀의 품질이 높을수록 높은 품질로 빔 포밍을 수행하거나, 품질 결정부에서 결정된 품질이 높을수록 더 높은 해상도를 가지도록 빔 포밍을 수행할 수 있다.

[0011] 또한, 빔 포밍부는, 품질 결정부에서 결정된 품질에 따라 형성된 변환 행렬을 이용하여 에코 신호로부터 변환 신호를 생성하는 변환부;와 변환 신호에 가중치인 신호 가중치를 연산하는 가중치 연산부; 와 변환부에서 생성된 변환 신호 및 가중치 연산부에서 연산한 신호 가중치를 이용하여 출력 신호를 생성하는 합성부(123);를 포함할 수 있다. 이때, 변환 행렬은 품질 결정부에서 결정된 품질에 대응하여 에코 신호의 차원을 감소시킬 수 있다. 또한,

[0012] 또한, 빔 포밍부는 변환 행렬을 형성하기 위한 복수 개의 기저 벡터들을 저장하는 저장부;를 더 포함할 수 있고, 품질 결정부에서 결정된 품질에 따라 변환 행렬을 형성하는 기저 벡터의 수가 결정될 수 있다. 이때, 변환 행렬은 품질 결정부에서 결정된 품질에 대한 주성분 분석을 통해 획득된 기저 벡터의 조합으로 형성될 수 있다.

[0013] 한편, 초음파 영상 장치는 빔 포밍부에서 출력된 하나 이상의 출력 신호를 기반으로 3차원 볼륨 을 구축하고, 3차원 볼륨을 2차원으로 렌더링하는 영상 처리부;를 더 포함할 수 있다.

[0014] 일 양상에 따른 초음파 영상 장치의 제어방법은 3차원 볼륨에서 관측 정보를 검색하는 단계와 관측 정보를 기반으로 3차원 볼륨의 각 복셀의 품질을 결정하는 단계와 결정된 품질에 따라 차등적으로 복셀의 빔 포밍을 수행하는 단계를 포함할 수 있다. 이때, 관측 정보는 3차원 볼륨에서의 관측 중심 및 관측 방향을 포함할 수 있다.

[0015] 이때, 품질을 결정하는 단계는 관측 중심과 3차원 볼륨의 각 복셀의 거리에 따라 각 복셀의 품질을 결정할 수 있다.

[0016] 또한, 품질을 결정하는 단계는 관측 정보에 대응되는 3차원 볼륨의 각 복셀에 대한 품질에 대한 정보를 가진 품질 맵을 검색하고, 검색된 품질 맵에 따라 각 복셀의 품질을 결정할 수 있다.

[0017] 또한, 빔 포밍을 수행하는 단계는 결정된 품질이 높을수록 복셀의 해상도가 높아지도록 빔 포밍을 수행할 수 있

다.

- [0018] 또한, 빔 포밍을 수행하는 단계는 결정된 각 복셀의 품질에 따라 형성된 변환 행렬을 이용하여 에코 신호를 변환 신호로 변환하는 단계와 변환 신호에 가중치인 신호 가중치를 연산하는 단계와 변환 신호 및 신호 가중치를 연산하여 출력 신호를 생성하는 단계;를 포함할 수 있다.
- [0019] 또한, 변환 벡터는 주성분 분석을 통해 생성된 하나 이상의 기저 벡터로 형성되고, 변환 벡터를 형성하는 기저 벡터의 수는 결정된 각 복셀의 품질에 따라 결정될 수 있다.
- [0020] 또한, 빔 포밍부에서 출력된 하나 이상의 출력 신호를 기반으로 3차원 볼륨을 구축하는 단계;와 구축된 3차원 볼륨 영상을 2차원으로 렌더링하는 단계;를 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [0021] 상술한 바와 같은 초음파 영상 장치 및 그 제어 방법을 이용하여 에코 신호를 차등적으로 빔 포밍함으로써, 빔 포밍에 필요한 연산량을 감소시킬 수 있다. 아울러, 초음파 영상 장치의 리소스를 절감할 수 있다.
- [0022] 또한, 차등적인 품질로 빔 포밍을 수행하여 에코 신호에 대한 빔 포밍 속도를 개선하여 빔 포밍 과정의 시간을 단축시킬 수 있다, 뿐만 아니라 초음파 영상 장치의 과부하나 과열과 같은 각종 문제점을 해결할 수 있다.
- [0023] 또한, 관측 중심은 높은 품질(해상도)로 빔 포밍 됨으로, 품질 높은 초음파 영상을 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0024] 도 1은 초음파 영상 장치의 일 실시예를 설명하기 위한 사시도이다.
- 도 2는 초음파 영상 장치의 일 실시예를 설명하기 위한 제어 블록도이다.
- 도 3은 초음파 프로브의 일 실시예를 설명하기 위한 평면도이다.
- 도 4는 빔 포밍부를 설명하기 위한 설명하기 위한 도면이다.
- 도 5은 3차원 볼륨과 관측 정보를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 6는 품질 결정부의 일 실시예를 설명하기 위한 제어 블록도이다.
- 도 7은 복셀의 품질을 계산하는 함수의 일례를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 8는 품질 결정부의 다른 실시예를 설명하기 위한 제어 블록도이다.
- 도 9는 영상 처리부의 일 실시예를 설명하기 위한 블록도이다.
- 도 10은 3차원 볼륨 생성의 일 실시예를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 11은 볼륨 변환을 일 실시예를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 12은 렌더링의 일 실시예를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 13는 일 실시예에 따른 빔 포밍을 일례를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 14는 품질에 따른 초음파 영상을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 15는 품질에 따른 초음파 영상의 해상도를 설명하기 위한 그래프이다.
- 도 16은 초음파 영상 장치의 제어 방법의 일 실시예를 설명하기 위한 순서도이다.
- 도 17은 초음파 영상 장치의 품질에 따른 빔포밍의 일 실시예를 설명하기 위한 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0025] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 기술되는 실시예를 통하여 발명을 당업자가 용이하게 이해하고 재현할 수 있도록 상세히 기술하기로 한다. 다만, 발명을 설명함에 있어 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 발명 실시예들의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다.
- [0026] 본 명세서에서 사용되는 용어들은 실시예에서의 기능을 고려하여 선택된 용어들로서, 그 용어의 의미는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 후술하는 실시예들에서 사용된 용어의 의미는,

본 명세서에 구체적으로 정의된 경우에는 그 정의에 따르며, 구체적인 정의가 없는 경우는 통상의 기술자들이 일반적으로 인식하는 의미로 해석되어야 할 것이다.

- [0027] 아울러, 본 명세서에서 선택적으로 기재된 양상이나 선택적으로 기재된 실시예의 구성들은 비록 도면에서 단일의 통합된 구성으로 도시되었다 하더라도 달리 기재가 없는 한 통상의 기술자에게 기술적으로 모순인 것이 명백하지 않다면 상호간에 자유롭게 조합될 수 있는 것으로 이해하여야 한다.
- [0028] 도 1은 초음파 영상 장치의 일 실시예를 설명하기 위한 사시도이다.
- [0029] 일 실시예에 따른 초음파 영상 장치는 초음파 프로브에 의하여 탐침된 3차원 볼륨을 초음파 영상을 제공할 수 있다. 또한, 초음파 영상 장치는 탐침된 3차원 볼륨의 각 복셀의 품질을 다르게 하여 초음파 영상을 생성할 수 있다.
- [0030] 여기서, 3차원 볼륨은 복셀(voxel)이라고 부르는 원소들로 구성된다. 복셀은 볼륨(volume)과 픽셀(pixel)의 합성어로, 픽셀이 2차원 평면에서의 한 점을 정의한다면, 복셀은 3차원 공간에서의 한 점을 정의한다. 즉, x 좌표와 y 좌표로 표현할 수 있는 픽셀과 달리, 복셀은 x좌표, y좌표, z 좌표로 표현될 수 있다.
- [0031] 더 구체적으로, 초음파 영상 장치는 3차원 볼륨에서 사용자의 관측 시점과 가까운 복셀은 비교적 높은 품질로 빔 포밍을 수행하고, 사용자의 관측 시점과 멀리 떨어진 복셀은 비교적 낮은 품질로 빔 포밍을 수행하여 초음파 영상을 생성할 수 있다. 이와 같이, 사용자의 관측 시점에 따라 자동적으로 빔 포밍을 수행함으로써, 빔 포밍을 최적화 할 수 있다.
- [0032] 도 1을 참조하면, 초음파 영상 장치는 대상체에 초음파를 조사하고 대상체로부터 에코 신호를 수신하여 본체부(m) 수신한 에코 신호를 출력하는 초음파 프로브(p)와, 초음파 프로브(p)로부터 수신한 에코 신호를 기초로 초음파 영상을 생성하는 본체부(m)를 포함할 수 있다.
- [0033] 이하 설명의 편의를 위하여 초음파 프로브(p)는 에코 신호만 수신하여 출력 하고, 본체부(m)에서 초음파 영상을 생성하는 것으로 설명하나, 이에 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 초음파 프로브(p)가 빔 포밍을 수행할 수 있는 실시예도 가능하다. 다만 이하에서는 설명의 편의를 위해서 초음파 프로브(p)는 에코 신호를 출력하고, 본체부(m)에서 빔 포밍이나 영상 처리가 수행되는 초음파 영상 장치의 일 실시예를 기초로 설명한다.
- [0034] 도 1에 도시된 것처럼 본체부(m)는 초음파 프로브(p)와 연결되어 입력부(i)과 디스플레이부(d)을 구비한 워크스테이션일 수 있다. 그러나 반드시 이에 한정되는 것은 아니다. 다만, 이하 설명의 편의를 위하여 본체부(m)에 입력부(i)과 디스플레이부(d)이 구비된 것으로 설명한다.
- [0035] 입력부(i)은 초음파 영상 장치의 제어를 위해 사용자로부터 소정의 지시나 명령을 입력 받는다. 예를 들어, 입력부(i)은 사용자로부터 렌더링 된 화면에서 관측 시점을 변경하는 명령을 입력 받거나, 관측 방향을 변경하는 명령을 입력 받을 수 있다.
- [0036] 또한, 입력부(i)는 예를 들어 키보드(keyboard), 마우스(mouse), 트랙볼(trackball), 터치스크린(touch screen) 또는 패들(paddle) 등과 같은 사용자 인터페이스를 포함할 수 있으나 이에 한정되지는 않는다.
- [0037] 디스플레이부(i)는 초음파 진단 과정에서 얻어진 초음파 영상을 화면에 표시할 수 있다. 예를 들어, 디스플레이부(i)는 3차원 볼륨을 2차원으로 렌더링된 화면을 표시할 수 있다.
- [0038] 또한, 디스플레이부(i)는 브라운관(Cathod Ray Tube: CRT)이나, 액정 표시 장치(Liquid Crystal Display: LCD), 유기 발광다이오드 표시장치(Light Emitting Diode: LED) 등으로 적용할 수 있으나 이에 한정되지는 않는다.
- [0039] 이하 도 2 내지 15를 참조하여 초음파 영상 장치의 각 구성에 대하여 상세하게 설명한다.
- [0040] 도 2는 초음파 영상 장치의 일 실시예를 설명하기 위한 제어 블록도이다. 도 3은 초음파 프로브의 일 실시예를 설명하기 위한 평면도이다.
- [0041] 도 2, 3을 참조하면, 초음파 영상 장치는 초음파 프로브(p)를 포함한다.
- [0042] 도 2를 참조하면, 초음파 프로브(p)는 초음파를 이용하여 대상체 목표 부위에 대한 정보를 수집한다. 이때, 초음파 프로브(p)는 3차원 볼륨을 탐지할 수 있는 구조일 수 있다.

- [0043] 일 실시예로, 도 1에 도시된 것과 같이 초음파 프로브(p)는 복수의 초음파 프로브(p)는 매트릭스 형태로 배열된 트랜스듀서를 포함하고 있을 수 있다. 매트릭스 형태로 배열된 복수 개의 트랜스듀서를 복수 개의 에코 신호를 출력할 수 있으며, 출력된 에코신호를 축적하여 3차원 볼륨을 생성할 수 있다.
- [0044] 다른 실시예로, 초음파 프로브(p)는 일렬로 배열된 트랜스듀서와 일렬로 배열된 트랜스듀서를 이동시키기 위한 구성을 포함하고 있을 수 있다. 더 구체적으로, 일렬로 배열된 복수의 트랜스듀서의 양쪽 끝에, 복수의 트랜스듀서가 배열된 방향과 수직인 방향으로 레일이 마련될 수 있다. 그리고, 일렬로 배열된 복수의 트랜스듀서가 레일을 따라 주사 방향(scanning direction)으로 이동시켜, 복수의 에코 신호를 획득할 수 있으며, 획득된 복수 개의 에코신호를 축적하여 3차원 볼륨을 생성할 수 있다.
- [0045] 이하, 설명의 편의를 위하여 초음파 프로브(p)는 매트릭스 형태로 트랜스듀서를 배열하고 있는 것으로 설명한다.
- [0046] 도 3을 참조하면, 초음파 프로브(p)는 일 말단에 복수의 초음파 트랜스듀서(p10)가 설치되어 있을 수 있다. 초음파 트랜스듀서(p10)는, 인가되는 신호나 전원에 따라서 상응하는 초음파를 생성하여 대상체로 조사하고, 대상체에서 반사되어 돌아오는 에코 초음파를 수신하여 에코 신호를 생성하여 출력한다.
- [0047] 구체적으로 초음파 트랜스듀서(p10)는, 외부의 전원 공급 장치나 또는 내부의 축전 장치, 예를 들어 배터리(battery) 등으로부터 전원을 공급받고, 인가되는 전원에 따라서 초음파 트랜스듀서(p10)의 압전 진동자나 박막 등이 진동함으로써 초음파를 생성한다. 아울러 초음파 트랜스듀서(p10)는 초음파의 수신에 따라 압전 물질이나 박막이 진동하면서 진동 주파수에 대응하는 주파수의 교류 전류를 생성하여 초음파를 에코 신호(x)로 변환한다. 그리고 생성한 에코 신호(x)를 도 6에 도시된 것과 같이 복수의 채널(c1 내지 c10)을 통하여 본체부(m)에 전달할 수 있다.
- [0048] 이상 설명한 초음파 트랜스듀서(p10)는, 자성체의 자왜효과를 이용하는 자왜 초음파 트랜스듀서(Magnetostrictive Ultrasonic Transducer)나, 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(cMUT, Capacitive Micromachined Ultrasonic Transducer) 등이 이용될 수 있다. 또한 이외에 전기적 신호에 따라 초음파를 생성하거나 또는 초음파에 따라 전기적 신호를 생성할 수 있는 다른 종류의 트랜스듀서들 역시 이상 설명한 초음파 트랜스듀서(p10)의 일례에 해당할 것이다.
- [0049] 도 4는 빔 포밍부를 설명하기 위한 설명하기 위한 도면이다.
- [0050] 도 2를 참조하면, 빔 포밍부(100)는 에코 신호(x)를 입력 받아 빔 포밍을 수행하여 출력 신호(x')를 생성한다. 이때, 빔 포밍은 목표 부위에서 전달되고 수신한 복수의 에코 신호를 집속하여 하나의 출력 신호를 생성할 수 있다.
- [0051] 더 구체적으로, 빔 포밍은 목표 부위로부터 복수 채널의 신호, 일례로 복수의 에코 신호가 입력되었을 때, 입력된 각 채널의 신호의 시간차를 보정하고, 시간차가 보정된 각 신호마다 소정의 가중치를 부여하여 특정 채널의 신호를 강조하거나 감쇠시켜 복수 채널의 신호를 집속하는 것을 말한다.
- [0052] 또한, 빔 포밍에서 생성되는 출력 신호를 기반으로 초음파 영상을 생성하게 된다. 따라서, 빔 포밍은 초음파 영상의 해상도를 결정하는 중요한 신호처리 기술이다. 다만, 높은 해상도를 얻기 위해서는 상대적으로 많은 연산이 필요하여 시간 지연, 전력 낭비가 발생할 수 있다. 다만, 일실시예에 따른 초음파 영상 장치는 3차원 볼륨의 각 복셀의 품질을 차등적으로 결정하고, 차등적으로 결정된 품질에 따라 빔 포밍을 수행한다. 이하 도 2, 4를 참조하여 일 실시예에 따른 빔 포밍부(100)에 대하여 상세히 설명한다.
- [0053] 도 4를 참조하면, 빔 포밍부(100)는 시차 보정부(110)와 집속부(120)를 포함할 수 있다. 빔 포밍은 일반적으로 다음과 같은 수학적 식 1로 표현될 수 있다.

수학식 1

$$z[n] = \sum_{m=0}^{M-1} w_m[n] x_m[n - \Delta_m[n]]$$

[0054]

[0055]

여기서 n 은 목표 부위(ob1)의 위치를 의미하는 값이고, m 은 목표 부위(ob1)의 위치(n)에서 m 번째 채널의 에코 신호에 부가되는 빔 포밍 계수(w)를 의미한다. 한편 Δ_m 은 특정 채널로 입력되는 에코 신호의 전송 시간을 일정 정도로 지연시키는 시간 지연값이다.

[0056]

시차보정부(110)는 이와 같은 에코 신호 간의 시간 차를 보정한다. 예를 들어 시차보정부(110)는 도 4에 도시된 바와 같이 특정 채널로 입력되는 에코 신호의 전송을 일정한 수준으로 지연시켜 각 채널로 입력되는 에코 신호(x)가 동일한 시간에 집속부(120)로 전달되도록 한다.

[0057]

더 구체적으로, 빔 포밍부(100)는 목표 부위에서 반사되어 돌아오는 에코 신호를 수신한다. 다만, 그런데 동일한 목표 부위에서 반사되어 돌아오는 에코 초음파라고 해도 초음파 프로브(p)에 설치된 각각의 초음파 트랜스듀서($p10$)가 동일 목표 부위에서 전달된 에코 초음파를 수신하는 시간은 서로 상이하다.

[0058]

즉, 동일한 목표 부위(ob1)의 에코 초음파들의 수신에 있어서 각각 소정의 시간차가 존재한다. 왜냐하면 목표 부위(ob1)와 에코 초음파를 수신하는 각 초음파 트랜스듀서(P11 내지 P18) 사이의 거리는 모두 동일한 것은 아니기 때문이다.

[0059]

따라서 각각의 초음파 트랜스듀서(P11 내지 P18) 서로 다른 시간에 수신한 에코 초음파라고 하더라도 동일한 목표 부위(ob1)에서 반사되어 돌아오는 에코 초음파 일 수 있다. 이에 따라 각 초음파 트랜스듀서(T1 내지 T6)에 의해 발생된 에코 신호 사이의 시간 차를 먼저 보정해주어야 한다.

[0060]

즉, 시차보정부(110)는 각 채널 별로 시차 Δ_m 를 보정한 신호를 출력한다.

[0061]

집속부(120)는 시간차가 보정된 신호를 품질 결정부(200)에 의하여 결정된 품질에 따라 집속한다. 이때, 품질 결정부(200)에서 결정된 품질은 3차원 볼륨의 각 복셀마다 상이할 수 있다.

[0062]

집속부(120)는 입력된 에코 신호마다 소정의 가중치, 즉 빔 포밍 계수(w)를 부가하여 특정 위치의 신호를 강조하거나 다른 위치의 신호는 상대적으로 감쇠시켜 에코 신호를 집속하도록 한다. 이에 따라 사용자의 요구 사항이나 사용자의 편의에 따른 초음파 영상을 생성할 수 있게 된다.

[0063]

이와 같이 시차가 보정되면, 빔 포밍은 다음과 같은 수학식 2로 표현될 수 있다.

수학식 2

$$x' = w^H x$$

[0064]

[0065]

이때, 에코 신호(x)는 시간보정부(110)에 의하여 시간 차가 보정된 신호이고, 집속부(120)는 에코 신호(x)에 가중치를 부과하여 출신 신호(x')를 생성한다.

[0066]

한편, 집속부(120)는 품질 결정부(200)에 의하여 결정된 품질에 따라 상이한 빔 포밍 계수(w)를 사용할 수 있다. 더 구체적으로, 집속부(120)는 높은 품질로 결정된 복셀은 상대적으로 정교하게 가중치를 부여하여 높은 해상도를 가질 수 있도록 빔 포밍하고, 낮은 품질로 결정된 복셀은 연산이 작은 방식으로 가중치를 부여하여 낮은 해상도로 빔 포밍할 수 있다.

[0067]

예를 들어, 집속부(120)는 높은 품질로 결정된 복셀은 상대적으로 높은 차원의 빔 포밍 계수(w)를 이용하여 가중치를 적용하고, 낮은 품질로 결정된 복셀은 상대적으로 낮은 차원의 빔 포밍 계수(w)를 이용하여 가중치를 적용할 수 있다.

[0068]

또한, 집속부(120)는 높은 품질로 결정된 복셀은 적응형 빔 포밍 방식으로 낮은 품질로 결정된 복셀은 고정형

빔 포밍 방식으로 빔 포밍할 수 있다. 이때, 고정형 빔 포밍은, 입력되는 데이터와 무관하게 미리 정해진 동일한 가중치를 각 데이터에 동일한 가중치를 적용하여 빔 포밍을 수행하는 것이고, 적응형 빔 포밍은 입력되는 데이터에 서로 상이한 가중치를 적용하여 빔 포밍을 수행하는 것이다.

- [0069] 그러나, 집속부(120)의 품질에 따른 가중치 적용이 반드시 이에 한정되는 것이 아니며, 높은 품질의 복셀은 비교적 많은 연산을 수행하더라도 높은 해상도를 가지도록 하고, 낮은 품질의 복셀은 비교적 적은 연산을 수행하여 빠른 연산을 가지도록 하는 것이면 모두 적용 가능하다. 또한, 구체적인 빔 포밍 방법은 추후 더 구체적으로 설명한다.
- [0070] 품질 결정부(200)는 관측 정보를 기반으로 3차원 볼륨을 구성하는 각 복셀의 품질을 결정할 수 있다. 더 구체적으로, 품질 결정부(200)는 관측의 중심과 인접한 복셀은 높은 품질로, 관측의 중심과 떨어진 복셀은 낮은 품질로 결정할 수 있다. 이와 같이 결정된 품질에 따라 빔 포밍부(100)에서 빔 포밍을 수행하게 함으로써, 연산 성능을 향상시킬 수 있다.
- [0071] 또한, 품질 결정부(200)는 결정된 각 복셀의 품질 계수 K를 빔 포밍부(100)에 제공할 수 있다. 이때, 품질 계수 K는 각 복셀에 대한 품질 정보를 포함한다. 예를 들어, 품질 계수 3차원 행렬의 형식으로 각 복셀의 품질에 대한 정보를 가지고 있을 수 있다.
- [0072] 또한, 품질 계수 K는 다양한 방식으로 각 복셀에 대한 품질 정보를 가지고 있을 수 있다. 일 실시예에 따르면, 품질 계수 K는 높은 품질은 높은 인덱스로 낮은 품질은 낮은 인덱스 형태로 제공하여 각 복셀의 품질에 대한 정보를 빔 포밍부(100)에 제공할 수 있다.
- [0073] 다른 실시예에 따르면, 품질 계수 K는 빔 포밍 계수(w)의 차원의 형태로 각 복셀의 품질에 대한 정보를 가질 수 있다. 즉, 높은 품질이 요구되는 복셀은 빔 포밍 계수(w)의 차원을 높게하여 높음 해상도로 빔 포밍되도록 하며, 낮은 품질의 복셀은 빔 포밍 계수(w)의 차원을 낮게하여 낮은 해상도로 빔 포밍되도록 한다.
- [0074] 또 다른 실시예에 따르면, 품질 계수 K는 빔 포밍에 사용될 빔 포밍 계수(w)의 형태로 각 복셀의 품질에 대한 정보를 가질 수 있다. 이하 품질 결정부(200)에 대하여 도 5 내지 7을 참조하여 더 상세하게 설명한다.
- [0075] 도 5은 3차원 볼륨과 관측 정보를 설명하기 위한 도면이다.
- [0076] 도 6는 품질 결정부의 일 실시예를 설명하기 위한 제어 블록도이다.
- [0077] 도 2, 5, 6을 참조하면, 품질 결정부(200)는 관측 정보 검출부(210)와 품질 계산부(220)를 포함할 수 있다.
- [0078] 관측 정보 검출부(210)는 3차원 볼륨에서 관측 정보를 검출한다. 이때, 관측 정보는 사용자의 관심이 높은 영역에 관한 정보를 검출한다. 예를 들어, 관측 정보는 관측의 중심이 되는 복셀인 관측 중심과 관측 중심에서 관측되는 방향인 관측 방향에 대한 정보를 포함할 수 있다.
- [0079] 한편, 관측 정보 검출부(210)는 다양한 방식으로 관측 정보를 추출할 수 있다. 예를 들어, 프로브의 탐침 방향과 렌더링되어 표시될 화면에 대한 정보를 기반으로 관측 정보를 검출할 수 있다.
- [0080] 더 구체적으로, 초음파 프로브(p)는 도 5에 도시된 것과 같이 3차원 볼륨을 탐침할 수 있다. 이때, 3차원 볼륨은 복수 개의 복셀로 구성된다. 이때, 관측 정보 검출부(210)는 프로브의 탐침 방향과 가장 인접한 복셀 가운데 중심에 해당하는 복셀(VP1)을 관측 중심으로 검출하고, 프로브의 깊이 방향을 관측 방향(VD1)으로 검출할 수 있다.
- [0081] 또한, 사용자의 입력에 따라 관측 정보는 변경될 수 있다. 예를 들어, 사용자가 관측 중심 VP1에서 VP2로 변경하고, 관측 방향을 VD1에서 VD2로 변경하는 경우 프로브의 탐침 방향이 변화하지 않더라도 관측 정보는 변경된다.
- [0082] 품질 계산부(220)는 관측 정보를 기반으로 3차원 볼륨의 각 복셀의 품질을 계산한다. 더 구체적으로, 품질 계산부(220)는 관측 중심과 인접한 복셀은 높은 품질로, 관측 중심과 떨어진 복셀은 낮은 품질로 계산할 수 있다.
- [0083] 또한, 품질 계산부(220)는 관측 방향에 대한 정보도 고려하여 관측 방향에 위치한 복셀은 높은 품질로 관측 방향의 반대편에 위치한 복셀은 낮은 품질로 계산할 수 있다.
- [0084] 또한, 품질 결정부(200)는 관측 중심과 관측 방향에 대한 정보를 모두 이용하여, 관측 방향에 위치하고 관측 중심과 인접한 복셀만을 높은 품질로 계산할 수 있다.

- [0085] 도 7은 복셀의 품질을 계산하는 함수의 일례를 설명하기 위한 도면이다.
- [0086] 도 7을 참조하면, 품질 계산부(220)는 관측 중심에 대한 정보만을 기반으로 복셀의 품질을 계산할 수 있다. 더 구체적으로, 품질 결정부(200)는 도 7에 도시된 함수와 같이 관측 중심에 해당하는 복셀과 다른 복셀과의 거리를 구하고, 거리에 따라 품질을 계산할 수 있다.
- [0087] 즉, 관측 중심(vp1)과의 거리가 thr1보다 가까운 복셀은 높은 품질(5)로 설정하고, 거리가 멀어짐(thr2-> thr3-> thr4)에 따라 낮은 품질(4->3->2->1)로 계산한다.
- [0088] 도 7은 품질 결정부(200)의 다른 실시예를 설명하기 위한 제어 블록도이다.
- [0089] 품질 결정부(200)는 관측 정보 검출부(210), 품질 검색부(220), 품질 맵 저장부(240)를 포함한다.
- [0090] 품질 검색부(220)는 관측 정보를 기반으로 품질 맵 저장부(240)에 저장된 품질 맵을 검색할 수 있다. 이때, 품질 맵은 각 복셀의 품질과 관련된 정보를 가진다. 더 구체적으로, 품질 검색부(220)는 관측 정보 검출부(210)에서 검출된 관측 정보를 기반으로 품질 맵을 검색한다. 이때, 품질 검색부(220)는 관측 정보와 대응되는 품질 맵을 검출할 수도 있지만, 관측 정보와 가장 인접한 관측 정보에 따라 작성된 품질 맵을 검색할 수도 있다.
- [0091] 품질 맵 저장부(240)는 하나 이상의 품질 맵을 저장할 수 있다. 품질 맵 저장부(240)는 각 관측 정보에 따라 작성된 품질 맵을 저장하고 있을 수 있으며, 이때, 품질 맵은 관측 정보 별로 분류되어 저장될 수도 있다.
- [0092] 이때, 품질 맵은 예를 들어 3차원 배열일 수 있다. 3차원으로 배열인 품질 맵의 각 행렬에는 각 복셀에 해당하는 품질이 저장될 수 있다.
- [0093] 도 9는 영상 처리부의 일 실시예를 설명하기 위한 블록도이다.
- [0094] 영상 처리부(300)는 빔 포밍부(100)에서 출력된 하나 이상의 출력 신호를 조합하여 3차원 볼륨을 생성하고, 생성된 3차원 볼륨을 렌더링하여 출력한다.
- [0095] 도 2, 9를 참조하면, 영상 처리부(300)는 볼륨 생성부(310), 볼륨 변환부(320), 렌더링부(330), 영상 보정부(340)를 포함할 수 있다.
- [0096] 볼륨 생성부(310)는 하나 이상의 2차원 영상을 조합하여 3차원 볼륨을 생성할 수 있다. 이와 같이 3차원 볼륨은 다양한 방식으로 생성될 수 있으나, 설명의 편의를 위하여 이하 데이터 보간(data interpolation)에 의하여 3차원 볼륨이 생성되는 것으로 설명한다.
- [0097] 도 10은 3차원 볼륨 생성의 일 실시예를 설명하기 위한 도면이다.
- [0098] 도 2, 9, 10을 참조하면, 빔 포밍부(100)로부터 수신한 하나 이상의 출력 신호를 기반으로 복수 개의 2차원 단면 영상들(301, 302, 303, 304)을 획득할 수 있다. 볼륨 생성부(310)는 획득한 2차원 단면 영상들(301, 302, 303, 304)을 위치에 맞게 3차원으로 나열한 이후, 단면 영상 사이의 값을 데이터 보간(data interpolation)하면서 3차원 볼륨(305)을 생성할 수 있다.
- [0099] 이때, 3차원 볼륨은 행렬의 형태로 생성될 수 있다. 즉, 각 복셀은 XYZ축에 의하여 표시될 수 있다. 한편, 각 복셀은 스칼라 값 또는 벡터의 값으로 표현될 수 있다.
- [0100] 더 구체적으로, 복셀 값이 0 또는 1의 이진 표현만으로 구성되는 경우 이진 볼륨 데이터 형식으로 3차원 볼륨이 생성되거나, 복셀 값이 밀도, 온도와 같이 측정 가능한 값으로 표현 가능한 다중-량 볼륨 데이터 형식으로 3차원 볼륨이 생성될 수 있다.
- [0101] 또한, 복셀 값을 이용하여 불투명도(opacity) 값 및 칼라(color) 값과 같은 복셀의 광학 요소의 값들을 구할 수 있는데, 불투명도(opacity) 값은 복셀 값과 불투명도 값의 관계를 정의하는 불투명도 전이함수(opacity transfer function)에 의해, 칼라 값은 복셀 값과 칼라 값의 관계를 정의하는 칼라 전이함수(color transfer function)에 의해 각각 계산될 수 있다.
- [0102] 도 11은 볼륨 변환을 일 실시예를 설명하기 위한 도면이다.
- [0103] 도 2, 9, 11을 참조하면, 볼륨 변환부(320)는 3차원 볼륨의 스캔 변환을 수행할 수 있다. 일 실시예에 따라 초음파 프로브(p)가 형태인 경우 별다른 볼륨 변환이 필요없을 수도 있으나, 초음파 프로브(p)가 다른 형태, 예를 들어 컨벡스(convex)형태인 경우에는 직교 좌표계로 볼륨을 변환할 필요가 있다.
- [0104] 더 구체적으로, 디스플레이 화면은 직교좌표계를 쓰고 있으므로, 대상체에 대한 볼륨을 디스플레이 화면에 3차

원 가지화하기 위해서는 볼륨 또한 직교좌표계 형태가 되어야 한다. 즉, 볼륨 생성부(310)로부터 생성된 볼륨이 도 11의 왼쪽에 도시된 바와 같이 동심구좌표계 형태일 때, 볼륨을 디스플레이 화면에 가지화 하는 과정에서 좌표 변환 과정이 필요하다. 따라서, 볼륨 조정부는, 도 11의 왼쪽에 도시된 바와 같은 동심구좌표계 형태의 볼륨에서, 각 복셀을 직교 좌표계에 대응되는 위치로 3차원 스캔 변환하여 도 11의 오른쪽에 도시된 바와 같은 직교좌표계 형태의 볼륨으로 보정할 수 있다.

- [0105] 도 12은 렌더링의 일 실시예를 설명하기 위한 도면이다.
- [0106] 도 2, 9, 12를 참조하면, 렌더링부(330)는 3차원 볼륨에 기초하여 볼륨 렌더링을 수행하고, 대상체에 대한 투영 영상(projection image)을 생성할 수 있다. 더 구체적으로, 렌더링부(330)는 3차원 볼륨을 3차원 영상으로 가지화하는 작업으로, 볼륨 렌더링의 방식은 크게 표면 렌더링(surface rendering) 방식과 직접 렌더링(direct rendering) 방식으로 나뉜다.
- [0107] 표면 렌더링 방식은 볼륨으로부터 사용자가 설정한 스칼라 값과 공간적인 변화량을 기반으로 표면 정보를 추정한다. 그리고, 이를 다각형이나 곡면 패치(patch) 등의 기하학적 요소로 바꾸어 가지화한다. 대표적인 표면 렌더링 방식에는 마칭 큐브(marching cubes) 알고리즘이 있다.
- [0108] 직접 렌더링 방식은 표면을 기하학적 요소로 바꾸는 중간 단계 없이 볼륨을 직접 가지화하는 방식이다. 직접 렌더링 방식은 볼륨을 탐색하는 방식에 따라 영상 순서(image-order) 알고리즘과 객체 순서(object-order) 알고리즘으로 나뉠 수 있다.
- [0109] 객체 순서 알고리즘은 볼륨을 저장 순서에 따라 탐색하여 각 복셀을 그에 대응되는 픽셀에 합성하는 방식으로서, 대표적인 예로서 스플래팅(splatting) 방식이 있다.
- [0110] 영상 순서 알고리즘은 영상의 스캔 라인 순서대로 각 픽셀 값을 결정해 나가는 방식으로서, 각각의 픽셀로부터 출발한 광선을 따라 볼륨에 대응되는 픽셀 값을 차례로 결정해 나가는 방식이다. 영상 순서 알고리즘의 대표적인 방식으로 레이 캐스팅(ray casting)과 레이 트레이싱(ray tracing)이 있다.
- [0111] 렌더링부(330)가 볼륨 렌더링을 수행하는 방법에는 제한이 없으나, 그 방법의 한 예로써, 광선 투사법(ray-casting)을 이용하여 이하 렌더링부(330)를 설명한다.
- [0112] 도 12에 도시된 것과 같이, 사용자가 한 방향을 응시한다고 가정하면, 검사자의 시점으로부터 응시방향으로 하나의 직선이 생성된다. 그 직선상에 있는 영상의 한 픽셀은 검사자가 응시하는 방향으로 가상의 광선을 발사한다. 이 광선이 3차원의 볼륨과 교차되는 지점에서 샘플 점들을 정한다.
- [0113] 샘플 점들이 정해지면, 샘플 점들의 색상과 불투명도 값들을 계산한다. 여기서, 각 샘플 점의 색상과 불투명도 값은 샘플 점에 인접한 복셀들의 색상과 불투명도 값들을 이용하여 보간하는 보간법(interpolation method)에 의해 계산될 수 있다.
- [0114] 계산된 샘플점들의 색상과 불투명도 값들을 누적시켜 광선을 발사한 픽셀의 색상과 불투명도 값을 결정한다. 또한, 샘플점들의 색상과 불투명도 값들의 평균값 또는 가중 평균값을 해당 픽셀의 색상과 불투명도 값으로 결정할 수도 있다. 이 때, 결정된 색상과 불투명도 값이 광선을 발사한 픽셀의 픽셀 값이 되는 것이다.
- [0115] 이와 같은 과정을 반복하여 영상의 모든 픽셀을 채우면 투영 영상이 생성된다.
- [0116] 영상 보정부(340)는 렌더링부(330)로부터 생성된 투영 영상의 휘도 레벨, 콘트라스트, 색상, 또는 크기나 방향 등을 보정할 수 있다.
- [0117] 영상 보정부(340)는 보정된 결과 영상을 본체부(m)와 유무선 통신망을 통해 연결된 디스플레이부(d)로 전달할 수 있다. 이에 따라 사용자는 대상체에 대한 보정된 결과 영상을 확인할 수 있게 된다.
- [0118] 다시 도 2를 참조하면, 초음파 영상 장치의 본체부(m)는 시스템 제어부를 포함할 수 있다. 여기서, 시스템 제어부(500)는 상술한 빔 포밍부(100), 초음파 발생 제어부(510), 빔 포밍부(100), 품질 결정부(200), 영상 처리부(300), 저장부(400), 및 디스플레이부(d) 등의 초음파 영상 장치의 전반적인 동작을 제어하도록 한다.
- [0119] 또한, 시스템 제어부(500)는 기정해진 설정에 따라서 초음파 영상 장치의 동작을 제어할 수도 있고, 별도의 입력부(i)를 통해 입력되는 사용자의 지시 또는 명령에 따라서 소정의 제어 명령을 생성한 후 초음파 영상 장치의 동작을 제어하도록 할 수 있다.
- [0120] 한편, 초음파 영상 장치의 본체부(m)는 초음파 발생 제어부를 포함하고 있을 수 있다. 초음파 발생 제어부(51

0)는 시스템 제어부(500) 등의 명령에 따라서 펄스 신호를 생성하여 초음파 발생부(p11)에 전달하여 초음파 발생부(p11)가 펄스 신호에 따라 초음파를 생성하여 대상체로 조사하도록 한다. 또한 초음파 발생 제어부는 전원(520)에 대한 별도의 제어 신호를 생성하여 전원이 초음파 발생부(p11)로 소정의 교류 전류를 인가하도록 할 수도 있다.

- [0121] 도 13는 일 실시예에 따른 빔 포밍을 일례를 설명하기 위한 도면이다.
- [0122] 초음파 영상 장치의 빔 포밍부는 다양한 방식으로 각 복셀의 품질에 따라 빔 포밍을 수행할 수 있다. 이하, 각 복셀의 품질에 따라 적응형 빔 포밍에 수행하는 일례를 설명한다.
- [0123] 도 12를 참조하면, 빔 포밍부(100)는 시차보정부(100), 변환부(121), 변환 행렬 데이터베이스(122), 가중치 연산부(123), 합성부(124)를 포함한다.
- [0124] 시차보정부(110)는 이와 같은 에코 신호 간의 시간 차를 보정한다. 시차보정부(110)에 의하여 시간 차가 보정된 신호는 집속부(120)에 입력되고, 집속부는 빔 포밍 계수(w)를 적용하여 입력된 신호를 집속한다.
- [0125] 더 구체적으로, 변환부(121)는, 시차보정부(110)의해 시간차가 보정된 복수 채널의 복수의 초음파 신호(x')를 입력받고, 입력된 복수의 초음파 신호(x')를 변환하여 변환 신호(u)를 생성한다.
- [0126] 변환부(121)는 소정의 변환 행렬(V)를 이용하여 변환 신호(u)를 생성하도록 할 수 있다. 이 경우 변환부(121)는 아래의 수학적 식 3을 이용하여 변환 신호(u)를 연산할 수 있다.

수학적 식 3

[0127]
$$u = V^H x$$

[0128] 여기서 x는 에코 신호 또는 합성된 에코 신호고, V는 소정의 변환 행렬이다. u는 에코 신호를 소정의 변환 행렬(V)를 이용하여 변환하여 획득한 변환 신호를 의미한다.

[0129] 한편 실시예에 따라서 에코 신호 또는 합성된 에코 신호 x와 변환 신호 u는 (A₁×B)의 행렬로 표현될 수 있다. 여기서 A와 B는 자연수이다. 특히 B가 1이면 에코 신호 x 및 변환 신호 u는 (A₁×1)의 행렬로 표현된다. 따라서, 에코 신호 또는 합성된 에코 신호 x와 변환 신호 u는 하기의 수학적 식 4 및 수학적 식 5와 같이 표현될 수 있다.

수학적 식 4

[0130]
$$x = \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_m \end{pmatrix}$$

수학적 식 5

[0131]
$$u = \begin{pmatrix} u_1 \\ u_2 \\ \dots \\ u_n \end{pmatrix}$$

- [0132] 여기서 m 과 n 은 양의 정수이다.
- [0133] 수학식 4 및 수학식 5와 같이 에코 신호 또는 합성된 에코 신호(x)와 변환 신호(u)가 정의되는 경우, 에코 신호나 합성된 에코 신호(x)의 차원은 m 차원으로 주어지고, 변환 신호(u)의 차원은 n 차원으로 주어지게 된다.
- [0134] 이때, 변환 신호(u)의 차원은 품질 결정부(200)에 의하여 결정된 품질에 따라 각 복셀 별로 상이해질 수 있다. 예를 들어, 고품질의 복셀에 해당하는 변환 신호(u)는 5차원이고, 저품질의 복셀에 해당하는 변환 신호(u)는 1차원일 수 있다. 이와 같이 변환 신호(u)의 차원을 품질에 따라 차등적으로 결정함으로써, 빔 포밍에서 발생할 수 있는 연산량을 줄일 수 있다.
- [0135] 즉, 수학식 4의 에코 신호(x)에 대한 행렬의 각 성분, 일례로 x_m 은 m 번째 채널로 입력되는 에코 신호 또는 m 번째 채널의 합성된 에코 신호를 의미할 수 있다. 마찬가지로 수학식 5의 변환 신호 u 의 각 성분, 일례로 u_n 은 각 채널의 에코 신호가 변환되어 획득된 n 번째 채널의 변환 신호를 의미한다. 물론 에코 신호(x) 및 변환 신호(u)의 각 성분(x_1 내지 x_m , u_1 내지 u_n) 역시 소정의 행렬, 예를 들어 $(1 \times a)$ 행렬로 정의될 수도 있을 것이다.
- [0136] 변환부(121)는 소정의 변환 행렬(V)을 변환 행렬 데이터베이스(122)로부터 호출한 후, 호출된 변환 행렬(V)을 이용하여 변환 신호(u)를 생성하도록 할 수도 있다. 이 경우 변환부(121)는 변환 행렬 데이터베이스(122)로부터 품질에 대응되는 변환 행렬(V)을 선택한 후, 선택된 변환 행렬(V)을 기초로 초음파 신호(x')에 대한 변환 신호(u)를 생성하도록 할 수도 있다.
- [0137] 일 실시예에 따르면, 변환 행렬 데이터베이스(122)는 품질에 따라 적어도 하나의 변환 행렬(V)을 저장하고 있을 수 있다. 이 경우 변환 행렬 데이터베이스(122)에 저장된 적어도 하나의 변환 행렬(V)는 경험적으로 또는 이론적으로 얻을 수 있는 다양한 형태의 초음파 신호(x)를 기초로 미리 계산된 것일 수 있다. 예를 들어, 변환 행렬 데이터베이스(122)에 저장된 적어도 하나의 변환 행렬(V)은 사전에 별도의 시편 등에 대한 초음파 조사를 통해 획득된 여러 초음파 신호(x)를 이용하여 연산된 것일 수 있다.
- [0138] 더 구체적으로, 변환 행렬 데이터베이스(122)에 포함된 변환 행렬(V)들은 미리 연산된 소정의 빔 포밍 계수(w)를 기초로 획득된 하나의 기저 벡터 또는 복수의 기저 벡터의 조합으로 형성된 것일 수 있다. 미리 연산된 빔 포밍 계수(w)는 경험적으로 또는 이론적으로 얻을 수 있는 다양한 형태의 초음파 신호(x)를 이용하여 연산된 것일 수 있다.
- [0139] 이때, 빔 포밍 계수(w)는 복수의 채널의 초음파 신호에 대해 최소 분산법을 적용하여 얻은 최적의 빔 포밍 계수(w)일 수 있다. 빔 포밍 계수(w)를 기초로 획득한 기저 벡터들은 빔 포밍 계수(w)에 대해 주 성분 분석을 수행하여 획득될 수 있다. 한편 변환 행렬(V)을 형성하는 복수의 기저 벡터는 서로 직교하는 직교 벡터일 수 있으며, 더욱 구체적으로는 고유 벡터이거나 푸리에 기저 벡터일 수 있다.
- [0140] 다른 실시예에 따르면, 변환 행렬 데이터베이스(122)는 변환 행렬(V)을 형성하기 위한 적어도 하나의 기저 벡터를 저장하고 있을 수도 있다. 이 경우 변환부(121)는 변환 행렬 데이터베이스(122)로부터 적어도 하나의 기저 벡터를 호출한 후, 호출된 적어도 하나의 기저 벡터를 이용하여 초음파 신호에 적절한 변환 행렬(V)을 생성하도록 할 수도 있다.
- [0141] 이때, 변환 행렬(V)을 형성하는 기저 벡터의 수는 각 복셀의 품질에 따라 달리 질 수 있다. 더 구체적으로, 높은 품질의 복셀은 많은 수의 기저 벡터 가진 변환 행렬(V)을 사용하고, 낮은 품질의 복셀은 적은 수의 기저 벡터를 가진 변환 행렬(V)을 사용할 수 있다.
- [0142] 가중치 연산부(133)는, 일 실시예에 의하면 변환 신호(u)를 변환부(121)로부터 전달받고, 전달받은 변환 신호(u)를 기초로 합성부(123)에서 이용될 적어도 하나의 가중치를 연산한다. 다른 일 실시예에 의하면, 가중치 연산부(133)는 시차보정부(110)로부터 직접 시차가 보정된 초음파 신호(x')를 전달받고 전달받은 초음파 신호(x')를 기초로 적어도 하나의 가중치를 연산할 수도 있다.
- [0143] 가중치 연산부(133)에서 신호 가중치(β)를 연산한다. 더 구체적으로, 가중치 연산부는 변환부(121)에서 출력되는 변환 신호(u)에 부가되는 변환 초음파 신호 가중치(β)를 계산하도록 한다. 이 경우 가중치 연산부(20)는 초음파 신호(x)나 변환 행렬(V) 중 어느 하나 또는 양자를 모두 이용하여 변환 신호(u)에 대한 변환 초음파 신호 가중치(β)를 연산하도록 할 수 있다.
- [0144] 더 구체적으로, 가중치 연산부는 다음의 수학식 6에 따라 신호 가중치(β)를 연산하도록 할 수 있다.

수학식 6

[0145]
$$\beta = \frac{R^{-1}a}{a^H R^{-1}a}$$

[0146] 여기서 β 는 연산된 신호 가중치이다. R 은 복수의 채널로 입력되는 각각의 에코 신호(x)에 대한 공분산 (covariance)을 의미한다. a 는 조향 벡터이다.

[0147] 공분산 R 은 하기의 수학식 7처럼 표현될 수 있다.

수학식 7

[0148]
$$R = E(XX^T)$$

[0149] 여기서 X 는 상술한 에코 신호(x)에 대한 행렬, 예를 들어 $(1 \times m)$ 벡터이다.

[0150] 일 실시예에 의하면 공분산 R 은 수학식 7에 따라 연산된 에코 신호(x)에 대한 공분산을 변환한 변환된 공분산 R_1 일 수도 있다. 즉, 에코 신호(x)에 대한 변환된 공분산일 수 있다. 이 경우 공분산 R 의 변환을 위해서 변환 행렬 데이터베이스(122)에서 전달된 변환 행렬(V)가 이용될 수 있다. 이를 수학식으로 표현하면 하기의 수학식 8과 같다.

수학식 8

[0151]
$$R_1 = V^H R V$$

[0152] 조향 벡터는 신호의 위상을 제어하기 위한 것이다. 수학식 6의 조향 벡터 a 역시 일 실시예에 의하면 상술한 공분산 R 과 마찬가지로 변환된 조향 벡터 v_1 일 수 있다. 이 경우 조향 벡터 a 의 변환을 위해서 공분산 R 을 변환하기 위한 변환 행렬(V)와 동일한 변환 행렬(V)가 이용될 수 있다. 그러면 구체적으로 변환된 조향 벡터 v_1 는 다음의 수학식 9에 의해 연산될 수 있다.

수학식 9

[0153]
$$v_1 = V^H a$$

[0154] 수학식 8에 변환된 공분산 R_1 과 변환된 조향 벡터 v_1 을 대입하면 신호 가중치(β)는 다음의 수학식 10에 의해 연산될 수 있다.

수학식 10

$$\beta = \frac{R_1^{-1} v_1}{v_1^H R_1^{-1} v_1}$$

[0155]

[0156]

상술한 수학식 6 또는 수학식 9에 따라 신호 가중치(β)가 연산된다. 수학식 6 내지 수학식 9에 기재된 바와 같이 실시예에 따라서 신호 가중치(β)는 입력되는 에코 신호(x)에 따라 달라질 수 있고, 또한 이용하는 변환 행렬(V)에 따라 달라질 수 있다. 변환 행렬(V)은 사전에 미리 연산되어 정의되어 있고 에코 신호(x)에 따라서 선택되어 사용될 수 있으므로 신호 가중치(β)는 에코 신호(x)에 따라 주로 달라질 수 있다.

[0157]

신호 가중치(β)는 소정의 열벡터(column vector)로 주어질 수 있으며, 만약 변환 행렬(V)가 (MxN)의 행렬로 표현되는 경우에는 신호 가중치(β)는 (Nx1)행렬, 즉 (Nx1) 열벡터로 주어진다.

[0158]

따라서, 상술한 것과 같이 변환 행렬(V)의 차원에 따라 신호 가중치(β)의 연산의 복잡도가 달라질 수 있다. 즉, 높은 품질의 복셀에 변환 행렬(V)은 높은 차원의 행렬로 표현되어 상대적으로 많은 연산이 필요하나, 낮은 품질의 복셀의 변환 행렬(V)은 낮은 차원의 행렬로 표현되어 비교적 적은 연산으로 신호 가중치(β)를 연산할 수 있다.

[0159]

합성부(123)는 시차가 보정된 초음파 신호(x')를 합성하여 빔 포밍된 초음파 신호(z)를 생성할 수 있다. 구체적으로 합성부(123)는 도 7 및 도 9에 도시된 바와 같이 초음파 신호를 합성하도록 할 수 있다.

[0160]

예를 들어 도 7에 도시된 바와 같이 각 채널의 복수의 초음파 신호를 먼저 합성하여 복수 채널의 합성된 초음파 신호를 먼저 생성하도록 할 수 있다. 이어서 복수 채널의 합성된 초음파 신호를 합성하여 빔 포밍된 초음파 신호(z)를 생성하도록 할 수도 있다. 복수 채널의 합성된 초음파 신호를 합성하는 경우 합성부(123)는 소정의 가중치를 이용하여 복수 채널의 합성된 초음파 신호를 합성할 수도 있다. 구체적으로 합성부(123)는 복수 채널의 합성된 초음파 신호와 소정의 가중치를 가중합하여 빔 포밍된 초음파 신호(z)를 생성할 수도 있다. 이 경우 이용되는 가중치는 가중치 연산부(133)로부터 전달되는 초음파 신호 가중치(ω)일 수 있다.

[0161]

합성부(123)는 변환부(121)에서 생성되어 출력되는 변환 신호(u) 및 가중치 연산부(133)에서 연산한 신호 가중치(β)를 기초로 결과 신호(x')를 생성하도록 한다. 이 경우 합성부(123)는 변환 신호(u)와 신호 가중치(β)를 조합하여 결과 신호(x')를 생성할 수 있는데, 예를 들어 변환 신호(u)와 신호 가중치(β)를 가중합하여 결과 신호(x')를 생성할 수도 있다. 결과적으로 빔 포밍 모듈은 소정의 에코 신호(x)에 대해 빔 포밍이 수행된 결과 신호(x')를 생성하여 출력할 수 있게 된다.

[0162]

합성부(123)의 일 실시예에 의하면 합성부(123)는 하기의 수학식 11에 따라 변환 신호(u) 및 신호 가중치(β)를 기초로 결과 신호(x')를 연산하도록 할 수 있다.

수학식 11

$$z = \beta^H u$$

[0163]

[0164]

z는 결과 신호이고, β 는 가중치 연산부에서 연산된 신호 가중치이며, u는 변환부(121)에서 에코 신호(x)를 변환시킨 변환 신호이다.

[0165]

한편 상술한 수학식 11는 다음의 수학식 12과 같이 다시 쓰여질 수 있다.

수학식 12

$$\begin{aligned} x' &= \beta^H u \\ &= \beta^H V^H x \\ &= (V\beta)^H x \end{aligned}$$

[0166]

[0167]

여기서 w 를 다음의 수학식 13 같이 정의한다면 결국 수학식 11는 수학식 14와 같이 표현될 수 있다.

수학식 13

$$w = V\beta$$

[0168]

수학식 14

$$x' = \beta^H u = w^H x$$

[0169]

[0170]

수학식 14를 살펴보면 수학식 14의 우변은 수학식 11과 동일함을 알 수 있다. 즉, 수학식 12는 수학식 14로 표현될 수도 있다는 것이다.

[0171]

다시 말해서 만약 빔 포밍 계수(w)가 수학식 13과 같이 정의된다면 수학식 12에 의해서 합성부(123)에서 출력되는 빔 포밍된 초음파 신호(x')는, 결국 초음파 신호(x)에 소정의 가중치, 즉 빔 포밍 계수(w)를 가중합한 것과 동일한 결과값을 출력하게 된다.

[0172]

도 14는 품질에 따른 초음파 영상을 설명하기 위한 도면이다. 도 10은 B 모드(B mode, brightness mode)의 초음파 영상이고, 도 14의 세로축은 목표 부위의 깊이를 의미한다. 도 15는 품질에 따른 초음파 영상의 해상도를 설명하기 위한 그래프이다.

[0173]

도 14에 도시된 것과 같이, 고정형 빔 포밍에 의한 초음파 영상(1)보다 최소 분산법을 사용한 적응형 빔 포밍에 의한 초음파 영상(2 내지 8)의 해상도가 더 높다. 다만, 최소 분산법은 연산량이 비교적 높은 문제점이 있다. 다만, 상술한 것과 같이 각 볼륨의 픽셀의 품질에 따라 빔 포밍을 수행함으로써, 빔 포밍의 성능을 향상시킬 수 있다.

[0174]

또한, 초음파 영상 5 내지 8을 참조하면, 이상적으로 최소 분산법에 따라 빔 포밍된 초음파 영상 2와 비교하였을 때, 적은 연산량에 비하여 높은 해상도를 얻을 수 있음을 알 수 있다.

[0175]

도 15는 품질에 따른 초음파 영상의 해상도를 설명하기 위한 그래프이다. 도 15의 가로축은 변환 행렬의 차원이고, 세로축은 해상도를 나타낸다.

[0176]

도 15를 참조하면, 변환 행렬의 차원이 5차 이상인 경우 차원의 증가에 따라 해상도의 변화가 크지 않음을 확인할 수 있다. 따라서, 변환 행렬의 차원을 1 내지 5로 변경하여 가면서, 각 복셀의 품질을 조절할 수 있다.

[0177]

예를 들어, 가장 높은 품질의 복셀은 5차원 변환 행렬에 의하여 빔 포밍되고, 가장 낮은 품질의 복셀은 1차원 변환 행렬에 의하여 빔 포밍될 수 있다.

[0178]

도 16은 일 실시예에 따른 초음파 영상 장치의 제어 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

[0179]

도 16을 참조하면, 초음파 영상 장치는 관측 정보를 검출한다(S101). 이때, 관측 정보는 초음파 프로브(p)에 의

하여 탐침되는 3차원 볼륨이 렌더링 될 때를 고려하여 검출될 수 있다. 더 구체적으로, 관측 정보는 3차원 볼륨에서 관측 중심과 관측 방향을 포함할 수 있으며, 사용자의 입력, 프로브의 탐침 방향 만 아니라 다양한 기준에 의하여 산출될 수 있다.

- [0180] 초음파 영상 장치는 검출된 관측 정보에 따라 복셀의 품질을 결정한다(S103). 일 실시예에 따르면, 복셀의 품질은 기 설정된 함수에 따라 결정될 수 있다. 이때, 기 설정된 함수는 관측 중심과 각 복셀의 거리에 따라 품질을 결정할 수 있다. 뿐만 아니라, 기 설정된 함수는 관측 방향도 고려할 수 있다.
- [0181] 다른 일 실시예에 따르면, 각 복셀의 품질은 기 저장된 품질 맵중 하나를 선택하여 결정될 수 있다. 이를 위하여 초음파 영상 장치는 관측 정보에 따라 각 복셀의 품질을 저장하고 있는 품질 맵을 복수 개 포함하고 있을 수 있다. 아울러, 기 저장된 품질 맵과 관측 정보가 정확하게 일치하지 않더라도 가장 인접한 품질 맵이 선택될 수도 있다.
- [0182] 초음파 영상 장치는 결정된 품질에 따라 에코 신호에 가중치를 적용하여 빔포밍을 수행한다(S105).
- [0183] 초음파 영상 장치는 하나 이상의 출력 신호를 기반으로 3차원 영상을 구축한다(S109). 일례로 복수의 에코 신호가 입력되었을 때, 입력된 각 채널의 신호의 시간차를 보정하고, 시간차가 보정된 각 신호마다 소정의 가중치를 부여하여 특정 채널의 신호를 강조하거나 감쇠시켜 복수 채널의 신호를 집중할 수 있다.
- [0184] 이때, 각 복셀은 결정된 품질에 따라 빔포밍에 있어서 필요한 연산량이 상이해질 수 있다. 즉, 높은 품질의 복셀이 빔포밍할 때는 연산량이 비교적 많더라도 높은 품질로 빔포밍이 수행되고, 낮은 품질의 복셀이 빔포밍할 때는 비교적 낮은 품질로 빠른 속도로 빔포밍이 될 수 있다.
- [0185] 초음파 영상 장치는 하나 이상의 출력 신호를 기반으로 3차원 영상을 구축한다. 더 구체적으로, 빔포밍되어 출력된 하나 이상의 출력 신호를 수집하고, 수집된 출력신호로부터 복수 개의 2차원 단면 영상들을 획득한다. 이후, 획득된 2차원 단면 영상들을 순서대로 배치하여 3차원 볼륨을 생성한다. 이때, 각 2차원 단면 영상들의 사이는 데이터 보간될 수 있다.
- [0186] 한편, 필요한 경우 생성된 3차원 볼륨을 스캔 변환하여 직교 좌표계로 변경할 수 있다.
- [0187] 초음파 영상 장치는 3차원 영상을 렌더링한다(S109). 생성된 3차원 볼륨에 기초하여 볼륨 렌더링을 수행하여 투영 영상(projection image)을 생성한다. 한편, 필요에 따라 투영 영상은 후처리될 수 있다.
- [0188] 초음파 영상 장치는 초음파 영상을 출력한다(S111). 한편, 초음파 영상이 출력된 이후 사용자의 입력 등으로 관측 정보가 변화하는 경우에는 다시 S101단계를 시작할 수도 있다.
- [0189] 도 17은 초음파 영상 장치의 품질에 따른 빔포밍의 일 실시예를 설명하기 위한 순서도이다.
- [0190] 초음파 영상 장치는 다양한 방법으로 품질에 따라 차등적으로 빔포밍을 수행할 수 있다. 이에 적응형 빔포밍을 이용한 일 실시예를 설명한다.
- [0191] 도 17을 참조하면, 초음파 영상 장치는 복수 채널의 초음파 신호의 시간차를 보정할 수 있다(S201). 복수 개의 에코 신호의 간의 시간차를 보정한다.
- [0192] 초음파 영상 장치는 품질에 따라 변환 행렬을 결정할 수 있다(S203). 변환 행렬은 에코 신호를 변환 신호로 변경한다. 이때, 변환 행렬에 따라 변환 신호의 차원이 결정된다. 따라서, 변환 행렬은 빔 포밍하는 복셀에 따라 차등적으로 달라 질 수 있다.
- [0193] 일 실시예에 따르면, 변환 행렬은 하나 이상의 기저 벡터로 형성된다. 이때, 기저 벡터는 다양한 방식으로 생성될 수 있다. 기저 벡터는 빔 포밍 계수(w)의 주 성분 분석을 통하여 획득될 수 있다. 주 성분 분석에 사용되는 빔 포밍 계수(w)는 경험칙 또는 통계자료로부터 획득할 수 있다. 예를 들어, 빔 포밍 계수(w)는 최소 분산법에 의하여 산출될 수 있다.
- [0194] 다시 말하면, 빔 포밍이 수행되는 복셀의 품질에 따라 변환 행렬의 형성에 이용되는 기저 벡터의 수가 상이해질 수 있다. 이와 같이 기저 벡터의 수가 작아질수록 해상도는 낮아지나 연산량은 적어지며, 기저 벡터의 수가 많아질수록 해상도는 높아지나 연산량은 많아진다.
- [0195] 다른 일 실시예에 따르면, 품질 별로 마련되어 있는 변환 행렬을 선택할 수도 있다.
- [0196] 초음파 영상 장치는 변환 행렬에 따라 초음파 신호를 변환할 수 있다(S205). 품질에 따라 결정된 변환 행렬을 이용하여 변환 신호를 생성할 수 있다. 이때, 생성되는 변환 신호의 차원은 변환 행렬에 따라 결정된다. 예를

들어, 높은 품질의 복셀의 빔포밍에 있어서는 변환 신호의 차원이 상대적으로 높고, 낮은 품질의 복셀의 빔포밍에 있어서는 변환 신호의 차원이 상대적으로 낮다.

[0197] 초음파 영상 장치는 신호 가중치를 연산할 수 있다(S207). 변환 행렬 또는 에코 신호를 기반으로 신호 가중치를 연산할 수 있다. 여기서, 신호 가중치는 변환 신호와 가중함 될 수 있다. 또한, 신호 가중치는 변환 행렬을 기반으로 생성될 수 있다. 따라서, 변환 행렬의 차원이 낮으면 연산량이 줄어들어 빠른 연산이 가능하다.

[0198] 초음파 영상 장치는 변환된 변환 신호와 신호 가중치를 가중합할 수 있다(S209). 이때, 변환 신호와 신호 가중치의 가중합은 빔 포밍 계수(w)와 동일하다.

[0199] 한편, S205단계 이후에 S207단계가 수행되는 것으로 설명되었으나, 경우에 따라서는 S205단계와 S207단계는 동시에 수행될 수 있다.

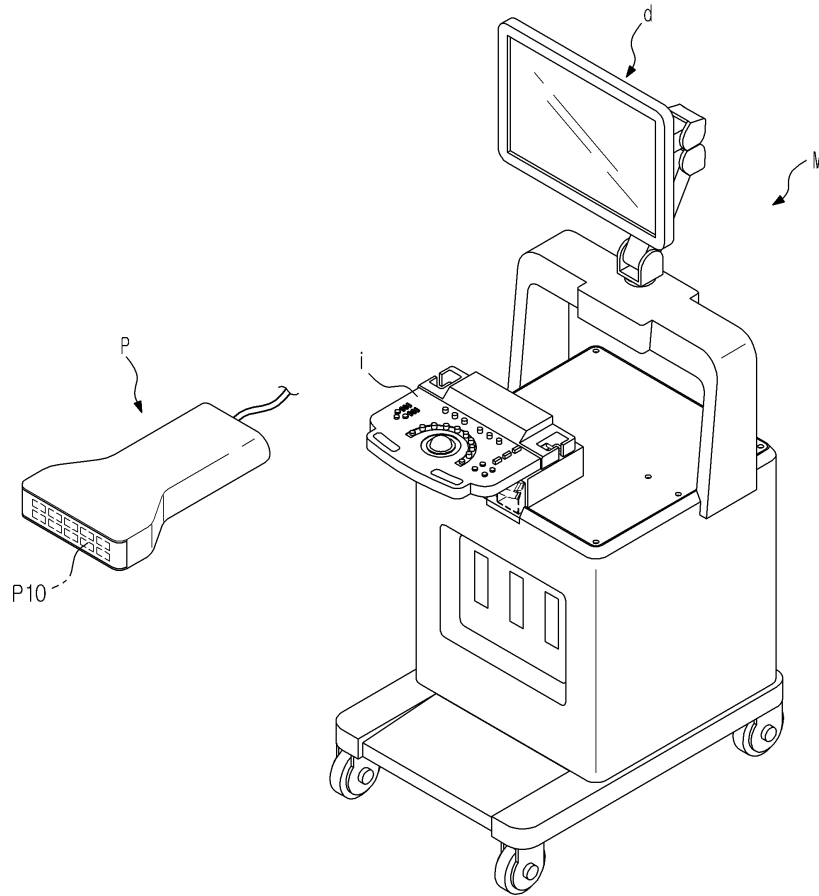
[0200] 이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위 내에서 다양한 수정, 변경 및 치환이 가능할 것이다. 따라서, 본 발명에 개시된 실시예 및 첨부된 도면들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예 및 첨부된 도면에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

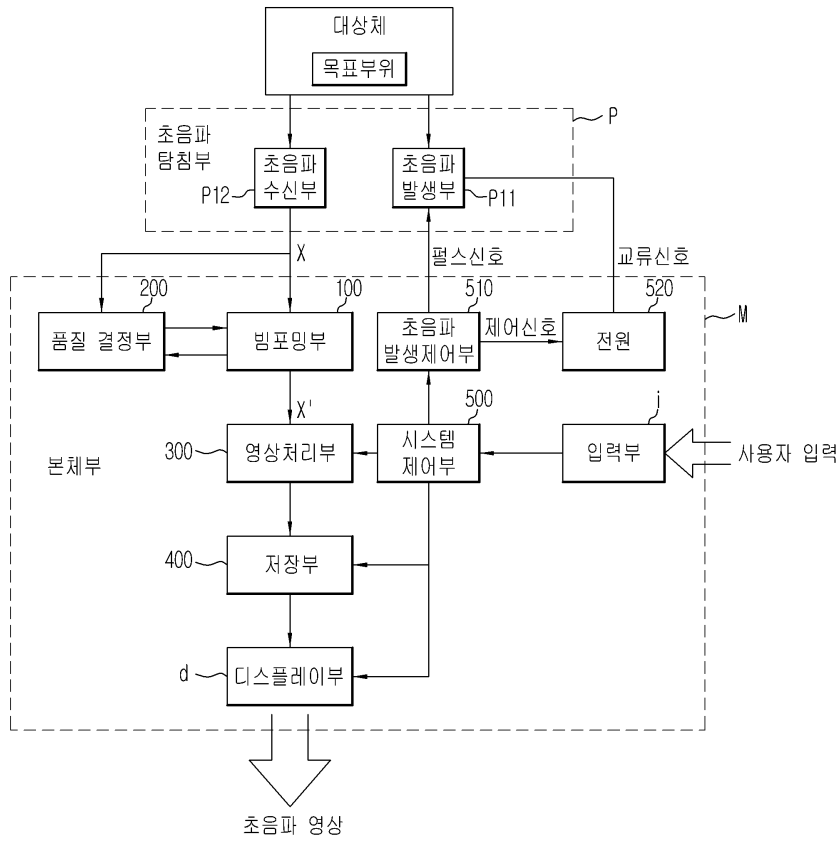
- [0201] 100: 빔 포밍부
- 200: 품질 결정부
- 300: 영상 처리부
- 400: 저장부
- 500: 시스템 제어부

도면

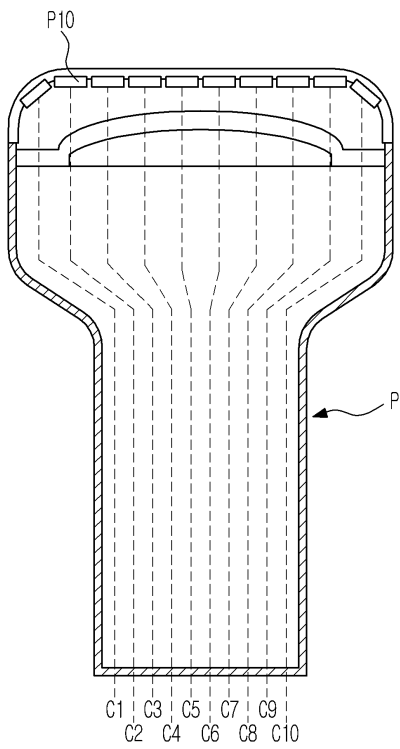
도면1



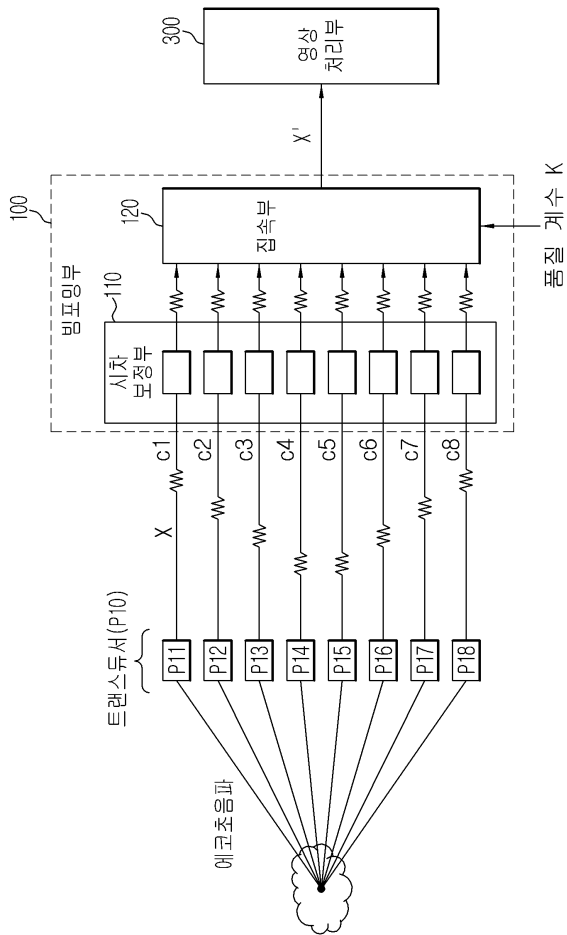
도면2



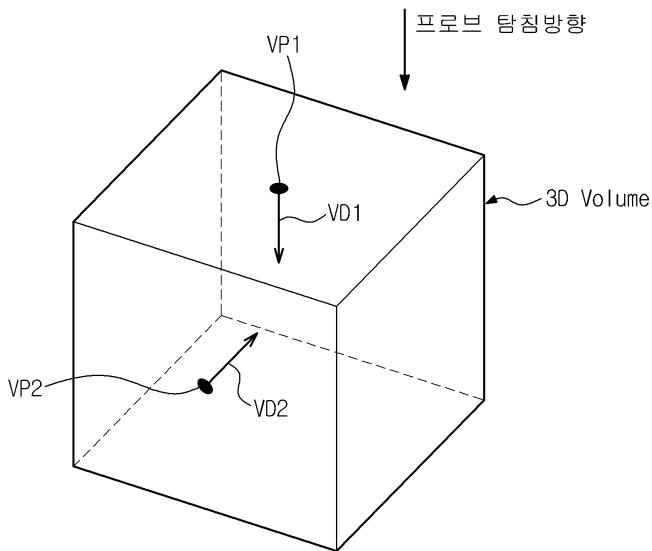
도면3



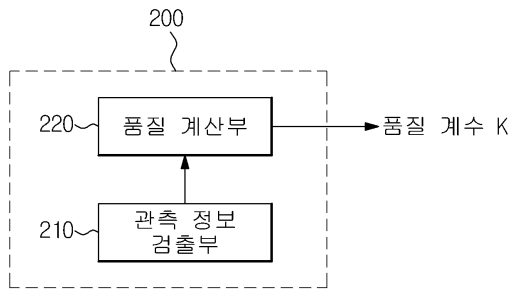
도면4



도면5



도면6

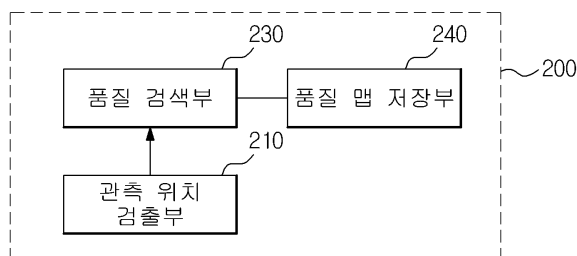


도면7

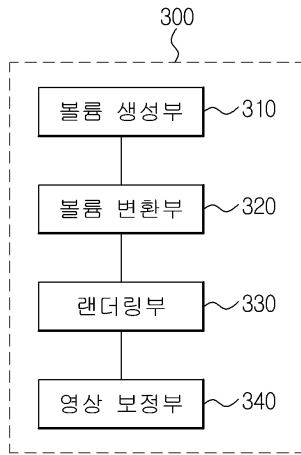
```

for i=1:xSize
  for j=1:ySize
    for k=1:zSize
      length = sqrt((i-vp1(X))^2+(j-vp1(Y))^2+(k-vp1(Z))^2);
      if length < thr1
        vol(i,j,k) = 5;
      elseif length < thr2
        vol(i,j,k) = 4;
      elseif length < thr3
        vol(i,j,k) = 3;
      elseif length < thr4
        vol(i,j,k) = 2;
      else
        vol(i,j,k) = 1;
      end
    end
  end
end
end
end
    
```

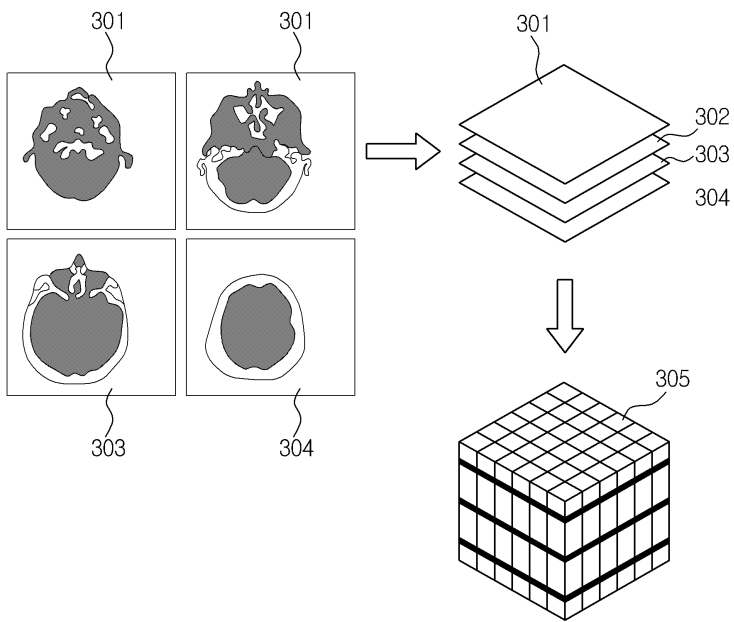
도면8



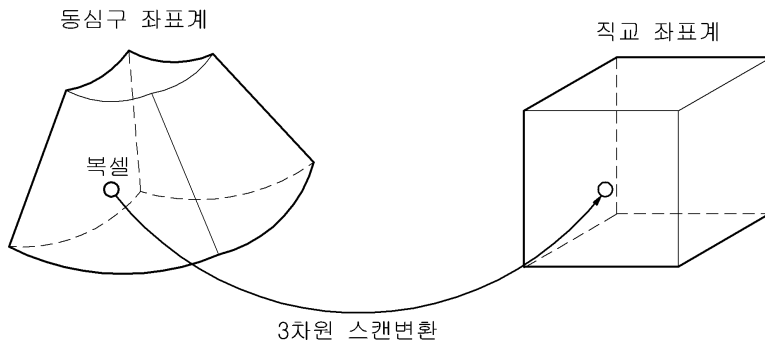
도면9



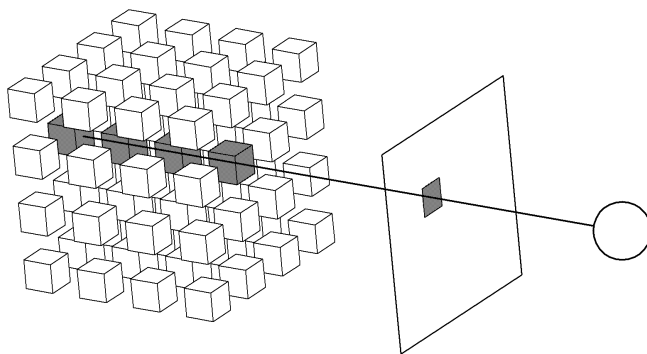
도면10



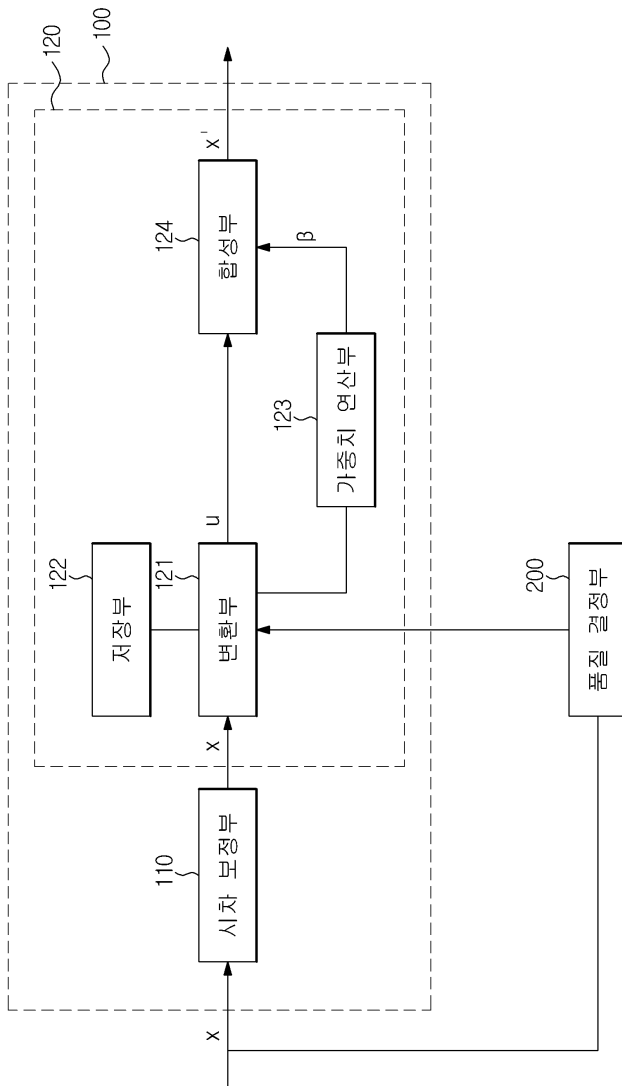
도면11



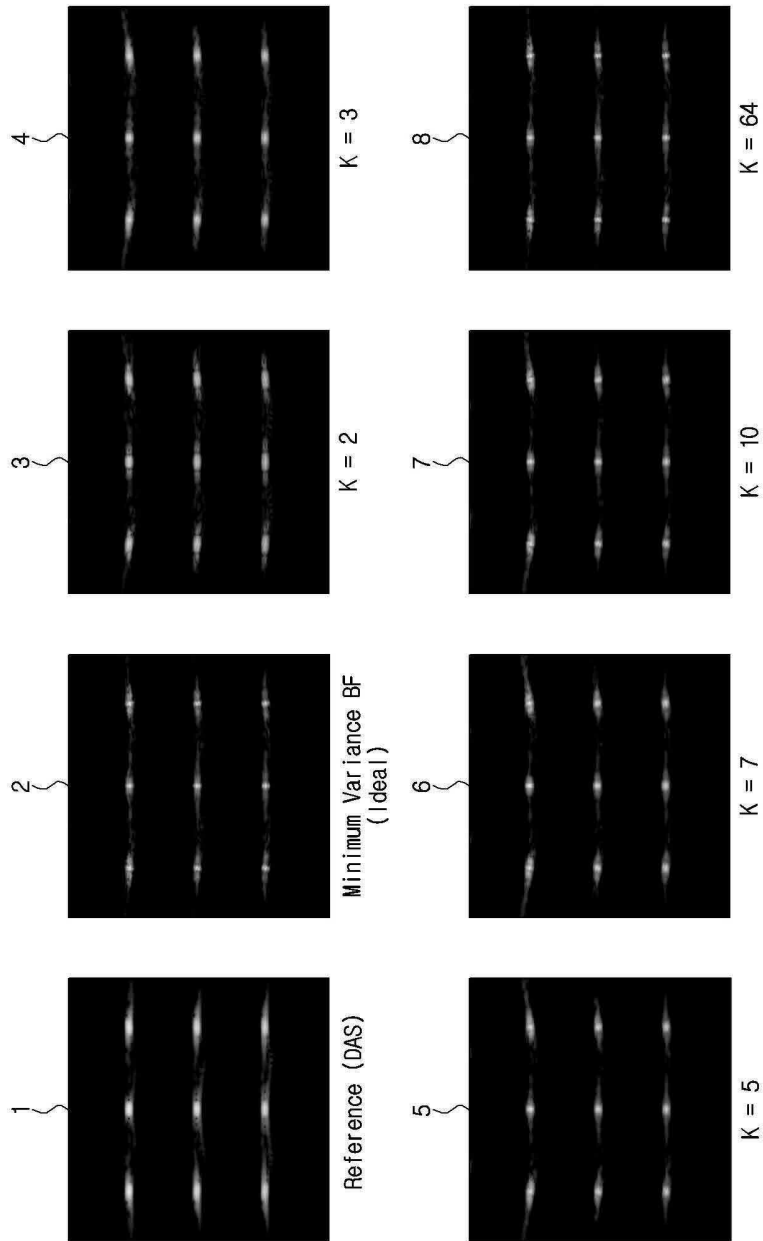
도면12



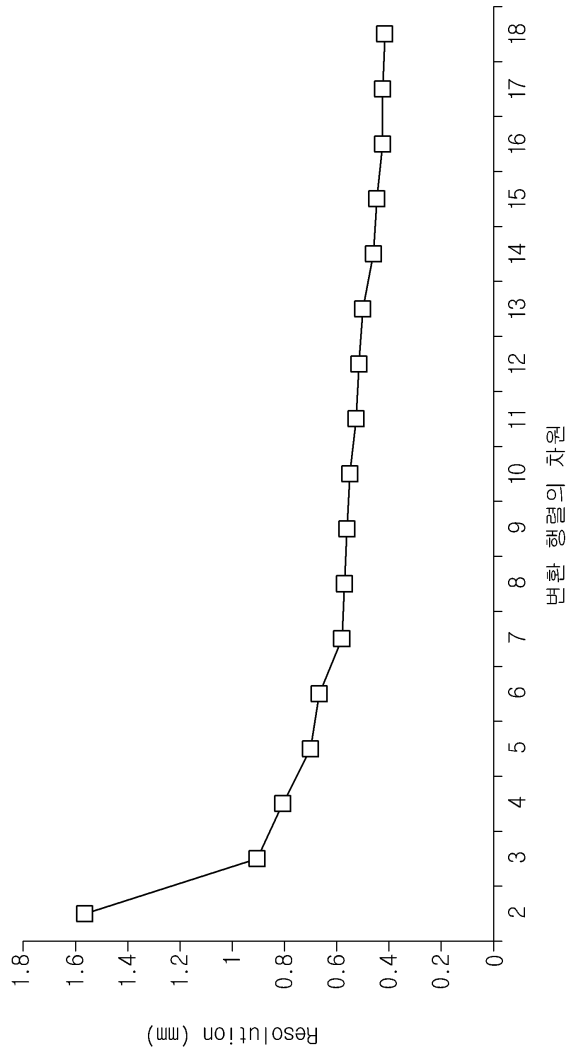
도면13



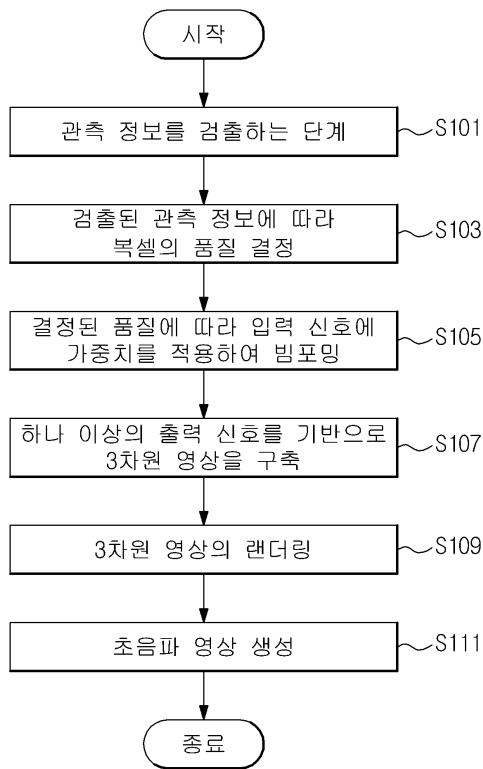
도면14



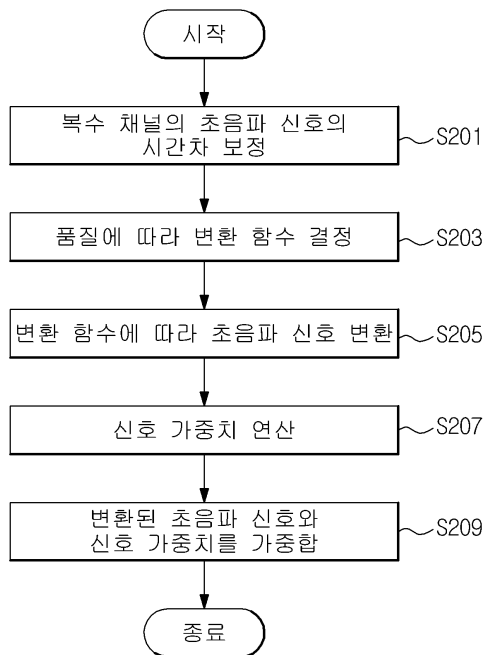
도면15



도면16



도면17



专利名称(译)	标题：超声波成像设备及其控制方法		
公开(公告)号	KR1020150118734A	公开(公告)日	2015-10-23
申请号	KR1020140044640	申请日	2014-04-15
[标]申请(专利权)人(译)	三星电子株式会社		
申请(专利权)人(译)	三星电子有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	三星电子有限公司		
[标]发明人	KIMKYUHONG 김규홍 KHOYOUNGIHN 고영인 KIM BAE HYUNG 김배형 PARKSUHYUN 박수현 SONG JONG KEUN 송중근		
发明人	김규홍 고영인 김배형 박수현 송중근		
IPC分类号	A61B8/00 A61B8/14 A61B8/08		
CPC分类号	A61B8/4405 A61B8/466 A61B8/483 G01S7/52047 G01S15/8993		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

一种超声波探头，用于向目标物体照射超声波以接收反射回波信号并输出接收到的回波信号，质量确定单元，用于根据观察信息确定每个三维体积体素的质量，以及波束形成单元，其以差分方式执行波束成形以生成输出信号。

