(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년09월24일
(11) 등록번호 10-1555267
(24) 등록일자 2015년09월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 8/14 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-0146925
(22) 출원일자 2013년11월29일
심사청구일자 2013년11월29일
(65) 공개번호 10-2015-0062359
(43) 공개일자 2015년06월08일
(56) 선행기술조사문헌
KR1020130075481 A
KR1020130054743 A
KR1020130014822 A
KR1020130088478 A

(73) 특허권자
알피니언메디칼시스템 주식회사
경기도 화성시 만년로 905-17 (안녕동)
(72) 발명자
장선엽
서울 은평구 백련산로 38, 209동 902호 (응암동, 백련산힐스테이트2차)
손건호
경기 성남시 분당구 산운로 98, 804동 1503호 (운중동, 산운마을8단지아파트)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
이철희

전체 청구항 수 : 총 12 항 심사관 : 박승배

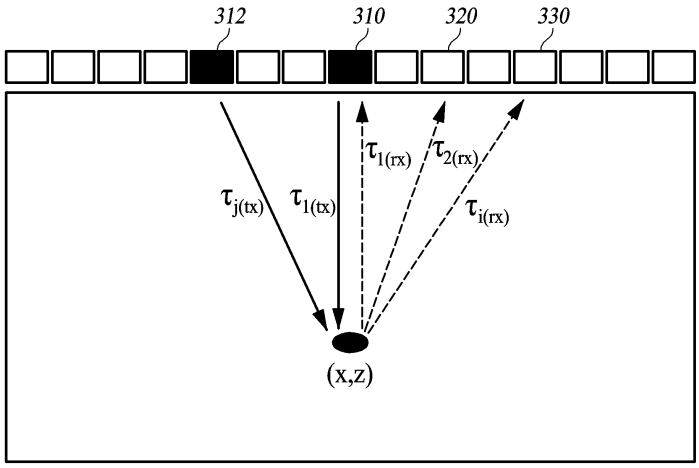
(54) 발명의 명칭 **비집속 초음파를 이용한 빔포밍 방법 및 장치**

(57) 요 약

비집속 초음파를 이용한 빔포밍 방법 및 장치를 개시한다.

비집속 초음파를 관측 영역으로 송수신하여 초음파 영상을 처리할 때, 트랜스듀서의 송신 엘리먼트들에서 송신한 초음파가 수신 집속 위치에 도달하는데 소요되는 송신 지연 시간 및 수신 집속 위치로부터 반사되는 신호가 트랜스듀서의 수신 엘리먼트들에 도달하는데 소요되는 수신 지연 시간을 수신 엘리먼트들이 수신하는 신호에 적용하여 신호를 지연하는 빔포밍을 수행하는 방법 및 장치를 제공한다.

대 표 도 - 도3b



(72) 발명자

구자운

서울 노원구 덕릉로 459-21, 118동 903호 (상계동, 상계주공1단지아파트)

임용섭

서울 관악구 관악로 304, 126동 406호 (봉천동, 관악현대아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	10033702
부처명	산업통상자원부
연구관리전문기관	한국산업기술평가관리원
연구사업명	산업융합원천기술개발사업
연구과제명	초고속 병렬 빔포밍 및 신호처리
기 여 율	1/1
주관기관	알피니언메디칼시스템 주식회사
연구기간	2013.06.01 ~ 2014.05.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

삭제

청구항 2

초음파 의료 장치가 빔포밍을 수행하는 방법에 있어서,

트랜스듀서에 의해 관측 영역(FOV: Field Of View)으로 비집속 초음파(Unfocused Ultrasound)가 송신되도록 하는 과정;

상기 트랜스듀서의 송신 엘리먼트들 중 어느 한 송신 엘리먼트에 의해 송신되는 초음파가 수신 집속 위치에 도달하는 송신 경로에 따른 송신 지연 시간 및 상기 수신 집속 위치로부터 반사되어 각각의 수신 엘리먼트들로 도달하는 수신 경로에 따른 수신 지연 시간을 연산하는 과정;

상기 송신 및 상기 수신 지연 시간을 연산하는 과정을 나머지 송신 엘리먼트들에 대해 각각 적용함으로써 상기 수신 엘리먼트들의 수신 신호 각각에 대한 복수의 지연 신호들을 생성하는 과정; 및

생성된 복수의 지연 신호들을 가산하여 빔포밍을 수행하는 과정

을 포함하되, 상기 송신 엘리먼트들은 상기 수신 집속 위치의 깊이에 근거하여 결정되는 것을 특징으로 하는 비집속 초음파를 이용한 빔포밍 방법.

청구항 3

초음파 의료 장치가 빔포밍을 수행하는 방법에 있어서,

트랜스듀서에 의해 관측 영역(FOV: Field Of View)으로 비집속 초음파(Unfocused Ultrasound)가 송신되도록 하는 과정;

상기 트랜스듀서의 송신 엘리먼트들 중 어느 한 송신 엘리먼트에 의해 송신되는 초음파가 수신 집속 위치에 도달하는 송신 경로에 따른 송신 지연 시간 및 상기 수신 집속 위치로부터 반사되어 각각의 수신 엘리먼트들로 도달하는 수신 경로에 따른 수신 지연 시간을 연산하는 과정;

상기 송신 및 상기 수신 지연 시간을 연산하는 과정을 나머지 송신 엘리먼트들에 대해 각각 적용함으로써 상기 수신 엘리먼트들의 수신 신호 각각에 대한 복수의 지연 신호들을 생성하는 과정; 및

생성된 복수의 지연 신호들을 가산하여 빔포밍을 수행하는 과정

을 포함하되, 상기 송신 엘리먼트들의 개수는 상기 수신 집속 위치의 깊이가 깊어질수록 커지는 것을 특징으로 하는 비집속 초음파를 이용한 빔포밍 방법.

청구항 4

제 2 항에 있어서,

상기 빔포밍을 수행하는 과정은,

상기 수신 집속 위치와 상기 송신 엘리먼트들의 위치를 기반으로 상기 송신 엘리먼트 각각에 대한 가중치를 결정하는 과정;

상기 복수의 지연 신호들에 상기 가중치를 적용하여 가중 지연 신호들을 생성하는 과정; 및

상기 가중 지연 신호들을 생성하는 과정에 의해 생성된 상기 가중 지연 신호들을 가중합하여 빔포밍을 수행하는 과정

을 포함하는 것을 특징으로 하는 비집속 초음파를 이용한 빔포밍 방법.

청구항 5

제 2 항에 있어서,

상기 빔포밍을 수행하는 과정은,

상기 수신 집속 위치와 상기 송신 엘리먼트들의 위치를 기반으로 상기 송신 엘리먼트들 각각에 대한 제 1 가중치를 결정하는 과정;

상기 수신 집속 위치와 상기 수신 엘리먼트들의 위치를 기반으로 상기 수신 엘리먼트들 각각에 대한 제 2 가중치를 결정하는 과정;

상기 복수의 지연 신호들에 상기 제 1 가중치 및 상기 제 2 가중치를 적용하여 가중 지연 신호들을 생성하는 과정; 및

상기 가중 지연 신호들을 생성하는 과정에 의해 생성된 상기 가중 지연 신호들을 가중합하여 빔포밍을 수행하는 과정

을 포함하는 것을 특징으로 하는 비집속 초음파를 이용한 빔포밍 방법.

청구항 6

제 2 항에 있어서,

상기 수신 집속 위치는 관심 영역(ROI: Region Of Interest)에서 선택되는 위치인 것을 특징으로 하는 비집속 초음파를 이용한 빔포밍 방법.

청구항 7

제 2 항에 있어서,

상기 수신 집속 위치는,

영상 모드가 멀티 게이트 도플러 모드(Multi-Gate Doppler Mode)인 경우, 게이트(Gate) 위치인 것을 특징으로 하는 비집속 초음파를 이용한 빔포밍 방법.

청구항 8

제 2 항에 있어서,

상기 비집속 초음파에 대응되어 반사되는 신호를 저장하는 과정; 및

사용자 명령에 의해 영상 재구성 모드가 선택되는 경우, 저장된 상기 비집속 초음파에 대응되어 반사되는 신호를 이용하여 상기 지연 신호를 생성하는 과정과 상기 빔포밍을 수행하는 과정이 수행되도록 하는 과정

을 추가로 포함하는 것을 특징으로 하는 비집속 초음파를 이용한 빔포밍 방법.

청구항 9

관측 영역으로 비집속 초음파를 송신하는 트랜스듀서;

상기 트랜스듀서의 송신 엘리먼트들 중 어느 한 송신 엘리먼트에 의해 송신되는 초음파가 수신 집속 위치에 도달하는 송신 경로에 따른 송신 지연 시간 및 상기 수신 집속 위치로부터 반사되어 각각의 수신 엘리먼트들로 도달하는 수신 경로에 따른 수신 지연 시간을 연산하며, 상기 송신 및 수신 지연 시간을 연산하는 과정을 나머지 송신 엘리먼트들에 대해 각각 적용함으로써 상기 수신 엘리먼트들의 수신 신호 각각에 대한 복수의 지연 신호들을 생성하며, 생성된 복수의 지연 신호들을 가산하여 빔포밍을 수행하는 빔포머

를 포함하되, 상기 송신 엘리먼트들은 상기 수신 집속 위치의 깊이에 근거하여 결정되는 것을 특징으로 하는 초음파 의료 장치.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 빔포머는,

상기 수신 집속 위치와 상기 송신 엘리먼트들의 위치를 기반으로 상기 송신 엘리먼트들 각각에 대한 가중치를 결정하고, 상기 복수의 지연 신호들에 상기 가중치를 적용하여 가중 지연 신호들을 생성하며, 상기 가중 지연 신호들을 가중합하여 빔포밍을 수행하는 것을 특징으로 하는 초음파 의료 장치.

청구항 11

제 9 항에 있어서,

상기 빔포머는,

상기 수신 집속 위치와 상기 송신 엘리먼트들의 위치를 기반으로 상기 송신 엘리먼트들 각각에 대한 제 1 가중치를 결정하고, 상기 수신 집속 위치와 상기 수신 엘리먼트들의 위치를 기반으로 상기 수신 엘리먼트들 각각에 대한 제 2 가중치를 결정하며, 상기 복수의 지연 신호들에 상기 제 1 가중치 및 제 2 가중치를 적용하여 가중 지연 신호들을 생성하며, 상기 가중 지연 신호들을 가중합하여 빔포밍을 수행하는 것을 특징으로 하는 초음파 의료 장치.

청구항 12

제 9 항에 있어서,

상기 빔포머는,

서로 상이한 주파수를 갖는 상기 비집속 초음파가 상기 관측 영역으로 송신되도록 하며, 상기 빔포밍을 수행하기 전 시점의 서로 상이한 주파수를 갖는 상기 비집속 초음파에 대응하는 반사 신호에 기초하여 적어도 한 개 이상의 프레임 데이터를 생성하고, 상기 적어도 한 개 이상의 프레임 데이터를 주파수 합성(Frequency Compounding)한 주파수 합성 프레임 데이터를 생성하며, 상기 주파수 합성 프레임 데이터에 대해 상기 빔포밍을 수행하는 것을 특징으로 하는 초음파 의료 장치.

청구항 13

제 9 항에 있어서,

상기 비집속 초음파는,

평면파(Plane Wave), 와이드 빔(Wide Beam) 중 적어도 하나 이상의 빔을 포함하는 것을 특징으로 하는 초음파 의료 장치.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 실시예는 비집속 초음파를 이용한 빔포밍 방법 및 장치에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 이하에 기술되는 내용은 단순히 본 실시예와 관련되는 배경 정보만을 제공할 뿐 종래기술을 구성하는 것이 아님을 밝혀둔다.

[0003] 초음파 시스템은 프로브(Probe)를 이용하여 대상체로 초음파를 송신한 후 대상체로부터 반사되는 반사 신호를 수신하며, 수신된 반사 신호를 전기적 신호로 변환하여 초음파 영상을 생성한다. 초음파 시스템은 무침습 및 비파괴 특성을 가지고 있어, 생체 내부의 정보를 얻기 위한 의료 분야에서 널리 이용되고 있다. 초음파 시스템은 생체를 직접 절개하여 관찰하는 외과 수술의 필요 없이, 생체 내부 조직의 영상을 실시간으로 제공할 수 있으므로 의료 분야에서 중요하게 사용되고 있다.

[0004] 최근 들어, 초음파 시스템에서 고속의 영상 처리를 위해 대상체로 평면파를 전송하고, 대상체로부터 평면파에 대응하는 반사 신호를 수신한 후 수신된 반사 신호에 기초하여 영상 프레임을 고속으로 처리하는 영상 처리 기술이 대두되고 있다. 고속의 영상 처리를 위해 초음파 시스템은 평면파를 이용할 수 있으나 이러한 경우 생성되

는 초음파 영상의 프레임 레이트(Frame-Rate)가 높아지나 이미지 퀄리티(Quality)가 집속 초음파에 비해 다소 떨어지는 문제가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 본 실시예는 비집속 초음파를 관측 영역으로 송수신하여 초음파 영상을 처리할 때, 트랜스듀서의 송신 엘리먼트들에서 송신한 초음파가 수신 집속 위치에 도달하는데 소요되는 송신 지연 시간 및 수신 집속 위치로부터 반사되는 신호가 트랜스듀서의 수신 엘리먼트들에 도달하는데 소요되는 수신 지연 시간을 수신 엘리먼트들이 수신하는 신호에 적용하여 신호를 지연하는 빔포밍을 수행하는 방법 및 장치를 제공하는데 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0006] 본 실시예의 일 측면에 의하면, 초음파 의료 장치가 빔포밍을 수행하는 방법에 있어서, 트랜스듀서에 의해 관측 영역(FOV: Field Of View)으로 비집속 초음파(Unfocused Ultrasound)가 송신되도록 하는 과정; 상기 트랜스듀서의 송신 엘리먼트들 중 어느 한 송신 엘리먼트에 의해 송신되는 초음파가 수신 집속 위치에 도달하는 송신 경로에 따른 송신 지연 시간 및 상기 수신 집속 위치로부터 반사되어 각각의 수신 엘리먼트들로 도달하는 수신 경로에 따른 수신 지연 시간을 연산하는 과정; 상기 송신 및 상기 수신 지연 시간을 연산하는 과정을 나머지 송신 엘리먼트들에 대해 각각 적용함으로써 상기 수신 엘리먼트들의 수신 신호 각각에 대한 복수의 지연 신호들을 생성하는 과정; 및 생성된 복수의 지연 신호들을 가산하여 빔포밍을 수행하는 과정을 포함하는 것을 특징으로 하는 비집속 초음파를 이용한 빔포밍 방법을 제공한다.

[0007] 또한, 본 실시예의 다른 측면에 의하면, 관측 영역(FOV: Field Of View)으로 비집속 초음파(Unfocused Ultrasound)를 송신하는 트랜스듀서; 상기 트랜스듀서의 송신 엘리먼트들 중 어느 한 송신 엘리먼트에 의해 송신되는 초음파가 수신 집속 위치에 도달하는 송신 경로에 따른 송신 지연 시간 및 상기 수신 집속 위치로부터 반사되어 각각의 수신 엘리먼트들로 도달하는 수신 경로에 따른 수신 지연 시간을 연산하며, 상기 송신 및 수신 지연 시간을 연산하는 과정을 나머지 송신 엘리먼트들에 대해 각각 적용함으로써 상기 수신 엘리먼트들의 수신 신호 각각에 대한 복수의 지연 신호들을 생성하며, 생성된 복수의 지연 신호들을 가산하여 빔포밍을 수행하는 빔포머를 포함하는 것을 특징으로 하는 초음파 의료 장치를 제공한다.

발명의 효과

[0008] 이상에서 설명한 바와 같이 본 실시예에 의하면, 비집속 초음파를 관측 영역으로 송수신하여 초음파 영상을 처리할 때, 트랜스듀서의 송신 엘리먼트들에서 송신한 초음파가 수신 집속 위치에 도달하는데 소요되는 송신 지연 시간 및 수신 집속 위치로부터 반사되는 신호가 트랜스듀서의 수신 엘리먼트들에 도달하는데 소요되는 수신 지연 시간을 수신 엘리먼트들이 수신하는 신호에 적용하여 신호를 지연할 수 있는 효과가 있다.

[0009] 또한, 본 실시예에 의하면, 비집속 초음파를 관측 영역으로 송수신하여 생성된 데이터를 이용하여 영상 처리를 수행할 때, 트랜스듀서의 하나 이상의 송신 엘리먼트에서 송신한 초음파에 대응하는 모든 반사 신호의 송수신 경로에 대한 시간 지연을 고려하여 초음파 영상이 생성될 수 있도록 하는 효과가 있다. 또한, 본 실시예에 의하면, 모든 반사 신호를 고려하여 초음파 영상을 생성하므로, 일반적인 평면파(Planewave)를 이용한 초음파 영상에 비해 신호대잡음비(SNR: Signal to Noise Ratio) 향상, 대조도 향상 및 해상도 향상이 가능한 효과가 있다.

[0010] 또한, 본 실시예에 의하면, 하나의 프레임 데이터만으로 영상 처리가 가능하기 때문에 초음파 영상에 대한 프레임 레이트의 저하가 발생하지 않으며, 대상체의 움직임에 따른 흠결(Moving Artifact)이 발생하지 않는 효과가 있다. 또한, 대상체의 움직임에 따른 흠결이 발생하지 않기 때문에 컬러 플로우 모드(Color flow Mode), 도플러 모드(Doppler Mode) 또는 다른 이미지 모드에 적용 가능한 효과가 있다. 또한, 저장부에 빔포밍을 수행하기 전 시점의 로우(Raw) 데이터를 저장하고자 할 때, 저장되는 데이터의 사이즈가 작아지는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0011] 도 1은 본 실시예에 따른 초음파 의료 장치를 개략적으로 나타낸 블럭 구성도이다.

도 2는 본 실시예에 따른 동적 포커싱을 설명하기 위한 도면이다.

도 3a 및 도 3b는 본 실시예에 따른 수신 동적 포커싱과 송수신 동적 포커싱을 설명하기 위한 도면이다.

도 4a, 도 4b는 본 실시예에 따른 빔포밍 과정을 설명하기 위한 도면이다.

도 5a 내지 도 5d는 본 실시예에 따른 반사 신호 수신 과정에서의 빔포밍을 설명하기 위한 도면이다.

도 6은 본 실시예에 따른 비집속 초음파를 이용한 빔포밍 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

도 7은 본 실시예에 따른 다양한 빔포밍 과정의 설명하기 위한 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0012] 이하, 본 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 상세하게 설명한다.

[0013] 본 실시예에 따른 초음파 의료 장치(100)의 트랜스듀서(Transducer)(110)에 엘리먼트(Element) 중 관측 영역(FOV: Field Of View)으로 비접속 초음파를 송신하는 엘리먼트를 '송신 엘리먼트'라 칭한다. 또한, 트랜스듀서(110)의 엘리먼트 중 관측 영역 내의 수신 집속 위치로부터 반사 신호를 수신하는 엘리먼트만을 '수신 엘리먼트'라 칭한다. '송신 엘리먼트'로부터 관측 영역 내의 수신 집속 위치까지 비집속 초음파가 도달하는 경로를 '송신 경로'라 정의하고, 관측 영역 내의 수신 집속 위치로부터 '수신 엘리먼트'까지 수신 신호가 도달하는 경로를 '수신 경로'라 정의한다. 여기서, '수신 집속 위치'는 사용자 명령에 의해 선택될 수 있으며, '송신 엘리먼트'와 '수신 엘리먼트'의 개수는 반드시 동일한 것이 아니다.

[0014] 도 1은 본 실시예에 따른 초음파 의료 장치를 개략적으로 나타낸 블럭 구성도이다.

[0015] 본 실시예에 따른 초음파 의료 장치(100)는 소프트웨어 기반 빔포밍을 수행하는 장치로서, 트랜스듀서(110), 전단 처리부(Front End)(120) 및 호스트(Host)(130)를 포함한다. 본 실시예에 따른 초음파 의료 장치(100)의 구성 요소는 반드시 이에 한정되는 것은 아니다.

[0016] 전단 처리부(120)는 송수신부(122) 및 아날로그 디지털 컨버터(124)를 포함할 수 있다. 또한, 호스트(130)는 빔포머(132), 신호 처리부(134) 및 주사 변환부(136)를 포함할 수 있다. 이러한, 호스트(130)는 고속 이미징 처리를 위해 소프트웨어적인 병렬 처리를 수행하며, 아키텍처(Architecture)로는 멀티 코어의 CPU(Central Processing Unit) 및 GPU(Graphic Processing Unit)가 동시에 다수 개(예컨대, 수천 개)의 프로세서에서 병렬 처리를 수행할 수 있다.

[0017] 전단 처리부(120)와 호스트(130)는 소프트웨어적으로 고속 이미징 처리를 위해 전 병렬 경로(Full Parallel Path)로 연결될 수 있으며, 예컨대, PCI 익스프레스(Peripheral Component Interconnect Express) 인터페이스를 이용할 수 있다.

[0018] 본 실시예에 따른 초음파 의료 장치(100)는 소프트웨어 기반으로 고속 영상 처리를 수행하므로 전단 처리부(120)와 호스트(130) 간의 전 병렬 경로의 연결 구조로 인해 고속으로 초음파 영상 처리가 용이하다. 조작자가 관측 영역 내의 대상체의 종류 또는 진단하고자 하는 목적에 따라 고속으로 처리된 초음파 영상을 보고자 하는 경우, 초음파 의료 장치(100)는 비집속 초음파(Unfocused Ultrasound)를 기반으로 생성된 초음파 영상을 단시간 내에 제공할 수 있다.

[0019] 트랜스듀서(110)는 관측 영역으로 비집속 초음파를 송신한 후 관측 영역 내의 수신 집속 위치로부터 비집속 초음파에 대응하는 반사 신호를 수신한다. 여기서, 비집속 초음파는 평면파(Plane Wave), 와이드 빔(Wide Beam) 중 적어도 하나 이상의 빔을 포함한다. 평면파에 대응하는 반사 신호는 소프트웨어적으로 고속 이미징 처리될 수 있다. 트랜스듀서(110)는 빔포머(132)(또는 별도의 제어부)의 제어 따라 서로 상이한 주파수를 갖는 비집속 초음파를 관측 영역으로 송신할 수 있다. 트랜스듀서(110)는 배열형 트랜스듀서(Transducer Array)로 구현될 수 있으며, 배열형 트랜스듀서 내의 트랜스듀서 엘리먼트를 이용하여 관측 영역으로 비집속 초음파를 송신하고 반사되는 반사 신호를 수신할 수 있다. 또한, 트랜스듀서(110)는 송수신부(122)의 제어 하에 초점 영역으로 집속 초음파(Focused Ultrasound)를 송신한 후 초점 영역으로부터 집속 초음파에 대응하는 반사 신호를 수신할 수도 있을 것이다.

[0020] 이하, 전단 처리부(120)에 포함된 구성 요소 대해 설명하도록 한다.

[0021] 송수신부(122)는 트랜스듀서(110)에 전압 펄스를 인가하여, 트랜스듀서(110)의 각각의 트랜스듀서 엘리먼트에서 집속 초음파 또는 비집속 초음파가 출력되도록 한다. 송수신부(122)는 트랜스듀서(110)가 송신 또는 수신을 번갈아가며 수행할 수 있도록 송신과 수신을 스위칭하는 기능을 수행한다. 아날로그 디지털 컨버터(124)는 송수신부(122)로부터 수신된 아날로그 반사 신호를 디지털 신호로 변환한 후 빔포머(132)로 전송한다.

[0022] 이하, 호스트(130)에 포함된 구성 요소에 대해 설명하도록 한다.

[0023] 빔포머(132)는 비집속 초음파를 이용한 초음파 이미징 처리 시 관측 영역으로 비집속 초음파를 송신하는데 필요한 지연시간을 생성한다. 다시 말해, 빔포머(132)는 동일한 지연 시간(예컨대, 0)을 각 엘리먼트에 적용하여 비집속 초음파가 정면으로 송신되도록 하거나 각 엘리먼트마다 지연시간을 부가하여 정면과 다른 송신방향으로 비집속 초음파가 송신되도록 한다.

[0024] 빔포머(132)는 트랜스듀서(110)로부터 수신된 반사 신호를 집속하기 위한 시간 지연(Time Delay)을 제공하며, 반사 신호의 동적 집속(Dynamic Focusing)을 조절한다. 빔포머(132)는 빔 형성을 위해 아날로그 디지털 컨버터(124)에 의해 변환된 전기적 디지털 신호를 합산하여 수신 집속 신호(Receive Focusing Signal)를 생성할 수 있다. 빔포머(132)는 디지털화된 신호를 하나의 신호로 조합한다. 이때, 동일한 위상의 반사 신호는 빔포머(132)에서 결합되고 신호 처리부(134)에서 다양한 신호 처리 방식이 적용된 후 주사 변환부(136)를 통해서 구비된 디스플레이부에서 출력된다. 빔포머(132)는 아날로그 디지털 컨버터(124)로부터 수신된 신호에 서로 다른 지연량(Amount Of Delay)(수신 집속(Focusing)을 하려는 위치에 따라 결정됨)을 적용하고 지연된 신호를 합성함으로써 동적 집속을 수행한다. 예컨대, 빔포머(132)는 트랜스듀서 엘리먼트 각각으로부터 수신된 반사 신호를 이후에 있을 신호 처리를 위해 하나의 신호로 조합한다. 빔포머(132)는 관측 영역 내의 각 수신 집속 위치에 대해 단일 반사 신호를 만들기 위해서 모든 트랜스듀서 엘리먼트로부터 수신된 반사 신호를 하나의 신호로 조합한 결합 신호를 생성한다. 이렇게 생성된 결합 신호는 빔포머(132)에 의해 신호 처리부(134)로 전송되고, 최종적으로 영상 데이터 저장을 위하여 디지털 형태로 바꾸어 주는 디스플레이부로 전송된다.

[0025] 이하, 본 실시예에 따른 빔포머(132)의 동작에 대해 설명한다.

[0026] 빔포머(132)는 트랜스듀서(110)의 송신 엘리먼트들로부터 선택된 복수의 엘리먼트(Tx_j, j = 1 내지 M, M은 2 이상의 자연수)에서 송신한 초음파가 관측 영역 내의 수신 집속 위치에 도달하는데 소요되는 송신 지연 시간($\tau_{j(tx)}$)과 수신 집속 위치로부터 반사되는 신호가 트랜스듀서(110)의 수신 엘리먼트(Rx_i, i = 1 내지 N, N은 2 이상의 자연수)에 도달하는데 소요되는 수신 지연 시간($\tau_{i(rx)}$)을 수신 엘리먼트(Rx_i)가 수신하는 신호에 적용하여 신호를 지연하는 지연 신호를 생성한다. 빔포머(132)는 전술한 지연 신호를 생성하는 동작으로 인해 생성된 N × M개의 지연 신호를 이용하여 빔포밍을 수행한다. 빔포머(132)는 M개의 송신 엘리먼트와 N개의 수신 엘리먼트 각각에 대해 전술한 지연 신호 생성 과정을 수행하여 N × M개의 지연 신호를 생성하여 빔포밍을 수행하게 되는 것이다.

[0027] 본 실시예에 기재된 '복수의 송신 엘리먼트'란 비집속 초음파를 송신한 트랜스듀서 엘리먼트 중에서 수신 집속 위치에 도달했을 것으로 판단되는 트랜스듀서 엘리먼트를 의미하는 것으로, '복수의 송신 엘리먼트'는 수신 집속 위치에 따라 가변적으로 결정될 수 있다.

[0028] 예컨대, 트랜스듀서(110)의 송신 엘리먼트들로부터 선택된 복수의 엘리먼트는 수신 집속 위치의 깊이에 근거하여 결정된다. 일반적으로, 초음파 송신시 송신 엘리먼트의 개수를 결정할 때, 사용자 입력부로부터 입력된 사용자 명령(깊이(Focal Depth), F 넘버(깊이에 따른 애퍼쳐 크기의 비율))에 따라 송신 엘리먼트 개수를 조절한다. 그러나 본 실시예의 경우, 빔포머(132)는 관측 영역 내의 결정된 수신 집속 위치에 따라 수신 집속 위치의 깊이와 F 넘버 등을 통해 비집속 초음파를 송신했던 트랜스듀서 엘리먼트들 중에서 해당 수신 집속 위치에 도달할 것으로 판단되는 복수의 송신 엘리먼트를 결정할 수 있을 것이다. 여기서는, 빔포머(132)에 트랜스듀서(110)의 송신 엘리먼트들로부터 선택된 복수의 엘리먼트의 개수를 결정하는 기능이 포함되는 것으로 설명하였으나, 이러한 기능은 별도의 제어부를 통해 구현될 수도 있을 것이다.

[0029] 트랜스듀서(110)의 송신 엘리먼트들로부터 선택된 복수의 엘리먼트의 개수는 수신 집속 위치의 깊이가 깊어질수록 커진다. 여기서, 수신 집속 위치는 관심 영역(ROI: Region Of Interest)에서 선택되는 위치가 될 수 있다. 수신 집속 위치는 영상 모드가 멀티 게이트 도플러 모드(Multi-Gate Doppler Mode)인 경우, 게이트(Gate) 위치가 될 수도 있다.

[0030] 한편, 빔포밍 수행 과정에서 송신 아포다이제이션(Apodization) 기능이 구현될 수도 있을 것이다. 빔포머(132)는 수신 집속 위치와 트랜스듀서(110)의 송신 엘리먼트들로부터 선택된 복수의 엘리먼트(Tx_j)의 위치를 기반으로 제 1 가중치(W_{1j})를 결정한다. 빔포머(132)는 송신 지연 시간($\tau_{j(tx)}$)이 적용된 지연 신호들에 제 1 가중치(W_{1j})를 적용하여 가중 지연 신호들을 생성한다. 빔포머(132)는 가중 지연 신호들을 생성하는 과정으로 인해 생성된 N × M개의 가중 지연 신호들을 가중합하여 빔포밍을 수행한다.

[0031] 또한, 빔포밍 수행 과정에서 수신 아포다이제이션 기능이 구현될 수도 있을 것이다. 빔포머(132)가 수신 가중치를 적용하는 과정에 대해 설명하면, 빔포머(132)는 수신 집속 위치와 수신 엘리먼트(Tx_i)의 위치를 기반으로 제 2 가중치(W_{2j})를 결정한다. 빔포머(132)는 수신 지연 시간($\tau_{i(tx)}$)이 적용된 지연 신호들에 제 2 가중치(W_{2j})를 적용하여 가중 지연 신호들을 생성한다. 빔포머(132)는 가중 지연 신호들을 생성하는 과정으로 인해 생성된 N × M개의 가중 지연 신호들을 가중합하여 빔포밍을 수행한다.

[0032] 나아가, 빔포밍 수행 과정에서 송신 아포다이제이션과 수신 아포다이제이션 기능이 모두 구현될 수도 있을 것이다. 빔포머(132)는 수신 집속 위치와 트랜스듀서(110)의 송신 엘리먼트들로부터 선택된 복수의 엘리먼트(Tx_j)의 위치를 기반으로 제 1 가중치(W_{1j})를 결정한다. 빔포머(132)는 수신 집속 위치와 수신 엘리먼트(Rx_i)의 위치를 기반으로 제 2 가중치(W_{2i})를 결정한다. 빔포머(132)는 송신 지연 시간($\tau_{j(tx)}$)과 수신 지연 시간($\tau_{i(rx)}$)이 적용된 지연 신호에 제 1 가중치(W_{1j}) 및 제 2 가중치(W_{2i})를 적용하여 가중 지연 신호들을 생성한다. 빔포머(132)는 가중 지연 신호들을 생성하는 과정으로 인해 생성된 N × M개의 가중 지연 신호들을 가중합하여 빔포밍을 수행한다.

[0033] 한편, 이상에서 설명한 비집속 초음파 빔포밍 과정은, 시네(CINE) 또는 버츄얼 리스캔(Virtual Rescan)과 같이, 기 저장된 데이터를 이용하여 영상을 재구성하는 모드에서 수행될 수도 있다. 이에 대해 좀 더 구체적으로 설명하면, 빔포머(132)는 비집속 초음파에 대응되어 반사되는 신호(데이터)를 별도의 저장부에 저장하도록 제어한다. 이후 빔포머(132)는 사용자 명령에 의해 영상 재구성 모드가 선택되는 경우, 저장된 비집속 초음파에 대응되어 반사되는 신호를 이용하여 전술한 지연 신호를 생성하는 과정 및 빔포밍을 수행하는 과정을 수행할 수 있다. 예컨대, 빔포머(132)는 비집속 초음파에 대응되어 반사되는 신호(데이터)를 별도의 저장부에 저장한 후 시네(CINE) 또는 버츄얼 리스캔 등의 영상 모드로 영상을 재구성하고자 할 때 기 저장되어 있는 데이터를 이용하여 전술한 지연 신호를 생성하는 과정 및 빔포밍을 수행하는 과정을 수행할 수 있다.

[0034] 이하, 본 실시예에 따른 빔포머(132)의 동작에 따른 일 실시예를 설명한다.

[0035] 빔포머(132)는 트랜스듀서()의 송신 엘리먼트들 중 어느 한 송신 엘리먼트에 의해 송신되는 초음파가 수신 집속 위치에 도달하는 송신 경로에 따른 송신 지연 시간 및 수신 집속 위치로부터 반사되어 각각의 수신 엘리먼트들로 도달하는 수신 경로에 따른 수신 지연 시간을 연산한다. 빔포머(132)는 송신 및 수신 지연 시간을 연산하는 과정을 나머지 송신 엘리먼트들에 대해 각각 적용함으로써 수신 엘리먼트들의 수신 신호 각각에 대한 복수의 지연 신호들을 생성하며, 생성된 복수의 지연 신호들을 가산하여 빔포밍을 수행한다. 빔포머(132)는 송수신 경로에 따른 시간 지연(τ)을 수신 엘리먼트별 수신 신호에 적용한 빔포밍을 반드시 전체 송신 엘리먼트 각각마다 적용하는 것이 아니라 전체 송신 엘리먼트 내의 일부 엘리먼트에 적용할 수 있다.

[0036] 빔포머(132)는 관측 영역 내의 수신 집속 위치의 깊이에 따라 송신 경로에 대응하는 송신 가중치를 적용하고, 수신 경로에 대응하는 수신 가중치를 적용한 빔포밍을 수행한다.

[0037] 빔포머(132)는 트랜스듀서(110)의 송신 엘리먼트로부터 선택된 복수의 엘리먼트 각각마다 송신된 초음파에 대응하여 수신 집속 위치로부터 수신되는 복수의 반사 신호 각각에 동일 시점에 따른 시간 지연을 적용하여 결합한 결합 신호를 생성한다. 빔포머(132)는 트랜스듀서(110)의 송신 엘리먼트로부터 선택된 복수의 엘리먼트 각각에 대응하는 결합 신호마다 동일 시점에 따른 시간 지연을 적용하여 결합한 수신 신호를 생성한다.

[0038] 빔포머(132)는 트랜스듀서(110)의 송신 엘리먼트로부터 선택된 복수의 엘리먼트 중 j번째 엘리먼트에 의해 송신되는 j번째 초음파가 수신 집속 위치까지 도달하는 송신 시간 지연($\tau_{j(tx)}$)과, j번째 비집속 초음파에 대응한 j번째 반사 신호가 수신 엘리먼트 중 i번째 엘리먼트까지 도달하는 수신 시간 지연($\tau_{i(rx)}$)을 가산하여 빔포밍을 수행한다. 빔포머(132)는 관측 영역 내의 수신 집속 위치의 깊이에 따라 j번째 초음파가 수신 집속 위치까지 도달하는 송신 경로에 송신 가중치를 적용하고, j번째 반사 신호가 수신 엘리먼트 중 i번째 엘리먼트까지 도달하는 수신 경로에 수신 가중치를 적용하여 빔포밍을 수행한다. 빔포머(132)는 주파수 합성 프레임 데이터가 생성되는 경우, 생성된 주파수 합성 프레임 데이터에 대해 빔포밍을 수행한다.

[0039] 빔포머(132)는 트랜스듀서(110)의 송신 엘리먼트로부터 선택된 복수의 엘리먼트 각각마다 빔포밍을 수행하여 생성된 수신 신호에 기초하여 프레임 데이터가 생성되도록 한다. 빔포머(132)는 빔포밍을 수행하기 전 시점의 서로 상이한 주파수를 갖는 비집속 초음파에 대응하는 반사 신호에 기초하여 적어도 한 개 이상의 프레임 데이터를 생성하고, 적어도 한 개 이상의 프레임 데이터를 주파수 합성(Frequency Compounding)한 주파수 합성 프레임

데이터를 생성한다.

[0040] 신호 처리부(134)는 빔포머(132)에서 집속된 수신 스캔라인의 반사 신호를 기저 대역 신호(Baseband Signals)로 변환시키고 직교 복조기(Quadrature Demodulator)를 사용해서 포락선(Envelope)을 검출하여 하나의 스캔라인에 대한 데이터를 얻는다. 또한, 신호 처리부(134)는 빔포머(132)에 의해 생성된 데이터를 디지털 신호로 처리한다.

[0041] 주사 변환부(136)는 신호 처리부(134)에서 얻어진 데이터를 메모리에 기록하고, 데이터의 주사 방향을 디스플레이부(예컨대, 모니터)의 픽셀 방향과 일치시키며, 해당 데이터를 디스플레이부의 픽셀 위치로 매핑시킨다. 주사 변환부(136)는 초음파 영상 데이터를 소정의 스캔라인 표시형식의 디스플레이부에서 사용되는 데이터 형식으로 변환한다.

[0042] 한편, 초음파 의료 장치(100)는 사용자 입력부를 추가로 포함할 수 있으며, 사용자 입력부는 사용자의 조작 또는 입력에 의한 명령(Instruction)을 입력받는다. 여기서, 사용자 명령은 초음파 의료 장치(100)를 제어하기 위한 설정 명령 등이 될 수 있다. 또한, 초음파 의료 장치(100)는 저장부를 포함할 수 있으며, 저장부에는 아날로그 디지털 컨버터(124)를 경유한 반사 신호(수신 빔포밍 수행 전 시점의 신호)를 저장하거나 수신 빔포밍이 완료된 반사 신호(수신 빔포밍 완료 시점의 신호)가 저장될 수 있다.

[0043] 도 2는 본 실시예에 따른 동적 포커싱을 설명하기 위한 도면이다.

[0044] 도 2에서는 동적 수신 초점(Dynamic Receive Focus)에 대해 설명한다. 초음파 의료 장치(100)의 트랜스듀서(110)가 배열형 트랜스듀서인 경우 빔포머(132)는 관측 영역 내의 수신 집속 위치로부터 수신된 반사 신호를 집속한다. 초음파 의료 장치(100)는 관측 영역으로 초음파를 송신한 후 트랜스듀서(110)의 진동자의 그룹(수신 엘리먼트)을 이용하여 관측 영역 내의 수신 집속 위치로부터 반사 신호를 수신한다. 반사 신호들이 복수의 진동자 그룹(수신 엘리먼트)에 도달함에 따라 증폭되어지고, 각 수신 집속 위치로부터 단일 신호를 만들어내는 빔포머(132)에서 같이 묶여진다. 그러나, 반사 신호들이 조합되기 전에 돌아오는 펄스가 통과하는 거리(예컨대, 도 2에 도시된 바와 같이)의 차이에 따라 약간의 시간차의 보정이 필요하다. 이러한 관측 영역 내의 수신 집속 위치로부터의 반사되는 각 반사 신호들이 시간적으로 동조되어지지 않고 직접 합해진다면 서로 부분적으로 상쇄된다. 예컨대, 하나의 진동자(수신 엘리먼트 중 어느 하나의 엘리먼트)로부터 신호가 양으로 진행되는 부분이 또 따른 진동자(수신 엘리먼트 중 또 다른 엘리먼트)로부터의 신호가 음인 부분의 시간에서 발생한다면, 이들 두 신호는 합해질 때, 완전히 서로 상쇄된다.

[0045] 관측 영역의 수신 집속 위치의 깊이에 따라 설정된 지연 신호를 인가함으로써 가능하다. 도 2에서 반사 신호가 시간 지연 처리를 거친 후 위상이 같아진 신호들을 나타낸다. 필요로 하는 시간 지연은 수신 집속 위치 깊이에 따라 달라진다.

[0046] 트랜스듀서(110)의 배열형 진동자의 송신과는 달리 수신하는 동안에 동적 집속이 이루어진다. 음향 펄스가 송신될 때, 배열형 진동자에서 수신되는 초점 거리가 처음에는 피상적으로 정해진다. 송신 펄스가 증가하고 반사 신호가 더 깊은 관측 영역 내의 수신 집속 위치로부터 돌아온 후의 시간에 따라 수신 초점은 음향 펄스가 깊은 곳의 수신 집속 위치와 부딪힌 위치를 따라가거나 추적(Tracking)하여 자동으로 변화된다. 하지만, 동적 수신 초점을 위한 추적은 반사 신호가 모든 깊이로부터 되돌아오는 데 필요한 시간 이내에 있는 모든 위치에서 매우 빠르게 진행된다. 동적 초점을 사용함으로써 단일 진동자 트랜스듀서는 배열에서 단일 초점 거리를 이용하는 것보다 훨씬 초점 깊이를 확대 시킬 수 있다. 배열형 트랜스듀서에서의 송신 초점 거리는 사용자에 의해 선택될 수 있다. 동적 수신 집속은 관측 영역 내의 모든 수신 집속 위치의 깊이에 적용될 수 있다.

[0047] 도 3a 및 도 3b는 본 실시예에 따른 수신 동적 포커싱과 송수신 동적 포커싱을 설명하기 위한 도면이다.

[0048] 이하, 도 3a에서는 비집속 초음파를 이용한 수신 동적 포커싱에 대해서 설명하도록 한다. 도 3a에서 초음파 의료 장치(100)는 트랜스듀서(110)의 송신 엘리먼트로부터 선택된 복수의 엘리먼트 중 어느 한 엘리먼트(310)에 의해 송신되는 초음파가 관측 영역 내의 수신 집속 위치(x, z)로부터 반사되어 각 수신 엘리먼트(310, 320, 330)로 도달하는 경로에 따른 시간 지연을 수신 엘리먼트별 수신 신호에 적용한 빔포밍을 트랜스듀서(110)의 송신 엘리먼트로부터 선택된 복수의 엘리먼트 중 어느 한 엘리먼트(310)에 대해 수행한다.

[0049] 도 3a에서는 트랜스듀서(110)의 송신 엘리먼트로부터 선택된 복수의 엘리먼트 중 어느 한 엘리먼트(310)가 송신한 초음파가 관측 영역 내의 수신 집속 위치(x, z)에 도달할 때까지의 소요 시간을 송신 지연 시간을 '$\tau_{(tx)}$'라 칭한다. 또한, 초음파가 수신 집속 위치(x, z)로부터 반사되어 수신 엘리먼트 중 어느 하나의 엘리먼트(310)로

도달하는 경로에 따른 시간 지연을 '$\tau_{1(rx)}$'라 칭하고, 초음파가 수신 집속 위치(x, z)로부터 반사되어 수신 엘리먼트 중 어느 하나의 엘리먼트(320)로 도달하는 경로에 따른 시간 지연을 '$\tau_{2(rx)}$'라 칭하고, 초음파가 수신 집속 위치(x, z)로부터 반사되어 수신 엘리먼트 중 어느 하나의 엘리먼트(330)로 도달하는 경로에 따른 시간 지연을 '$\tau_{i(rx)}$'라 칭한다.

[0050] 트랜스듀서(110)의 수신 엘리먼트 중 어느 하나의 엘리먼트(310)에 대한 지연 시간은 '$\tau_{(tx)} + \tau_{1(rx)}$'가 되며, 트랜스듀서(110)의 수신 엘리먼트 중 어느 하나의 엘리먼트(320)에 대한 지연 시간은 '$\tau_{(tx)} + \tau_{2(rx)}$'가 된다. 또한, 트랜스듀서(110)의 수신 엘리먼트 중 어느 하나의 엘리먼트(330)를 i번째 엘리먼트로 가정하는 경우, 엘리먼트(330)에 대한 지연 시간은 $\tau_{(tx)}+\tau_{i(rx)}$이며, 이에 따른 빔포밍 신호는 [수학식 1]과 같다.

수학식 1

[0051]
$$R_i(t-(\tau_{(tx)}+\tau_{i(rx)})$$

[0052] (R_i: i번째 엘리먼트(330)가 수신하는 신호, $\tau_{(tx)}$: 엘리먼트(310)에서 송신된 초음파가 수신 집속 위치까지 도달할 때까지의 소요 시간, $\tau_{i(rx)}$: 반사 신호가 수신 집속 위치에서 i번째 엘리먼트(330)까지 도달할 때까지의 소요 시간)

[0053] 본 실시예에 따른 초음파 의료 장치(100)는 [수학식 1]을 이용하는 경우 [수학식 2]와 같이 엘리먼트(330)에 대한 수신 가중치를 적용할 수 있다.

수학식 2

[0054]
$$\sum_i W_i R_i(t-(\tau_{(tx)}+\tau_{i(rx)})$$

[0055] (W_i: i번째 엘리먼트(330)에 대한 수신 가중치, R_i: i번째 엘리먼트(330)가 수신하는 신호, $\tau_{(tx)}$: 엘리먼트(310)에서 송신된 초음파가 수신 집속 위치까지 도달할 때까지의 소요 시간, $\tau_{i(rx)}$: 반사 신호가 수신 집속 위치에서 i번째 엘리먼트(330)까지 도달할 때까지의 소요 시간)

[0056] 이하, 도 3b에서는 비집속 초음파를 이용한 송수신 동적 포커싱에 대해서 설명하도록 한다. 도 3b에서 초음파 의료 장치(100)는 트랜스듀서(110)의 송신 엘리먼트로부터 선택된 복수의 엘리먼트(310, 312)에 의해 송신되는 초음파가 관측 영역 내의 수신 집속 위치(x, z)로부터 반사되어 수신 엘리먼트(310, 320, 330)로 도달하는 경로에 따른 시간 지연을 수신 엘리먼트별 수신 신호에 적용한 빔포밍을 트랜스듀서(110)의 송신 엘리먼트로부터 선택된 복수의 엘리먼트(310, 312)에 대해 수행한다.

[0057] 도 3b에서는 트랜스듀서(110)의 송신 엘리먼트로부터 선택된 복수의 엘리먼트 중 어느 한 엘리먼트(310)가 송신한 초음파가 관측 영역 내의 수신 집속 위치(x, z)에 도달할 때까지의 소요 시간을 송신 지연 시간 '$\tau_{1(tx)}$'라 칭하고, 트랜스듀서(110)의 송신 엘리먼트로부터 선택된 복수의 엘리먼트 중 어느 한 엘리먼트(312)가 송신한

초음파가 관측 영역 내의 수신 집속 위치(x, z)에 도달할 때까지의 소요 시간을 송신 지연 시간 '$\tau_{j(tx)}$'라 칭한다.

[0058] 또한, 초음파가 수신 집속 위치(x, z)로부터 반사되어 수신 엘리먼트 중 어느 하나의 엘리먼트(310)로 도달하는 경로에 따른 시간 지연을 '$\tau_{1(rx)}$'라 칭하고, 초음파가 수신 집속 위치(x, z)로부터 반사되어 수신 엘리먼트 중 어느 하나의 엘리먼트(320)로 도달하는 경로에 따른 시간 지연을 '$\tau_{2(rx)}$'라 칭하고, 초음파가 수신 집속 위치(x, z)로부터 반사되어 수신 엘리먼트 중 어느 하나의 엘리먼트(330)로 도달하는 경로에 따른 시간 지연을 '$\tau_{i(rx)}$'라 칭한다.

[0059] 트랜스듀서(110)의 수신 엘리먼트 중 어느 하나의 엘리먼트(310)에서 송신 엘리먼트(310)가 송신한 초음파에 대응하는 반사 신호에 대한 지연 시간이 '$\tau_{1(tx)} + \tau_{1(rx)}$'가 되고, 엘리먼트(312)이 송신한 초음파에 대응하는 반사 신호에 대한 지연 시간이 '$\tau_{j(tx)} + \tau_{1(rx)}$'가 된다.

[0060] 또한, 트랜스듀서(110)의 수신 엘리먼트 중 어느 하나의 엘리먼트(320)에서 송시 엘리먼트(310)가 송신한 초음파에 대응하는 반사 신호에 대한 지연 시간이 '$\tau_{1(tx)} + \tau_{2(rx)}$'가 되고, 엘리먼트(312)이 송신한 초음파에 대응하는 반사 신호에 대한 지연 시간이 '$\tau_{j(tx)} + \tau_{2(rx)}$'가 된다.

[0061] 또한, 트랜스듀서(110)의 수신 엘리먼트 중 어느 하나의 엘리먼트(330)에서 송신 엘리먼트(310)가 송신한 초음파에 대응하는 반사 신호에 대한 지연 시간이 '$\tau_{1(tx)} + \tau_{i(rx)}$'가 되고, 엘리먼트(312)이 송신한 초음파에 대응하는 반사 신호에 대한 지연 시간은 $\tau_{j(tx)}+\tau_{i(rx)}$이며, 이에 따른 빔포밍 신호는 [수학식 3]과 같다.

수학식 3

[0062]
$$R_i\left(t-\left(\tau_{j(tx)}+\tau_{i(rx)}\right)\right)$$

[0063] (R_i: i번째 엘리먼트(330)가 수신하는 신호, $\tau_{j(tx)}$: j번째 엘리먼트(312)에서 송신된 초음파가 수신 집속 위치까지 도달할 때까지의 소요 시간, $\tau_{i(rx)}$: 반사 신호가 수신 집속 위치에서 i번째 엘리먼트(330)까지 도달할 때까지의 소요 시간)

[0064] 본 실시예에 따른 초음파 의료 장치(100)는 [수학식 3]을 이용하는 경우 [수학식 4]와 같이 송수신 가중치를 적용할 수 있다.

수학식 4

[0065]
$$\sum_j\sum_i W_{ij}R_i\left(t-\left(\tau_{j(tx)}+\tau_{i(rx)}\right)\right)$$

[0066] (W_i : j번째 엘리먼트(312)에서 송신된 초음파에 대한 송신 가중치 및 i번째 엘리먼트(330)에 대한 수신 가중치, R_i: i번째 엘리먼트(330)가 수신하는 신호, $\tau_{j(tx)}$: j번째 엘리먼트(312)에서 송신된 초음파가 수신 집

속 위치까지 도달할 때까지의 소요 시간, $\tau_{i(rx)}$: 반사 신호가 수신 집속 위치에서 i번째 엘리먼트(330)까지 도달할 때까지의 소요 시간)

[0067] 도 4a 및 도 4b는 본 실시예에 따른 빔포밍 과정을 설명하기 위한 도면이다.

[0068] 이하, 도 4a를 기준으로 엘리먼트(310)에서 초음파 송신 시 빔포밍에 대한 실시예에 대해 설명하도록 한다.

[0069] 초음파 의료 장치(100)는 트랜스듀서(110)의 송신 엘리먼트로부터 선택된 복수의 엘리먼트 중 어느 한 엘리먼트(310)에 의해 송신되는 초음파가 관측 영역 내의 수신 집속 위치(x, z)로부터 반사되어 수신 엘리먼트(310, 314, 316, 320, 330)로 도달하는 경로에 따른 시간 지연을 수신 엘리먼트별 수신 신호에 적용한 빔포밍을 트랜스듀서(110)의 송신 엘리먼트로부터 선택된 복수의 엘리먼트 각각마다 수행한다.

[0070] 도 4a에서는 트랜스듀서(110)의 송신 엘리먼트로부터 선택된 복수의 엘리먼트 중 어느 한 엘리먼트(310)가 송신한 초음파가 관측 영역 내의 수신 집속 위치(x, z)에 도달할 때까지의 소요 시간을 송신 지연 시간 '$\tau_{1(tx)}$'이라 칭한다.

[0071] 또한, 엘리먼트(310)이 송신한 초음파가 수신 집속 위치(x, z)로부터 반사되어 수신 엘리먼트 중 어느 하나의 엘리먼트(316)로 도달하는 경로에 따른 시간 지연을 '$\tau_{1(rx)}$'라 칭하고, 초음파가 수신 집속 위치(x, z)로부터 반사되어 수신 엘리먼트 중 어느 하나의 엘리먼트(314)로 도달하는 경로에 따른 시간 지연을 '$\tau_{2(rx)}$'라 칭하고, 초음파가 수신 집속 위치(x, z)로부터 반사되어 수신 엘리먼트 중 어느 하나의 엘리먼트(310)로 도달하는 경로에 따른 시간 지연을 '$\tau_{3(rx)}$'라 칭하고, 초음파가 수신 집속 위치(x, z)로부터 반사되어 수신 엘리먼트 중 어느 하나의 엘리먼트(320)로 도달하는 경로에 따른 시간 지연을 '$\tau_{4(rx)}$'라 칭하고, 초음파가 수신 집속 위치(x, z)로부터 반사되어 수신 엘리먼트 중 어느 하나의 엘리먼트(330)로 도달하는 경로에 따른 시간 지연을 '$\tau_{i(rx)}$'라 칭한다.

[0072] 트랜스듀서(110)의 수신 엘리먼트 중 어느 하나의 엘리먼트(316)에 대한 지연 시간은 '$\tau_{(tx)} + \tau_{1(rx)}$'가 되며, 트랜스듀서(110)의 수신 엘리먼트 중 어느 하나의 엘리먼트(314)에 대한 지연 시간은 '$\tau_{(tx)} + \tau_{2(rx)}$'가 된다. 트랜스듀서(110)의 수신 엘리먼트 중 어느 하나의 엘리먼트(310)에 대한 지연 시간은 '$\tau_{(tx)} + \tau_{3(rx)}$'가 되며, 트랜스듀서(110)의 수신 엘리먼트 중 어느 하나의 엘리먼트(320)에 대한 지연 시간은 '$\tau_{(tx)} + \tau_{4(rx)}$'가 된다. 또한, 트랜스듀서(110)의 수신 엘리먼트 중 어느 하나의 엘리먼트(330)를 i번째 엘리먼트로 가정하는 경우, 엘리먼트(330)에 대한 지연 시간은 '$\tau_{(tx)} + \tau_{i(rx)}$'가 된다.

[0073] 이후, 초음파 의료 장치(100)는 트랜스듀서(110)의 송신 엘리먼트로부터 선택된 복수의 엘리먼트 중 어느 한 엘리먼트(310)에 의해 송신된 초음파에 대응하여 수신 집속 위치(x, z)로부터 반사되어 수신 엘리먼트(310, 314, 316, 320, 330)로 도달하는 경로에 따른 시간 지연에 동일 시점을 적용하여 결합한 결합 신호를 생성한다.

[0074] 이하, 엘리먼트(316)에서 초음파 송신 시 빔포밍에 대한 실시예에 대해서 설명하도록 한다.

[0075] 초음파 의료 장치(100)는 트랜스듀서(110)의 송신 엘리먼트로부터 선택된 복수의 엘리먼트 중 어느 한 엘리먼트(316)에 의해 송신되는 초음파가 관측 영역 내의 수신 집속 위치(x, z)로부터 반사되어 수신 엘리먼트(310, 314, 316, 320, 330)로 도달하는 경로에 따른 시간 지연을 수신 엘리먼트별 수신 신호에 적용한 빔포밍을 트랜스듀서(110)의 송신 엘리먼트로부터 선택된 복수의 엘리먼트 각각마다 수행한다.

[0076] 도 4a에서는 트랜스듀서(110)의 송신 엘리먼트로부터 선택된 복수의 엘리먼트 중 어느 한 엘리먼트(316)가 송신한 초음파가 관측 영역 내의 수신 집속 위치(x, z)에 도달할 때까지의 소요 시간을 송신 지연 시간 '$\tau_{j(tx)}$'이라 칭한다.

[0077] 또한, 엘리먼트(316)가 송신한 초음파가 수신 집속 위치(x, z)로부터 반사되어 수신 엘리먼트 중 어느 하나의 엘리먼트(316)로 도달하는 경로에 따른 시간 지연을 '$\tau_{1(rx)}$'라 칭하고, 초음파가 수신 집속 위치(x, z)로부터 반사되어 수신 엘리먼트 중 어느 하나의 엘리먼트(314)로 도달하는 경로에 따른 시간 지연을 '$\tau_{2(rx)}$'라 칭하고, 초음파가 수신 집속 위치(x, z)로부터 반사되어 수신 엘리먼트 중 어느 하나의 엘리먼트(310)로 도달하는 경로에 따른 시간 지연을 '$\tau_{3(rx)}$'라 칭하고, 초음파가 수신 집속 위치(x, z)로부터 반사되어 수신 엘리먼트 중 어느 하나의 엘리먼트(320)로 도달하는 경로에 따른 시간 지연을 '$\tau_{4(rx)}$'라 칭하고, 초음파가 수신 집속 위치(x, z)

로부터 반사되어 수신 엘리먼트 중 어느 하나의 엘리먼트(330)로 도달하는 경로에 따른 시간 지연을 '$\tau_{i(rx)}$'라 칭한다.

[0078] 트랜스듀서(110)의 수신 엘리먼트 중 어느 하나의 엘리먼트(316)에 대한 지연 시간은 '$\tau_{j(tx)} + \tau_{1(rx)}$'가 되며, 트랜스듀서(110)의 수신 엘리먼트 중 어느 하나의 엘리먼트(314)에 대한 지연 시간은 '$\tau_{j(tx)} + \tau_{2(rx)}$'가 된다. 트랜스듀서(110)의 수신 엘리먼트 중 어느 하나의 엘리먼트(310)에 대한 지연 시간은 '$\tau_{j(tx)} + \tau_{3(rx)}$'가 되며, 트랜스듀서(110)의 수신 엘리먼트 중 어느 하나의 엘리먼트(320)에 대한 지연 시간은 '$\tau_{j(tx)} + \tau_{4(rx)}$'가 된다. 또한, 트랜스듀서(110)의 수신 엘리먼트 중 어느 하나의 엘리먼트(330)를 i번째 엘리먼트로 가정하는 경우, 엘리먼트(330)에 대한 지연 시간은 '$\tau_{j(tx)} + \tau_{i(rx)}$'가 된다.

[0079] 이후, 초음파 의료 장치(100)는 트랜스듀서(110)의 송신 엘리먼트로부터 선택된 복수의 엘리먼트 중 어느 한 엘리먼트(316)에 의해 송신된 초음파에 대응하여 수신 집속 위치(x, z)로부터 반사되어 수신 엘리먼트(310, 314, 316, 320, 330)로 도달하는 경로에 따른 시간 지연에 동일 시점을 적용하여 결합한 결합 신호를 생성한다.

[0080] 이하, 도 4a를 기준으로 엘리먼트(310, 316)에서 초음파 송신 시 수신 신호 생성에 대한 실시예에 대해서 설명하도록 한다.

[0081] 초음파 의료 장치(100)는 트랜스듀서(110)의 송신 엘리먼트로부터 선택된 복수의 엘리먼트 중 어느 한 엘리먼트(310)에 의해 송신된 초음파에 대응한 반사 신호가 수신 엘리먼트(310, 314, 316, 320, 330)에 따른 시간 지연에 따른 결합 신호와 트랜스듀서(110)의 송신 엘리먼트로부터 선택된 복수의 엘리먼트 중 어느 한 엘리먼트(316)에 의해 송신된 초음파에 대응한 반사 신호가 수신 엘리먼트(310, 314, 316, 320, 330)에 따른 결합 신호와 동일 시점을 적용하여 결합한 수신 신호를 생성한다.

[0082] 한편, 도 4b에 도시된 바와 같이, 초음파 의료 장치(100)는 트랜스듀서(110)의 송신 엘리먼트로부터 선택된 복수의 엘리먼트 중 어느 한 엘리먼트(310)에 의해 송신된 초음파에 대응하여 수신 집속 위치(x, z)로부터 반사되어 수신 엘리먼트(310, 314, 316, 320, 330)로 도달하는 경로에 따른 시간 지연과 트랜스듀서(110)의 송신 엘리먼트로부터 선택된 복수의 엘리먼트 중 어느 한 엘리먼트(316)에 의해 송신된 초음파에 대응하여 수신 집속 위치(x, z)로부터 반사되어 수신 엘리먼트(310, 314, 316, 320, 330)로 도달하는 경로에 따른 시간 지연에 동일 시점을 적용하여 결합한 결합 신호를 생성할 수 있다.

[0083] 도 5a 내지 도 5d는 본 실시예에 따른 반사 신호 수신 과정에서의 빔포밍을 설명하기 위한 도면이다.

[0084] 도 5a 내지 도 5d에서 초음파 의료 장치(100)는 트랜스듀서(110)의 송신 엘리먼트(전체 송신 엘리먼트)로부터 선택된 복수의 엘리먼트를 '1번째 엘리먼트 내지 j번째 엘리먼트'로 가정하고, 수신 엘리먼트를 '1번째 i번째 엘리먼트로 가정한다.

[0085] 도 5a에서 초음파 의료 장치(100)는 트랜스듀서(110)의 송신 엘리먼트로부터 선택된 복수의 엘리먼트 중 어느 한 엘리먼트에 의해 송신되는 초음파가 관측 영역 내의 수신 집속 위치(x, z)에서 반사되어 수신 엘리먼트(1번째 엘리먼트 내지 i번째 엘리먼트)로 도달하는 경로에 따른 시간 지연을 수신 엘리먼트별 수신 신호에 적용한 빔포밍을 트랜스듀서(110)의 송신 엘리먼트로부터 선택된 복수의 엘리먼트(1번째 엘리먼트 내지 j번째 엘리먼트) 각각마다 수행한다.

[0086] 이하, 수신 엘리먼트 중 8번째 엘리먼트 내지 i번째 엘리먼트를 기준으로 트랜스듀서(110)의 송신 엘리먼트로부터 선택된 복수의 엘리먼트의 1번째 엘리먼트 내지 j번째 엘리먼트가 송신한 초음파에 대응하는 반사 신호가 수신되는 과정에 대해 설명한다.

[0087] 예컨대, 수신 엘리먼트 중 8번째 엘리먼트가 초음파가 관측 영역 내의 수신 집속 위치(x, z)와 가장 가까운 위치에 존재하는 엘리먼트로 가정하는 경우, 수신 엘리먼트 중 8번째 엘리먼트는 트랜스듀서(110)의 송신 엘리먼트로부터 선택된 복수의 엘리먼트 중 8번째 엘리먼트가 송신한 초음파에 대응하는 반사 신호(8-1)를 수신한 후 트랜스듀서(110)의 송신 엘리먼트로부터 선택된 복수의 엘리먼트와 수신 집속 위치(x, z)의 거리가 8번째 엘리먼트 다음으로 인접한 위치에 존재하는 수신 엘리먼트 중 9번째 엘리먼트가 8번째 엘리먼트가 송신한 초음파에 대응하는 반사 신호(9-1)를 수신한다. 이후 트랜스듀서(110)의 송신 엘리먼트로부터 선택된 복수의 엘리먼트와 수신 집속 위치(x, z)의 거리가 9번째 엘리먼트 다음으로 인접한 위치에 존재하는 수신 엘리먼트 중 10번째 엘리먼트가 8번째 엘리먼트가 송신한 초음파에 대응하는 반사 신호(10-1)를 수신하고, 트랜스듀서(110)의 송신 엘리먼트로부터 선택된 복수의 엘리먼트와 수신 집속 위치(x, z)의 거리가 10번째 엘리먼트 다음으로 인접한 위치

에 존재하는 수신 엘리먼트 중 i번째 엘리먼트가 8번째 엘리먼트가 송신한 초음파에 대응하는 반사 신호(i-1)를 수신한다.

[0088] 또한, 수신 엘리먼트 중 8번째 엘리먼트는 트랜스듀서(110)의 송신 엘리먼트로부터 선택된 복수의 엘리먼트 중 9번째 엘리먼트가 송신한 초음파에 대응하는 반사 신호(8-2)를 수신한 후 트랜스듀서(110)의 송신 엘리먼트로부터 선택된 복수의 엘리먼트와 수신 집속 위치(x, z)의 거리가 8번째 엘리먼트 다음으로 인접한 위치에 존재하는 수신 엘리먼트 중 9번째 엘리먼트가 9번째 엘리먼트가 송신한 초음파에 대응하는 반사 신호(9-2)를 수신한다. 이후 트랜스듀서(110)의 송신 엘리먼트로부터 선택된 복수의 엘리먼트와 수신 집속 위치(x, z)의 거리가 9번째 엘리먼트 다음으로 인접한 위치에 존재하는 수신 엘리먼트 중 10번째 엘리먼트가 9번째 엘리먼트가 송신한 초음파에 대응하는 반사 신호(10-2)를 수신하고, 트랜스듀서(110)의 송신 엘리먼트로부터 선택된 복수의 엘리먼트와 수신 집속 위치(x, z)의 거리가 10번째 엘리먼트 다음으로 인접한 위치에 존재하는 수신 엘리먼트 중 i번째 엘리먼트가 9번째 엘리먼트가 송신한 초음파에 대응하는 반사 신호(i-2)를 수신한다.

[0089] 또한, 수신 엘리먼트 중 8번째 엘리먼트는 트랜스듀서(110)의 송신 엘리먼트로부터 선택된 복수의 엘리먼트 중 10번째 엘리먼트가 송신한 초음파에 대응하는 반사 신호(8-3)를 수신한 후 트랜스듀서(110)의 송신 엘리먼트로부터 선택된 복수의 엘리먼트와 수신 집속 위치(x, z)의 거리가 8번째 엘리먼트 다음으로 인접한 위치에 존재하는 수신 엘리먼트 중 9번째 엘리먼트가 10번째 엘리먼트가 송신한 초음파에 대응하는 반사 신호(9-3)를 수신한다. 이후 트랜스듀서(110)의 송신 엘리먼트로부터 선택된 복수의 엘리먼트와 수신 집속 위치(x, z)의 거리가 9번째 엘리먼트 다음으로 인접한 위치에 존재하는 수신 엘리먼트 중 10번째 엘리먼트가 10번째 엘리먼트가 송신한 초음파에 대응하는 반사 신호(10-3)를 수신하고, 트랜스듀서(110)의 송신 엘리먼트로부터 선택된 복수의 엘리먼트와 수신 집속 위치(x, z)의 거리가 10번째 엘리먼트 다음으로 인접한 위치에 존재하는 수신 엘리먼트 중 i번째 엘리먼트가 10번째 엘리먼트가 송신한 초음파에 대응하는 반사 신호(i-3)를 수신한다.

[0090] 또한, 수신 엘리먼트 중 8번째 엘리먼트는 트랜스듀서(110)의 송신 엘리먼트로부터 선택된 복수의 엘리먼트 중 j번째 엘리먼트가 송신한 초음파에 대응하는 반사 신호(8-i)를 수신한 후 트랜스듀서(110)의 송신 엘리먼트로부터 선택된 복수의 엘리먼트와 수신 집속 위치(x, z)의 거리가 8번째 엘리먼트 다음으로 인접한 위치에 존재하는 수신 엘리먼트 중 9번째 엘리먼트가 j번째 엘리먼트가 송신한 초음파에 대응하는 반사 신호(9-i)를 수신한다. 이후 트랜스듀서(110)의 송신 엘리먼트로부터 선택된 복수의 엘리먼트와 수신 집속 위치(x, z)의 거리가 9번째 엘리먼트 다음으로 인접한 위치에 존재하는 수신 엘리먼트 중 10번째 엘리먼트가 j번째 엘리먼트가 송신한 초음파에 대응하는 반사 신호(10-j)를 수신하고, 트랜스듀서(110)의 송신 엘리먼트로부터 선택된 복수의 엘리먼트와 수신 집속 위치(x, z)의 거리가 10번째 엘리먼트 다음으로 인접한 위치에 존재하는 수신 엘리먼트 중 i번째 엘리먼트가 j번째 엘리먼트가 송신한 초음파에 대응하는 반사 신호(i-j)를 수신한다.

[0091] 이후, 도 5b에 도시된 바와 같이, 초음파 의료 장치(100)는 수신 엘리먼트 중 8번째 엘리먼트로 수신된 트랜스듀서(110)의 송신 엘리먼트로부터 선택된 복수의 엘리먼트 중 8번째 엘리먼트 내지 j번째 엘리먼트가 송신한 초음파에 대응하는 반사 신호(8-1, 8-2, 8-3 내지 8-i) 각각에 동일 시점에 따른 시간 지연을 적용하여 결합한 8번째 엘리먼트에 대한 결합 신호를 생성한다. 또한, 도 5c에 도시된 바와 같이, 초음파 의료 장치(100)는 전술한 과정을 트랜스듀서(110)의 송신 엘리먼트로부터 선택된 복수의 엘리먼트(9번째 엘리먼트 내지 j 번째 엘리먼트) 각각마다 수행하여 9번째 엘리먼트에 대한 결합 신호, 10번째 엘리먼트에 대한 결합 신호 내지 j번째 엘리먼트에 대한 결합 신호를 생성할 수 있다. 이후, 초음파 의료 장치(100)는 도 5d에 도시된 바와 같이, 트랜스듀서(110)의 송신 엘리먼트로부터 선택된 복수의 엘리먼트 중 8번째 엘리먼트 내지 j번째 엘리먼트 각각에 대응하는 결합 신호마다 동일 시점에 따른 시간 지연을 적용하여 결합한 수신 신호를 생성할 수 있다.

[0092] 도 6은 본 실시예에 따른 비집속 초음파를 이용한 빔포밍 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

[0093] 초음파 의료 장치(100)는 트랜스듀서(110)를 이용하여 관측 영역으로 비집속 초음파를 송신한다(S610). 이후, 초음파 의료 장치(100)는 트랜스듀서(110)를 이용하여 관측 영역 내의 수신 집속 위치로부터 비집속 초음파에 대응하는 반사 신호를 수신한다.

[0094] 초음파 의료 장치(100)는 빔포머(132)를 이용하여 트랜스듀서(110)의 송신 엘리먼트들 중 선택된 복수의 엘리먼트 중 어느 한 엘리먼트에 의해 송신되는 초음파가 관측 영역 내의 수신 집속 위치에 도달하는 송신 경로에 대한 송신 시간 지연(τ) 및 수신 집속 위치로부터 반사되어 각 수신 엘리먼트로 도달하는 수신 경로에 따른 수신 시간 지연(τ)을 수신 엘리먼트별 수신 신호에 적용한 빔포밍을 트랜스듀서(110)의 송신 엘리먼트로부터 선택된 복수의 엘리먼트 각각마다 수행한다(S620). 단계 S620에서 초음파 의료 장치(100)는 관측 영역 내의 수신 집속 위치의 깊이에 따라 송신 경로에 대응하는 송신 가중치를 적용하고, 수신 경로에 대응하는 수신 가중치를 적용

한 빔포밍을 수행할 수 있다.

[0095] 초음파 의료 장치(100)는 트랜스듀서(110)의 송신 엘리먼트로부터 선택된 복수의 엘리먼트 각각마다 빔포밍을 병렬적으로 수행한다(S630). 단계 S630에서 초음파 의료 장치(100)는 트랜스듀서(110)의 송신 엘리먼트로부터 선택된 복수의 엘리먼트 각각마다 초음파에 대응하여 수신 집속 위치로부터 수신되는 복수의 반사 신호 각각에 동일 시점에 따른 시간 지연을 적용하여 결합한 결합 신호를 생성하고, 트랜스듀서(110)의 송신 엘리먼트로부터 선택된 복수의 엘리먼트 각각에 대응하는 결합 신호마다 동일 시점에 따른 시간 지연을 적용하여 결합한 수신 신호를 생성한다.

[0096] 초음파 의료 장치(100)는 트랜스듀서(110)의 송신 엘리먼트로부터 선택된 복수의 엘리먼트 각각마다 빔포밍을 수행하여 생성된 수신 신호에 기초하여 프레임 데이터를 생성한다(S640). 초음파 의료 장치(100)는 생성된 프레임 데이터가 디스플레이부를 통해 디스플레이되도록 한다(S650).

[0097] 도 6에서는 단계 S610 내지 단계 S650을 순차적으로 실행하는 것으로 기재하고 있으나, 반드시 이에 한정되는 것은 아니다. 도 6에 기재된 단계를 변경하여 실행하거나 하나 이상의 단계를 병렬적으로 실행하는 것으로 적용 가능할 것이므로, 도 6은 시계열적인 순서로 한정되는 것은 아니다.

[0098] 전술한 바와 같이 도 6에 기재된 본 실시예에 따른 비집속 초음파를 이용한 빔포밍 방법은 프로그램으로 구현되고 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 기록될 수 있다. 본 실시예에 따른 비집속 초음파를 이용한 빔포밍 방법을 구현하기 위한 프로그램이 기록되고 컴퓨터가 읽을 수 있는 기록매체는 컴퓨터 시스템에 의하여 읽혀질 수 있는 데이터가 저장되는 모든 종류의 기록장치를 포함한다.

[0099] 도 7은 본 실시예에 따른 다양한 빔포밍 과정의 설명하기 위한 도면이다.

[0100] 도 7의 (a)에 도시된 바와 같이, 초음파 의료 장치(100)는 본 실시예에 따른 빔포밍을 라이브(Live) 모드 부분 적용할 수 있다. 또한, 초음파 의료 장치(100)는 본 실시예에 따른 빔포밍을 도플러 모드에서 부분 적용할 수 있다. 초음파 의료 장치(100)는 본 실시예에 따른 빔포밍을 씨네(CINE) 상태에서 부분 적용하거나 씨네 상태에서 전체에 적용하는 등의 특정 지점만을 선택해서 적용할 수 있다.

[0101] 도 7의 (b)에 도시된 바와 같이, 초음파 의료 장치(100)는 관측 영역의 수신 집속 위치의 깊이에 근거하여 트랜스듀서(110)의 송신 엘리먼트들로부터 선택된 복수의 엘리먼트의 개수를 가변할 수 있다. 트랜스듀서(110)의 송신 엘리먼트들로부터 선택된 복수의 엘리먼트의 개수가 가변되면, 트랜스듀서(110)의 수신 엘리먼트의 개수도 가변된다.

[0102] 초음파 의료 장치(100)가 관측 영역으로 비집속 초음파를 송신할 때, 관측 영역 내의 수신 집속 위치의 깊이(위치)에 따라 트랜스듀서(110)의 송신 엘리먼트로부터 선택된 복수의 엘리먼트의 개수를 조절 할 수 있다. 이후 초음파 의료 장치(100)는 수신 집속 위치로부터 반사되는 반사 신호를 수신한다. 초음파 의료 장치(100)는 관측 영역 내의 수신 집속 위치의 깊이에 따라 반사 신호에 초음파가 관측 영역 내의 수신 집속 위치에 도달하는 송신 경로에 대응하는 송신 가중치 및 수신 집속 위치로부터 각 수신 엘리먼트로 반사 신호가 도발하는 수신 경로에 대응하는 수신 가중치를 적용하면, 결과적으로 비집속 초음파의 송신시 아포다이제이션을 적용한 것과 같은 송신 다이나믹 포커싱(Tx Dynamic Focusing)의 효과가 발생한다.

[0103] 도 7의 (c)에 도시된 바와 같이, 초음파 의료 장치(100)는 서로 상이한 주파수를 갖는 비집속 초음파를 관측 영역으로 송신되도록 한 후 빔포밍을 수행하기 전 시점의 서로 상이한 주파수를 갖는 적어도 한 개 이상의 프레임 데이터를 주파수 합성 프레임 데이터를 생성한다. 이후 초음파 의료 장치(100)는 주파수 합성 프레임 데이터에 대해 빔포밍을 수행할 수 있다.

[0104] 이상의 설명은 본 실시예의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 실시예가 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 실시예의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 따라서, 본 실시예들은 본 실시예의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 실시예의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 본 실시예의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 실시예의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

[0105] 100: 초음파 의료 장치

110: 트랜스듀서 120: 전단 처리부

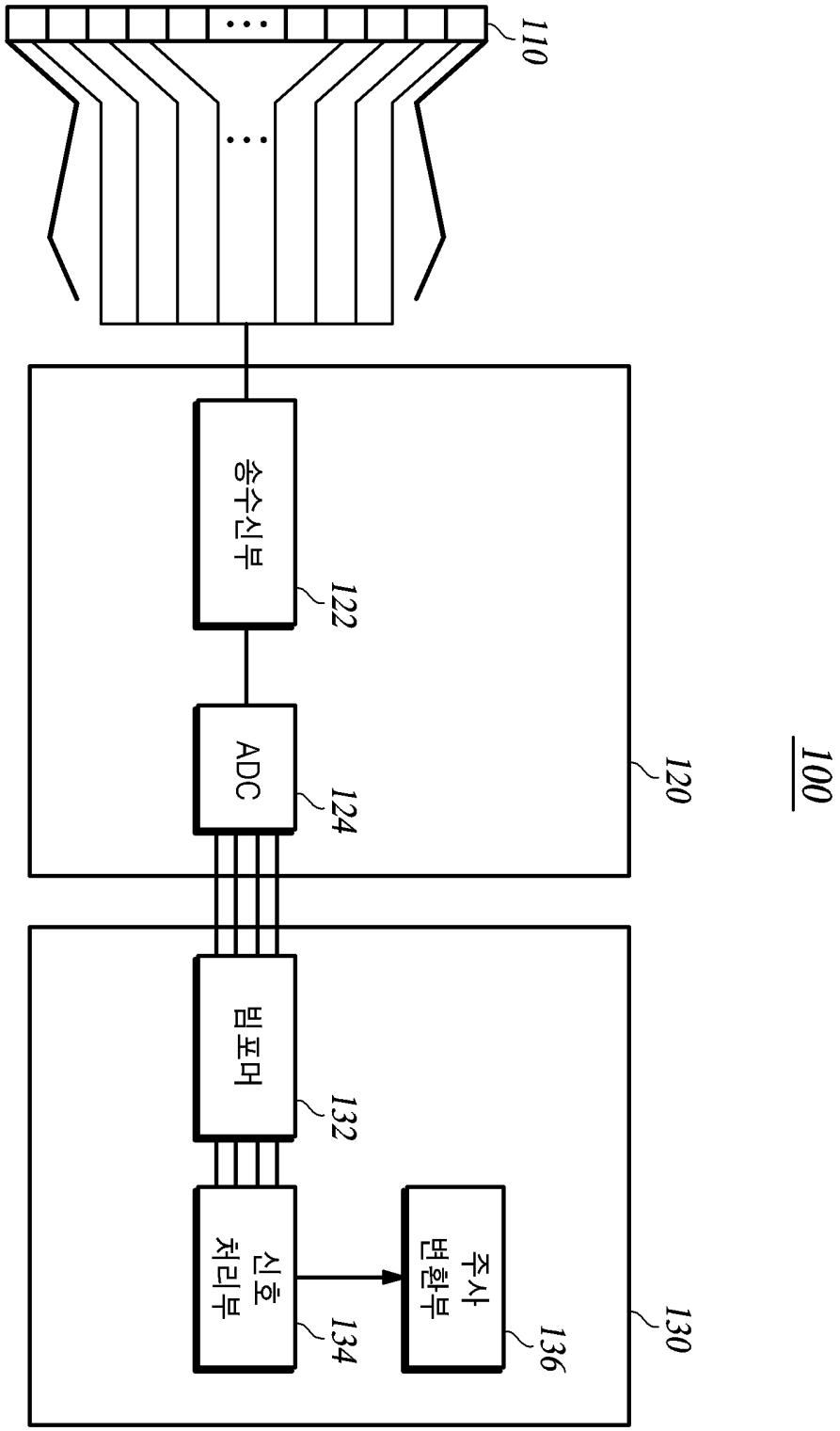
122: 송수신부 124: 아날로그 디지털 컨버터

130: 호스트 132: 빔포머

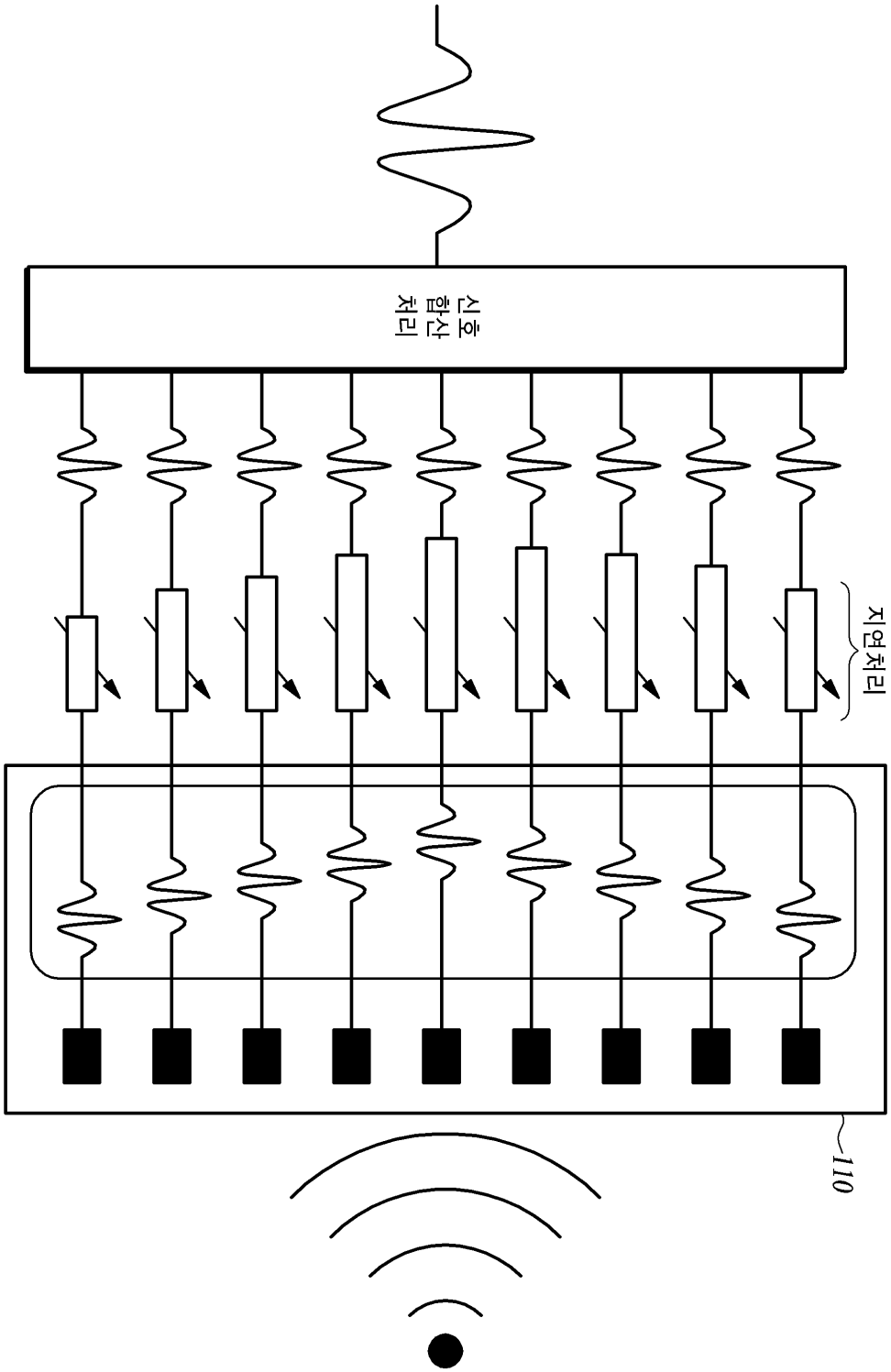
134: 신호 처리부 136: 주사 변환부

도면

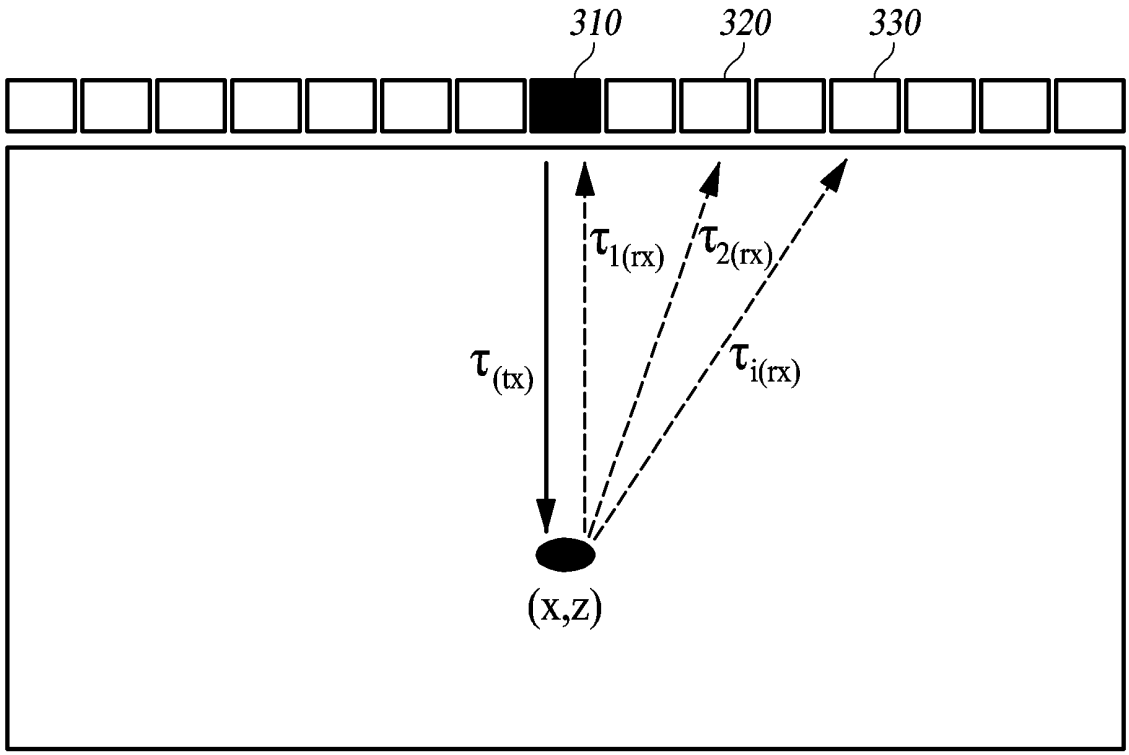
도면1



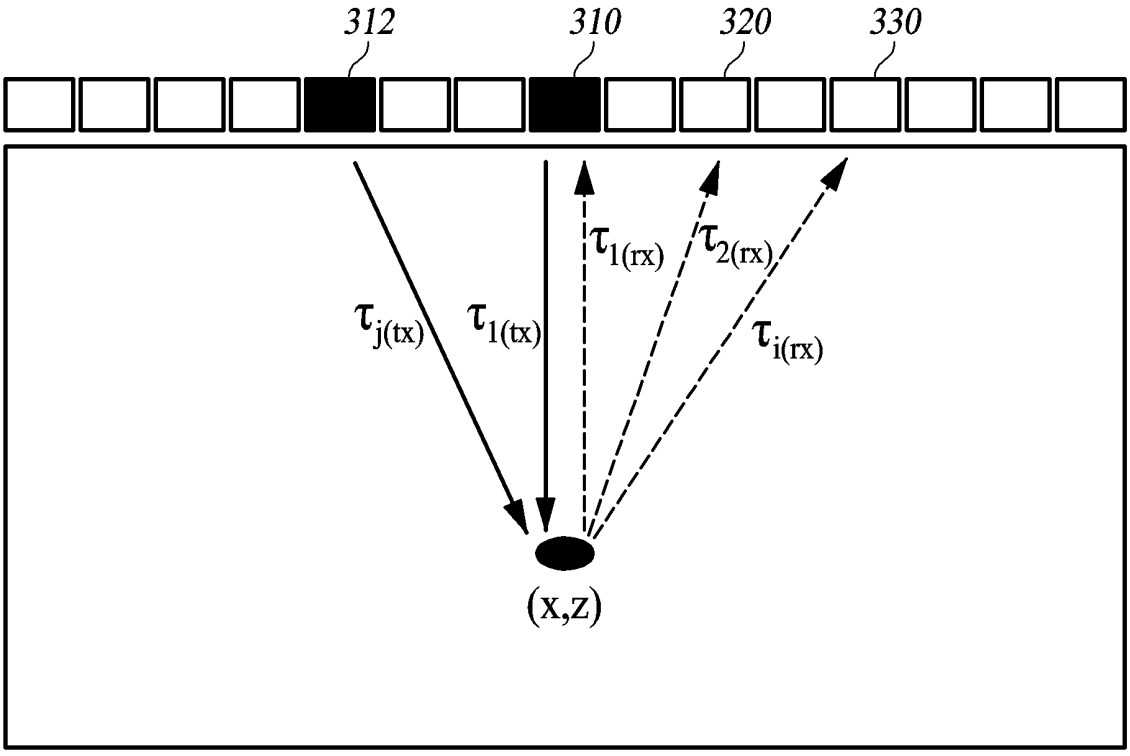
도면2



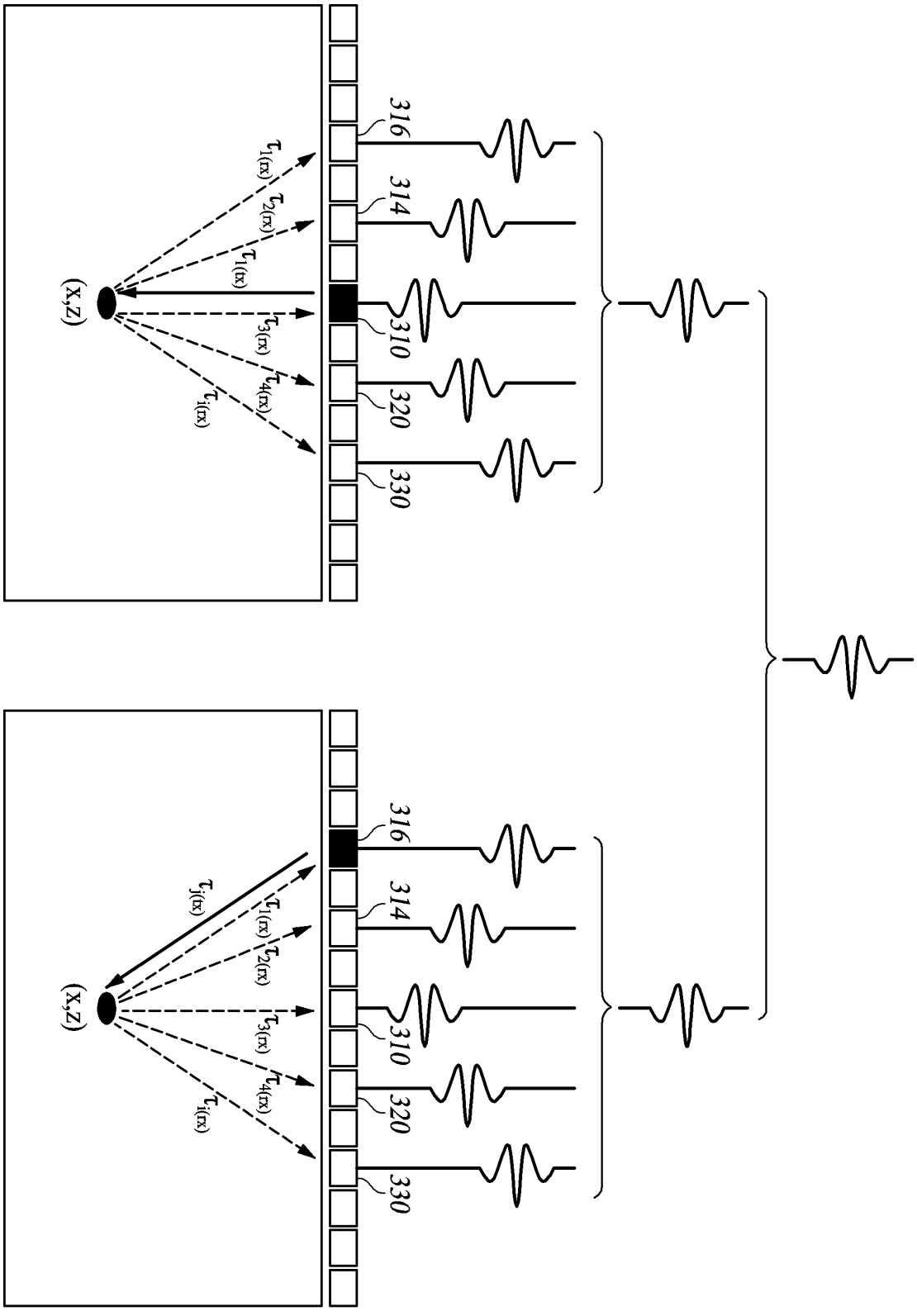
도면3a


310
320
330
τ1(rx)
τ2(rx)
τ(tx)
τi(rx)
(X,Z)

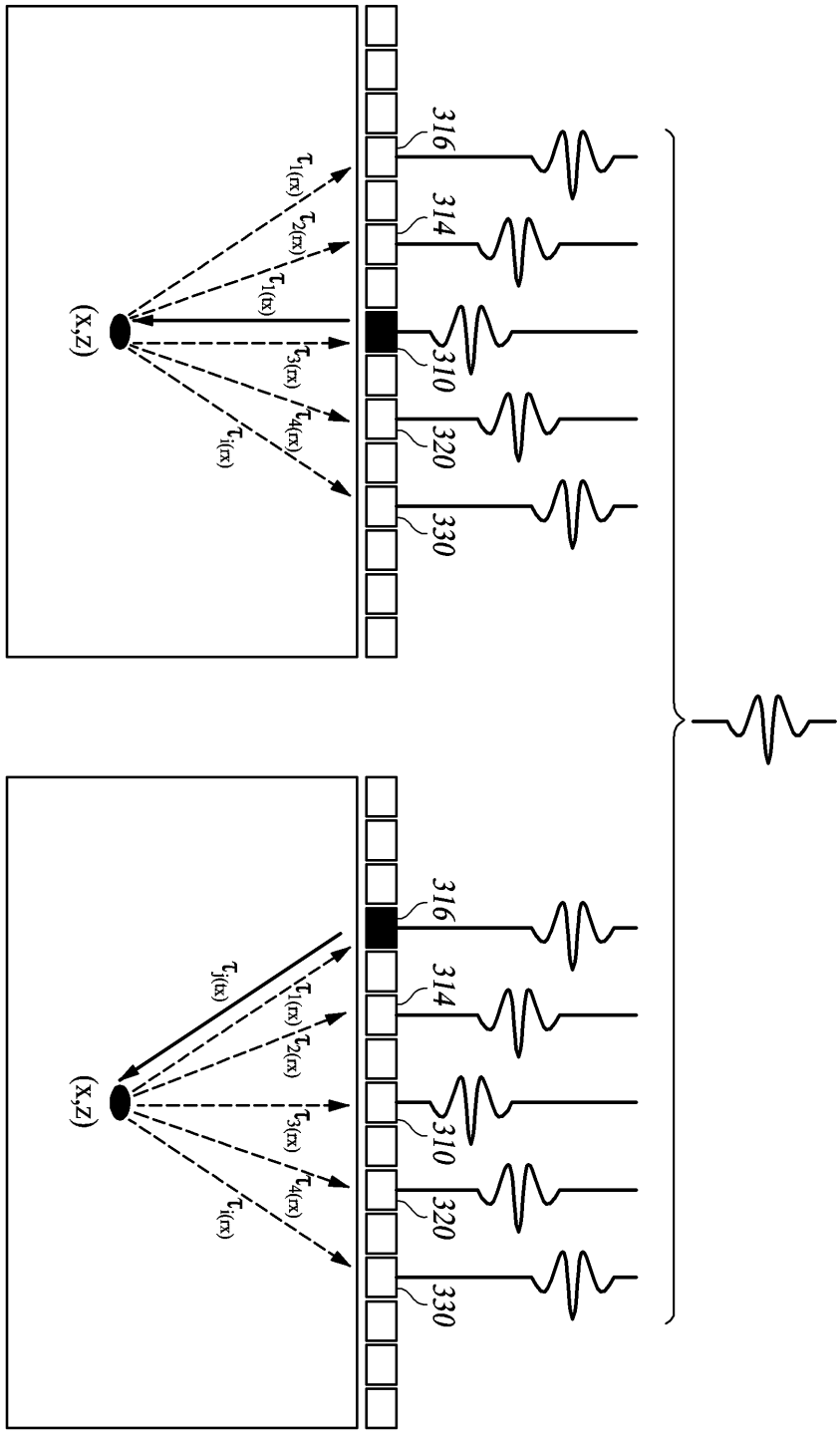
도면3b


312
310
320
330
τj(tx)
τ1(tx)
τ1(rx)
τ2(rx)
τi(rx)
(X,Z)

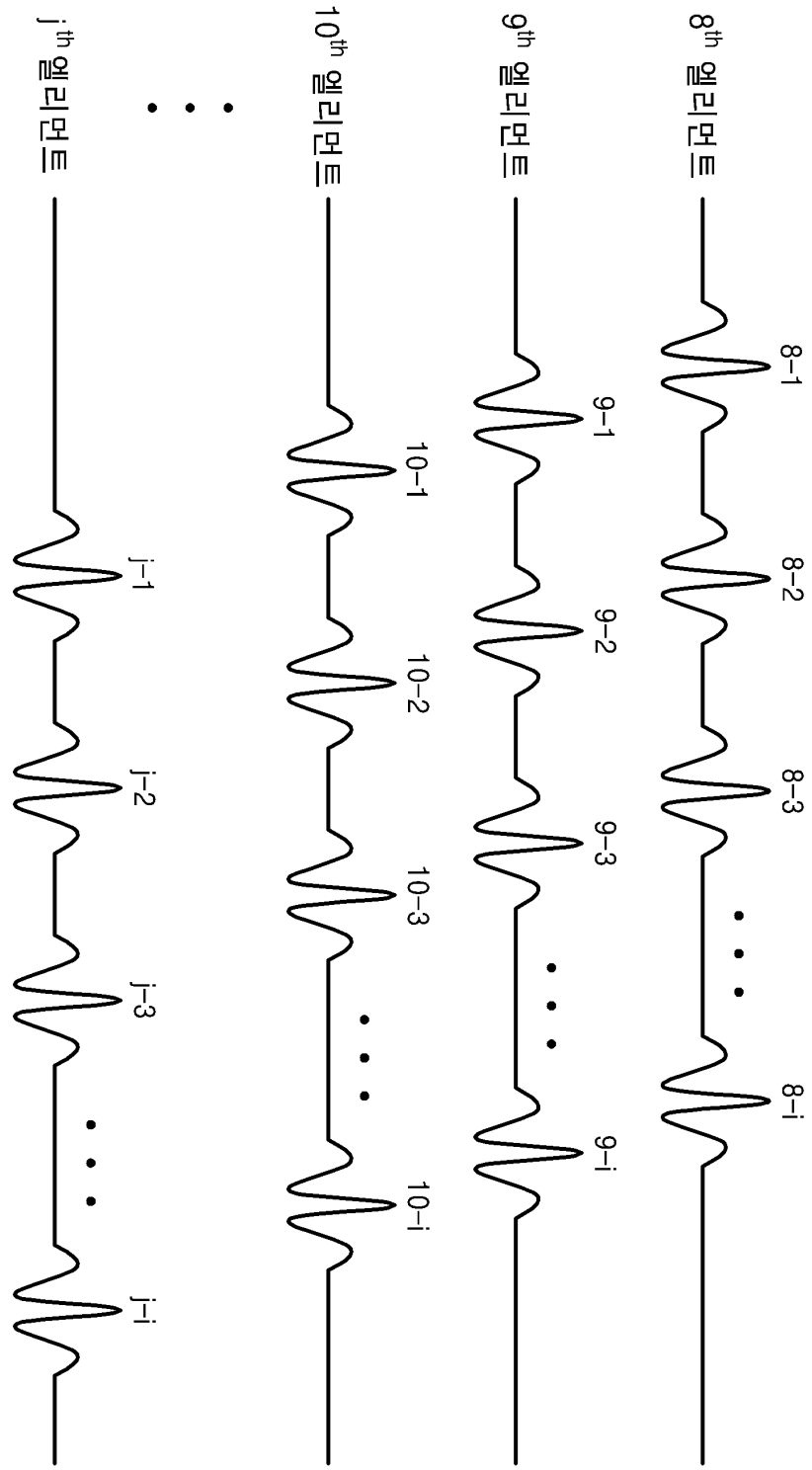
도면4a



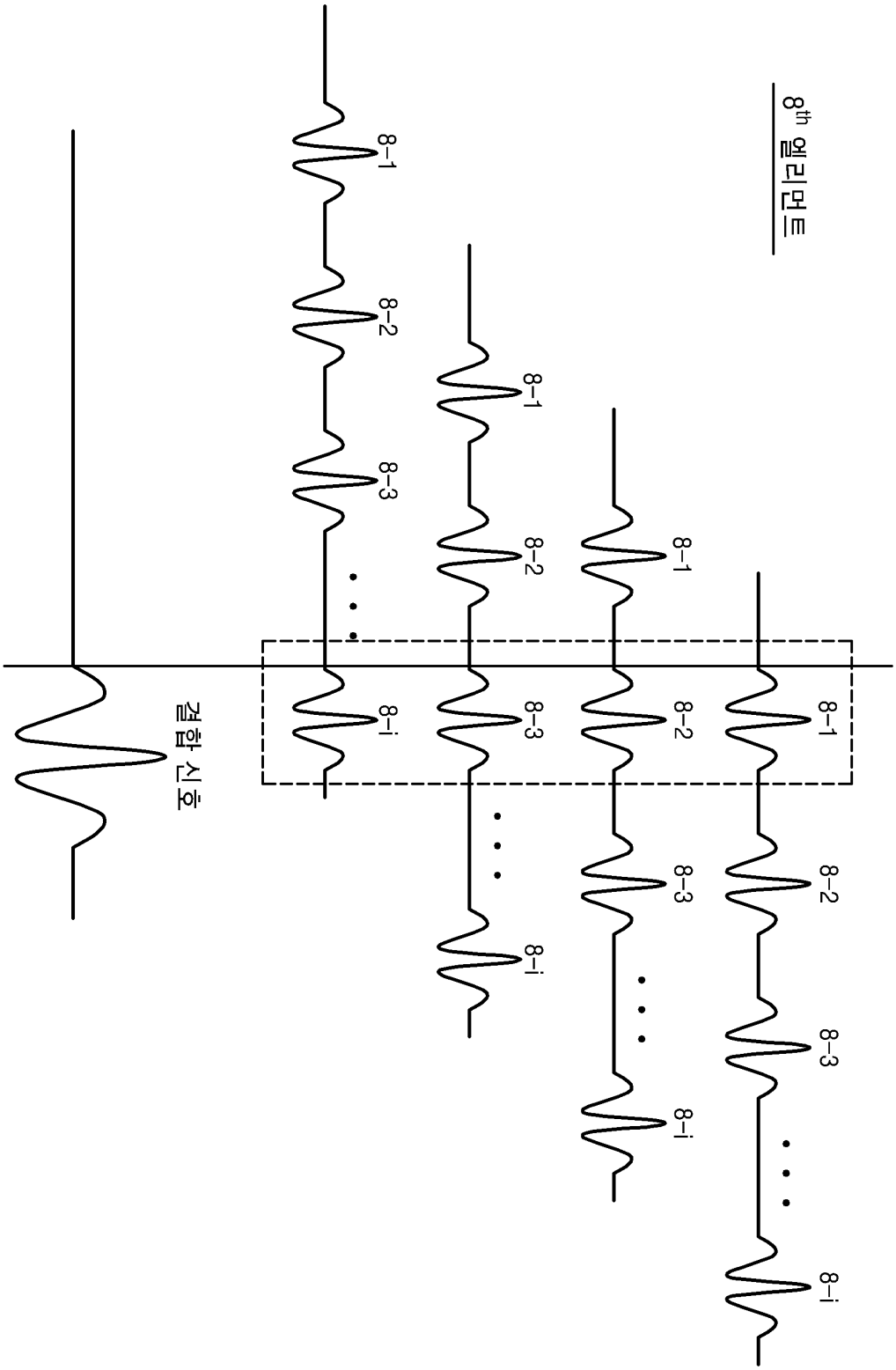
도면4b


316
314
310
320
330
(X,Z)
$\tau_{1(tx)}$
$\tau_{2(tx)}$
$\tau_{1(tx)}$
$\tau_{3(tx)}$
$\tau_{4(tx)}$
$\tau_{j(tx)}$
316
314
310
320
330
(X,Z)
$\tau_{j(tx)}$
$\tau_{1(tx)}$
$\tau_{2(tx)}$
$\tau_{3(tx)}$
$\tau_{4(tx)}$
$\tau_{1(tx)}$

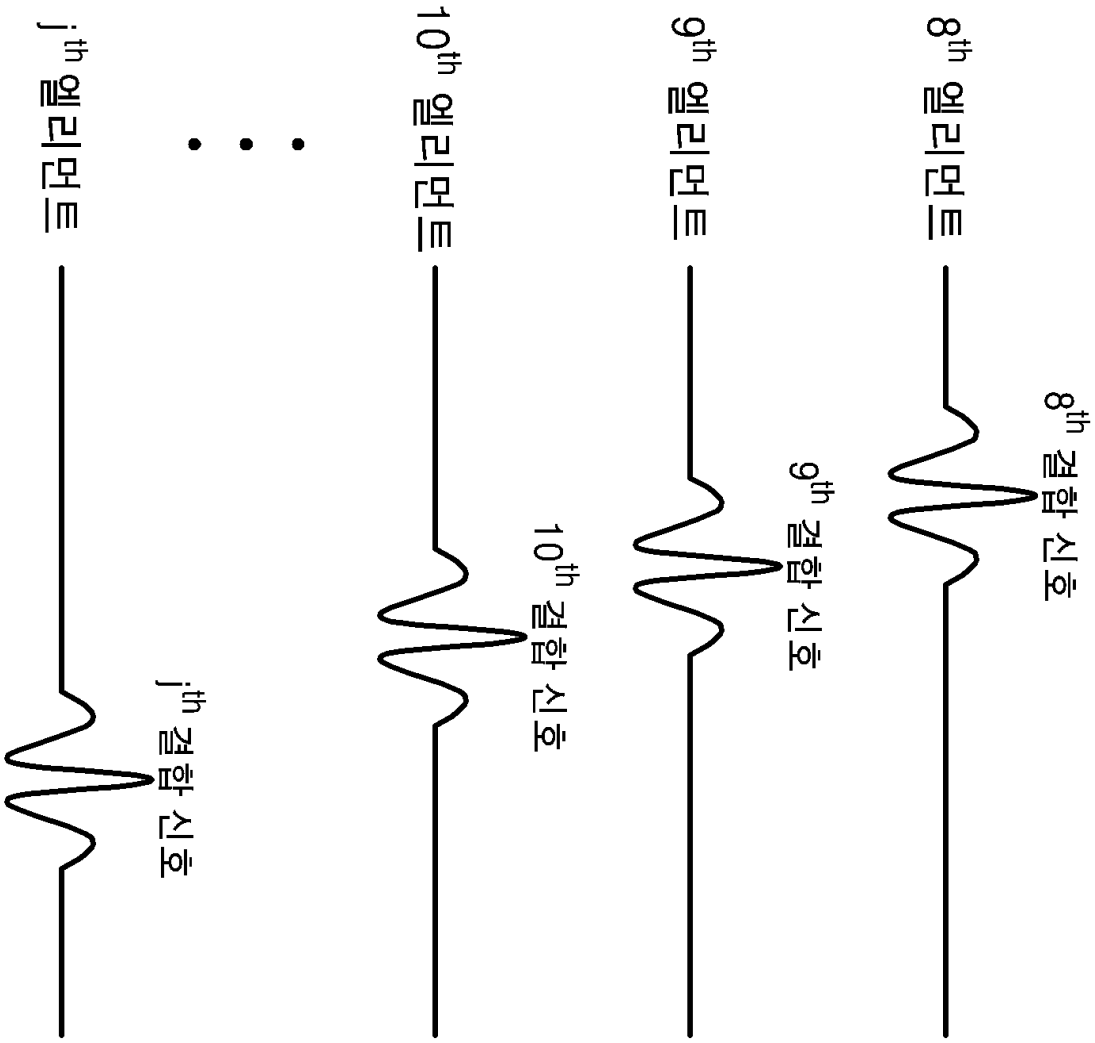
도면5a


8th 엘리먼트
8-1
8-2
8-3
8-i
9th 엘리먼트
9-1
9-2
9-3
9-i
10th 엘리먼트
10-1
10-2
10-3
10-i
j th 엘리먼트
j-1
j-2
j-3
j-i

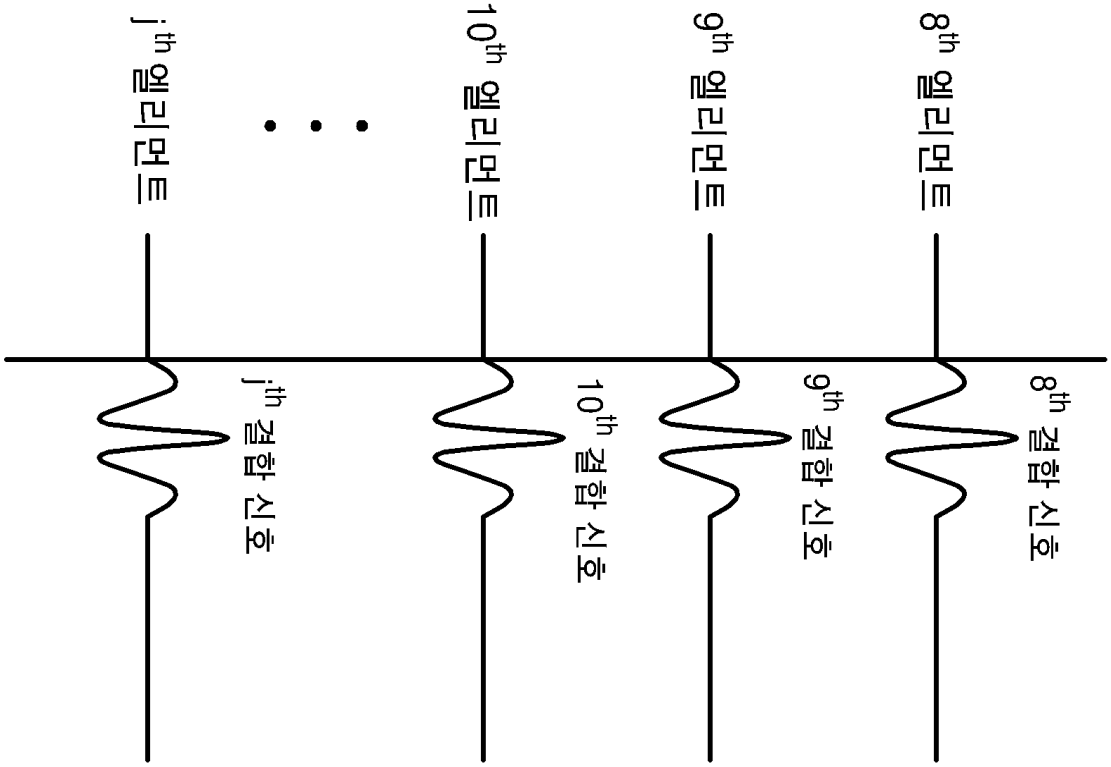
도면5b



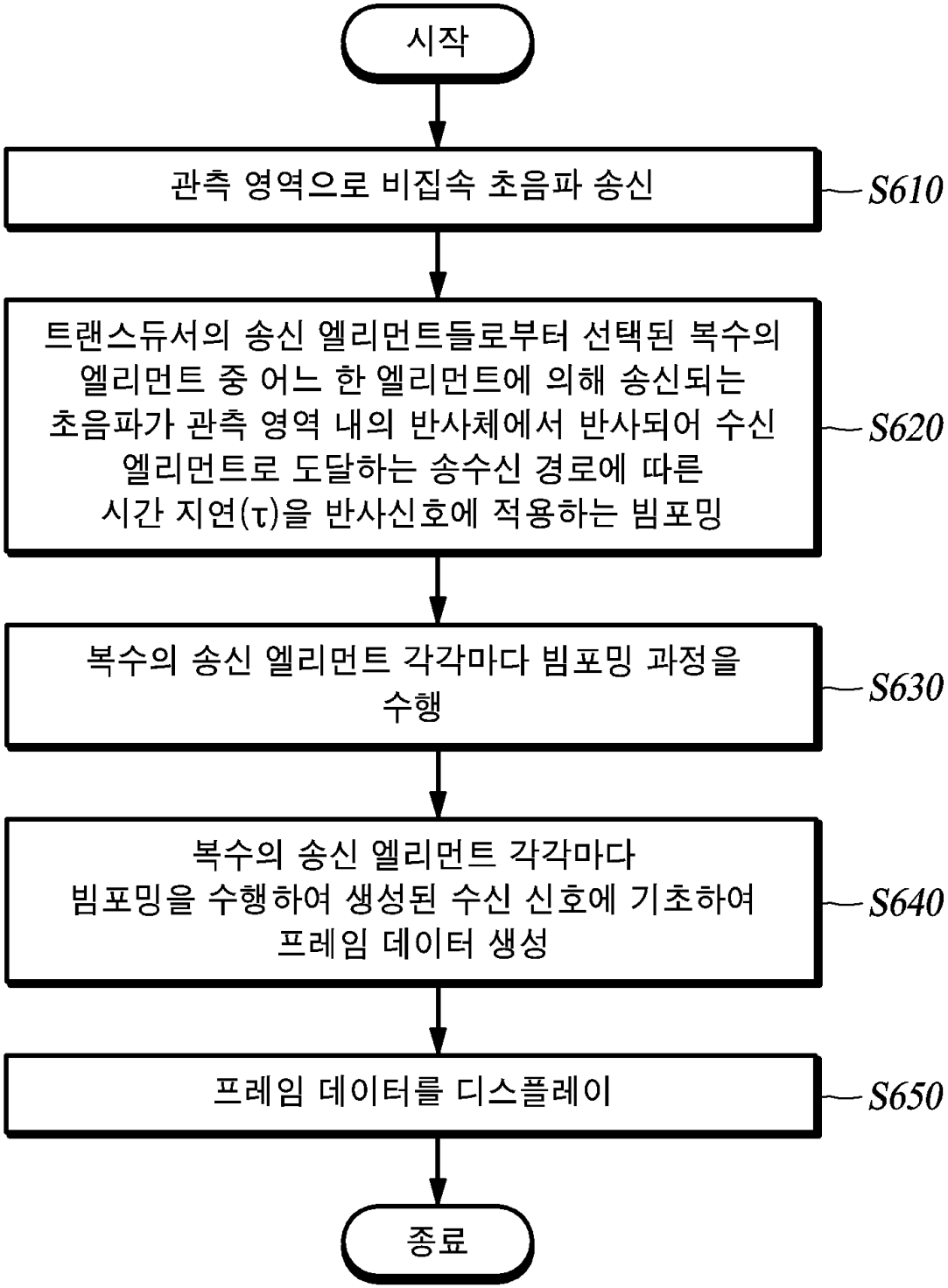
도면5c


8th 엘리먼트
8th 결함 신호
9th 엘리먼트
9th 결함 신호
10th 엘리먼트
10th 결함 신호
j th 엘리먼트
j th 결함 신호

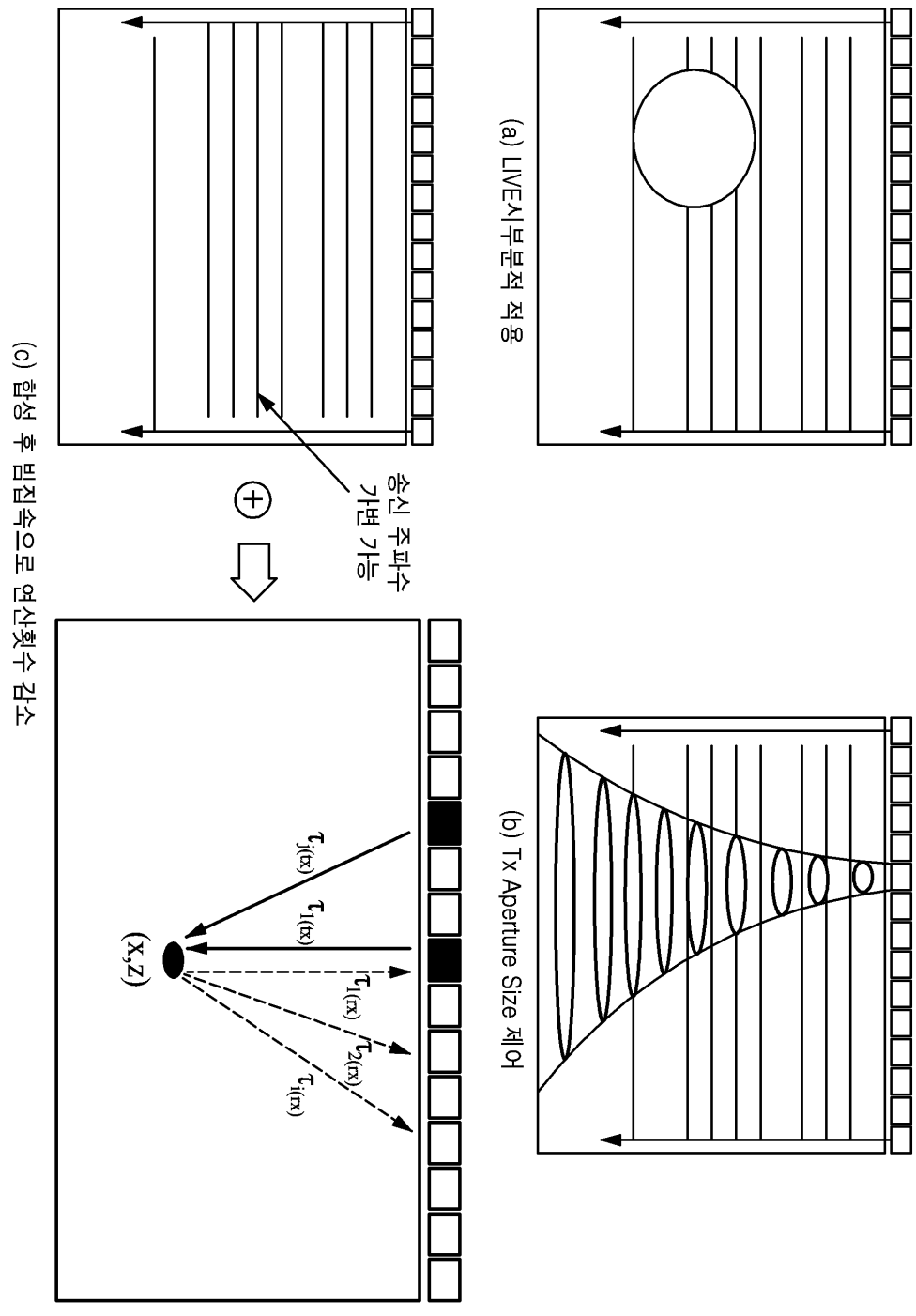
도면5d


8th 엘리먼트
9th 엘리먼트
10th 엘리먼트
jth 엘리먼트
8th 결합 신호
9th 결합 신호
10th 결합 신호
jth 결합 신호

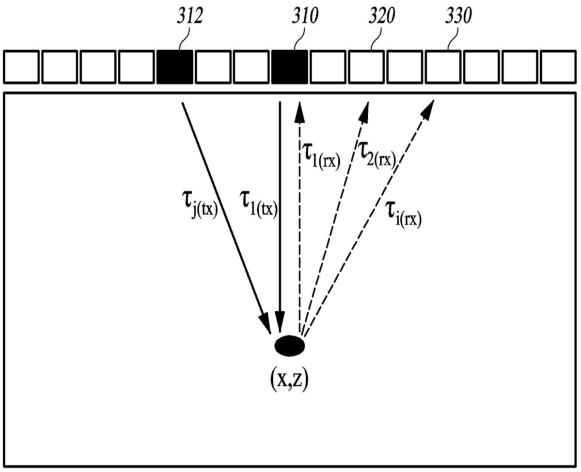
도면6


시작
관측 영역으로 비집속 초음파 송신
S610
트랜스듀서의 송신 엘리먼트들로부터 선택된 복수의 엘리먼트 중 어느 한 엘리먼트에 의해 송신되는 초음파가 관측 영역 내의 반사체에서 반사되어 수신 엘리먼트로 도달하는 송수신 경로에 따른 시간 지연(τ)을 반사신호에 적용하는 빔포밍
S620
복수의 송신 엘리먼트 각각마다 빔포밍 과정을 수행
S630
복수의 송신 엘리먼트 각각마다 빔포밍을 수행하여 생성된 수신 신호에 기초하여 프레임 데이터 생성
S640
프레임 데이터를 디스플레이
S650
종료

도면7


(a) LIVE시뮤분적 적용
(b) Tx Aperture Size 제어
(c) 합성 후 빔집속으로 연산횟수 감소
송신 주파수 가변 가능
(x,z)
τj(tx)
τ1(tx)
τ1(tx)
τ2(tx)
τi(tx)

专利名称(译)	使用非聚焦超声波进行波束形成的方法和装置		
公开(公告)号	KR101555267B1	公开(公告)日	2015-09-24
申请号	KR1020130146925	申请日	2013-11-29
[标]申请(专利权)人(译)	爱飞纽医疗机械贸易有限公司		
申请(专利权)人(译)	铝齿轮医疗系统有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	铝齿轮医疗系统有限公司		
[标]发明人	CHANG SUN YEOB 장선엽 SON KEON HO 손건호 KOO JA WOON 구자운 LIM YONG SEOP 임용섭		
发明人	장선엽 손건호 구자운 임용섭		
IPC分类号	A61B8/14		
CPC分类号	G01S7/52047 A61B8/54 A61B8/56 G01S15/8915 G10K11/346 A61B8/4488 A61B8/5207 G01S7/5202 A61B8/08 A61B8/14 A61B8/145 A61B8/4483 A61B8/469 G01S7/52085		
代理人(译)	LEE HEE CHUL		
其他公开文献	KR1020150062359A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

公开了一种波束形成方法和使用未聚焦超声波的设备。提供了一种用于执行波束形成的方法和装置，能够通过对由接收元件接收的信号应用由通过发送元件的发送元件发送的超声波到达接收焦点位置所需的发送延迟时间来延迟信号，以及接收延迟从接收焦点位置反射的信号到达换能器的接收元件所需的时间。