



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0068846
(43) 공개일자 2015년06월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 8/14 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2013-0154977
(22) 출원일자 2013년12월12일
심사청구일자 없음

(71) 출원인

삼성전자주식회사

경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)

(72) 발명자

김배형

경기 용인시 기흥구 금화로11번길 10, 305동 140
3호 (상갈동, 금화마을주공3단지아파트)

김영일

경기 수원시 장안구 화산로187번길 19, 104동
1303호 (천천동, 삼성래미안아파트)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인세립

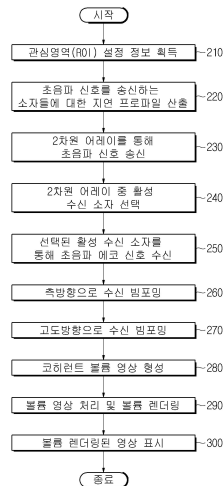
전체 청구항 수 : 총 23 항

(54) 발명의 명칭 초음파 진단 장치 및 그 제어방법

(57) 요약

복수의 초음파 트랜스듀서 소자가 평면적으로 배열되는 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이; 및 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이를 이루는 모든 초음파 트랜스듀서 소자들이 초음파 신호를 송신하도록 제어하고, 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이를 이루는 복수의 행들 중 하나의 행에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자가 순차적으로 초음파 에코 신호를 수신하도록 제어하는 제어부를 포함함으로써, 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이를 이용한 3차원 초음파 영상의 생성 시, 영상의 해상도 및 스캐닝 속도를 향상시킬 수 있고, 컴팩트한 크기의 시스템(복잡도가 낮은 시스템)으로도 대상체에 대한 3차원 초음파 영상을 생성할 수 있다.

대표도 - 도11



(72) 발명자

송종근

경기 용인시 수지구 죽전로 87, 437동 304호 (죽전동, 현대홈타운4차3단지아파트)

이승현

경기 성남시 분당구 미금일로 136, 508동 401호 (구미동, 까치마을건영빌라)

조경일

서울 송파구 양재대로 1218, 229동 502호 (방이동, 올림픽선수기자촌아파트)

명세서

청구범위

청구항 1

복수의 초음파 트랜스듀서 소자가 평면적으로 배열되는 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이; 및

상기 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이를 이루는 모든 초음파 트랜스듀서 소자들이 초음파 신호를 송신하도록 제어하고, 상기 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이를 이루는 복수의 행들 중 하나의 행에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자가 순차적으로 초음파 에코 신호를 수신하도록 제어하는 제어부를 포함하는 초음파 진단 장치.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 제어부는 상기 초음파 신호의 송신 시 상기 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이를 이루는 모든 초음파 트랜스듀서 소자들이 디포커스된 평면파(defocused plane wave)를 송신하도록 제어하는 초음파 진단 장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 제어부는 상기 초음파 신호의 송신 시 상기 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이를 이루는 복수의 행들 중 하나의 행에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자들이 순차적으로 디포커스된 평면파를 송신하도록 제어하는 초음파 진단 장치.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 제어부는 상기 초음파 신호의 송신 시 상기 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이를 이루는 모든 초음파 트랜스듀서 소자들을 통해 초음파를 송신 고정 집속하도록 제어하는 초음파 진단 장치.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 제어부는 상기 초음파 신호의 송신 시 상기 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이를 이루는 복수의 행들 중 하나의 행에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자들을 순차적으로 이용하여 초음파를 송신 고정 집속하도록 제어하는 초음파 진단 장치.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

상기 제어부는 상기 초음파 에코 신호의 수신 시 상기 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이를 이루는 복수의 행들 중 하나의 행에 배열된 하나 또는 복수 개의 초음파 트랜스듀서 소자가 순차적으로 초음파 에코 신호를 수신하도록 제어하는 초음파 진단 장치.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 제어부는 상기 초음파 에코 신호의 수신 시 상기 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이를 이루는 복수의 행들 중 하나의 행씩 순차적으로 스위칭하여 세로 방향으로 위치를 이동하면서 상기 초음파 에코 신호를 수신하도록 제어하는 초음파 진단 장치.

청구항 8

제 1 항에 있어서,

상기 제어부는 세로 방향으로 배열되어 하나의 열을 이루는 복수 개의 초음파 트랜스듀서 소자를 구성하고, 상기 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이를 이루는 복수의 행들 중 하나의 행에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자가 순차적으로 초음파 에코 신호를 이용하여 상기 세로 방향의 수신 빔포밍을 위한 초음파 에코 신호를 형성하도록 제어하는 초음파 진단 장치.

청구항 9

제 8 항에 있어서,

상기 제어부는 상기 형성된 세로 방향의 수신 빔포밍을 위한 초음파 에코 신호를 이용하여 상기 세로 방향에 대한 동적 수신 집속 또는 합성 구경 집속을 수행하도록 제어하는 초음파 진단 장치.

청구항 10

제 9 항에 있어서,

상기 제어부는 상기 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이를 이루는 복수의 행들 중 하나의 행에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자가 순차적으로 초음파 에코 신호 및 상기 형성된 세로 방향의 수신 빔포밍을 위한 초음파 에코 신호에 기초하여 볼륨 빔포밍을 수행하도록 제어하는 초음파 진단 장치.

청구항 11

복수의 초음파 트랜스듀서 소자가 평면적으로 배열되는 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이를 포함하는 초음파 진단 장치의 제어방법에 있어서,

상기 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이를 이루는 모든 초음파 트랜스듀서 소자들이 초음파 신호를 송신하도록 제어하고;

상기 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이를 이루는 복수의 행들 중 하나의 행에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자가 순차적으로 초음파 에코 신호를 수신하도록 제어하는 초음파 진단 장치의 제어방법.

청구항 12

제 11 항에 있어서,

상기 초음파 신호를 송신하도록 제어하는 것은 상기 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이를 이루는 모든 초음파 트랜스듀서 소자들이 디포커스된 평면파를 송신하도록 제어하는 것인 초음파 진단 장치의 제어방법.

청구항 13

제 11 항에 있어서,

상기 초음파 신호를 송신하도록 제어하는 것은 상기 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이를 이루는 복수의 행들 중 하나의 행에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들이 순차적으로 디포커스된 평면파를 송신하도록 제어하는 것인 초음파 진단 장치의 제어방법.

청구항 14

제 11 항에 있어서,

상기 초음파 신호를 송신하도록 제어하는 것은 상기 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이를 이루는 모든 초음파 트랜스듀서 소자들을 통해 초음파를 송신 고정 집속하도록 제어하는 것인 초음파 진단 장치의 제어방법.

청구항 15

제 11 항에 있어서,

상기 초음파 신호를 송신하도록 제어하는 것은 상기 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이를 이루는 복수의 행들 중 하나의 행에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자들을 순차적으로 이용하여 초음파를 송신 고정 집속하도록 제어하는 것인 초음파 진단 장치의 제어방법.

청구항 16

제 11 항에 있어서,

상기 초음파 에코 신호를 수신하도록 제어하는 것은 상기 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이를 이루는 복수의 행들 중 하나의 행에 배열된 하나 또는 복수 개의 초음파 트랜스듀서 소자가 순차적으로 초음파 에코 신호를 수신하도록 제어하는 것인 초음파 진단 장치의 제어방법.

청구항 17

제 11 항에 있어서,

상기 초음파 에코 신호를 수신하도록 제어하는 것은 상기 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이를 이루는 복수의 행들 중 하나의 행씩 순차적으로 스위칭하여 세로 방향으로 위치를 이동하면서 상기 초음파 에코 신호를 수신하도록 제어하는 것인 초음파 진단 장치의 제어방법.

청구항 18

제 11 항에 있어서,

상기 초음파 에코 신호의 수신 시 세로 방향으로 배열되어 하나의 열을 이루는 복수 개의 초음파 트랜스듀서 소자를 구성하고;

상기 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이를 이루는 복수의 행들 중 하나의 행에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자가 순차적으로 초음파 에코 신호를 이용하여 상기 세로 방향의 수신 빔포밍을 위한 초음파 에코 신호를 형성하도록 제어하는 초음파 진단 장치의 제어방법.

청구항 19

제 18 항에 있어서,

상기 형성된 세로 방향의 수신 빔포밍을 위한 초음파 에코 신호를 이용하여 상기 세로 방향에 대한 동적 수신 집속 또는 합성 구경 집속을 수행하도록 제어하는 초음파 진단 장치의 제어방법.

청구항 20

제 19 항에 있어서,

상기 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이를 이루는 복수의 행들 중 하나의 행에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자가 순차적으로 초음파 에코 신호 및 상기 형성된 세로 방향의 수신 빔포밍을 위한 초음파 에코 신호에 기초하여 볼륨 빔포밍을 수행하도록 제어하는 초음파 진단 장치의 제어방법.

청구항 21

MxN 2D transducer array를 이용한 초음파 볼륨 영상 방법에 있어서,

송신시 MxN 2D 어레이를 모두 이용하여 송신하고,

수신 시 2D 어레이의 N개 가로(lateral) 방향 (혹은 M개 세로(elevation) 방향) 어레이를 한번 혹은 한번 이상 K번 순차적으로 송수신하는 방법.

청구항 22

MxN 2D 어레이의 N개 가로방향 어레이로 K번 수신한 RF-echo data를 이용하여 M개 혹은 그 이하의 세로방향의 어레이 소자를 구성하여 세로 방향의 동적 수신 빔포밍 혹은 합성구경 집속 혹은 Compounding을 위한 데이터를 형성하는 방법.

청구항 23

MxN 2D 어레이 송신 시, MxN 어레이 전체를 모두 사용하여 송신 집속 혹은 비집속(defocusing)하여 송신하거나 MxN 2D 어레이 중 L_T 개의 선택된 소자로 송신, 수신 시는 MxN의 2D 어레이 중 M개 세로방향 (혹은 N개

가로방향) 소자 중 한 개 혹은 그 이상의 소자를 선택하여 수신하고 가로방향(혹은 세로방향)으로는 한 개 혹은 그 이상의 소자로 수신하는 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 초음파를 이용하여 대상체 내부의 영상을 생성하는 초음파 진단 장치 및 그 제어방법을 개시한다.

배경 기술

[0002] 초음파 진단 장치는 대상체(예를 들어, 인체)의 체표로부터 체내의 목표 부위를 향하여 초음파 신호를 조사하고, 반사된 초음파 신호(초음파 에코 신호)의 정보를 이용하여 연부 조직의 단층이나 혈류에 관한 이미지를 무침습으로 얻는 장치이다. 이러한 초음파 진단 장치는 X선 진단 장치, X선 CT스캐너(Computerized Tomography Scanner), MRI(Magnetic Resonance Image), 핵의학 진단 장치 등의 다른 영상 진단 장치와 비교할 때, 소형이고 저렴하며, 실시간으로 표시 가능하고, X선 등의 피폭이 없어 안전성이 높은 장점을 갖고 있기 때문에, 심장, 복부, 비뇨기 및 산부인과 진단을 위해 널리 이용되고 있다.

[0003] 기존에 일반적인 초음파 진단 장치의 경우 1차원 트랜스듀서 어레이(1D transducer array)를 이용하여 대상체 내부의 단면에 대한 정보를 2차원 영상으로써 제공하고, 1차원 트랜스듀서 어레이를 사용자(진단자, 주로 의사)의 손으로 또는 기계적으로 이동시키면서(free-hand scan 또는 mechanical scan) 대상체 내부의 볼륨(volume) 정보(3차원 정보)를 획득하는 방식이 주를 이루고 있다.

[0004] 그러나 이러한 1차원 트랜스듀서 어레이의 수동적 이동이나 기계적 이동을 통한 3차원 영상의 획득 방식은 영상 형성 속도인 시간 해상도(temporal resolution)나 공간 해상도(spatial resolution) 측면에서 그 성능이 제한적일 수밖에 없어 2차원 트랜스듀서 어레이를 이용한 3차원 영상 획득 기술에 대한 관심이 증가하고 있다.

[0005] 한편, 2차원 트랜스듀서 어레이를 이용하여 획득할 수 있는 3차원 영상을 실제 임상에서 이용하기 위해서는 영상의 해상도 및 스캐닝(scanning) 속도의 향상(시스템 성능의 향상)과, 컴팩트한 크기의 시스템(시스템의 복잡도 증가 방지)이 동시에 수반되어야 하지만 현재의 시스템에서는 이러한 요건들을 모두 충족시키는데 한계가 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이를 이용한 3차원 초음파 영상의 생성 시, 영상의 해상도 및 스캐닝 속도를 향상시킬 수 있는 초음파 진단 장치 및 그 제어방법을 제안하고자 한다.

[0007] 또한 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이를 이용한 3차원 초음파 영상의 생성 시, 컴팩트한 크기의 시스템(복잡도가 낮은 시스템)으로도 대상체에 대한 3차원 초음파 영상을 생성할 수 있는 초음파 진단 장치 및 그 제어방법을 제안하고자 한다.

과제의 해결 수단

[0008] 초음파 진단 장치는 복수의 초음파 트랜스듀서 소자가 평면적으로 배열되는 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이; 및 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이를 이루는 모든 초음파 트랜스듀서 소자들이 초음파 신호를 송신하도록 제어하고, 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이를 이루는 복수의 행들 중 하나의 행에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자가 순차적으로 초음파 에코 신호를 수신하도록 제어하는 제어부를 포함한다.

[0009] 또한 제어부는 초음파 신호의 송신 시 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이를 이루는 모든 초음파 트랜스듀서 소자들이 디포커스된 평면파(defocused plane wave)를 송신하도록 제어한다.

[0010] 또한 제어부는 초음파 신호의 송신 시 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이를 이루는 복수의 행들 중 하나의 행에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자들이 순차적으로 디포커스된 평면파(defocused plane wave)를 송신하도록 제어한다.

[0011] 또한 제어부는 초음파 신호의 송신 시 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이를 이루는 모든 초음파 트랜스듀서 소자

들을 통해 초음파를 송신 고정 집속하도록 제어한다.

- [0012] 또한 제어부는 초음파 신호의 송신 시 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이를 이루는 복수의 행들 중 하나의 행에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자들을 순차적으로 이용하여 초음파를 송신 고정 집속하도록 제어한다.
- [0013] 또한 제어부는 초음파 에코 신호의 수신 시 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이를 이루는 복수의 행들 중 하나의 행에 배열된 하나 또는 복수 개의 초음파 트랜스듀서 소자가 순차적으로 초음파 에코 신호를 수신하도록 제어한다.
- [0014] 또한 제어부는 초음파 에코 신호의 수신 시 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이를 이루는 복수의 행들 중 하나의 행씩 순차적으로 스위칭하여 세로 방향으로 위치를 이동하면서 초음파 에코 신호를 수신하도록 제어한다.
- [0015] 또한 제어부는 세로 방향으로 배열되어 하나의 열을 이루는 복수 개의 초음파 트랜스듀서 소자를 구성하고, 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이를 이루는 복수의 행들 중 하나의 행에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자가 순차적으로 초음파 에코 신호를 이용하여 세로 방향의 수신 빔포밍을 위한 초음파 에코 신호를 형성하도록 제어한다.
- [0016] 또한 제어부는 형성된 세로 방향의 수신 빔포밍을 위한 초음파 에코 신호를 이용하여 세로 방향에 대한 동적 수신 집속 또는 합성 구경 집속을 수행하도록 제어한다.
- [0017] 또한 제어부는 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이를 이루는 복수의 행들 중 하나의 행에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자가 순차적으로 초음파 에코 신호 및 형성된 세로 방향의 수신 빔포밍을 위한 초음파 에코 신호에 기초하여 볼륨 빔포밍을 수행하도록 제어한다.
- [0018] 초음파 진단 장치의 제어방법은 복수의 초음파 트랜스듀서 소자가 평면적으로 배열되는 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이를 포함하는 초음파 진단 장치의 제어방법에 있어서, 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이를 이루는 모든 초음파 트랜스듀서 소자들이 초음파 신호를 송신하도록 제어하고; 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이를 이루는 복수의 행들 중 하나의 행에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자가 순차적으로 초음파 에코 신호를 수신하도록 제어한다.
- [0019] 또한 초음파 신호를 송신하도록 제어하는 것은 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이를 이루는 모든 초음파 트랜스듀서 소자들이 디포커스된 평면파를 송신하도록 제어하는 것이다.
- [0020] 또한 초음파 신호를 송신하도록 제어하는 것은 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이를 이루는 복수의 행들 중 하나의 행에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들이 순차적으로 디포커스된 평면파를 송신하도록 제어하는 것이다.
- [0021] 또한 초음파 신호를 송신하도록 제어하는 것은 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이를 이루는 모든 초음파 트랜스듀서 소자들을 통해 초음파를 송신 고정 집속하도록 제어하는 것이다.
- [0022] 또한 초음파 신호를 송신하도록 제어하는 것은 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이를 이루는 복수의 행들 중 하나의 행에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자들을 순차적으로 이용하여 초음파를 송신 고정 집속하도록 제어하는 것이다.
- [0023] 또한 초음파 에코 신호를 수신하도록 제어하는 것은 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이를 이루는 복수의 행들 중 하나의 행에 배열된 하나 또는 복수 개의 초음파 트랜스듀서 소자가 순차적으로 초음파 에코 신호를 수신하도록 제어하는 것이다.
- [0024] 또한 초음파 에코 신호를 수신하도록 제어하는 것은 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이를 이루는 복수의 행들 중 하나의 행씩 순차적으로 스위칭하여 세로 방향으로 위치를 이동하면서 초음파 에코 신호를 수신하도록 제어하는 것이다.
- [0025] 또한 초음파 에코 신호의 수신 시 세로 방향으로 배열되어 하나의 열을 이루는 복수 개의 초음파 트랜스듀서 소자를 구성하고; 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이를 이루는 복수의 행들 중 하나의 행에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자가 순차적으로 초음파 에코 신호를 이용하여 세로 방향의 수신 빔포밍을 위한 초음파 에코 신호를 형성하도록 제어한다.
- [0026] 또한 형성된 세로 방향의 수신 빔포밍을 위한 초음파 에코 신호를 이용하여 세로 방향에 대한 동적 수신 집속 또는 합성 구경 집속을 수행하도록 제어한다.
- [0027] 또한 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이를 이루는 복수의 행들 중 하나의 행에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자가 순차적으로 초음파 에코 신호 및 형성된 세로 방향의 수신 빔포밍을 위한 초음파 에코 신호에 기초하여 볼륨 빔

포밍을 수행하도록 제어한다.

[0028] 또한 MxN 2D transducer array를 이용한 초음파 볼륨 영상 방법에 있어서, 송신시 MxN 2D 어레이를 모두 이용하여 송신하고, 수신 시 2D 어레이의 N개 가로(lateral) 방향 (혹은 M개 세로(elevation) 방향) 어레이를 한번 혹은 한번 이상 K번 순차적으로 송수신한다.

[0029] 또한 MxN 2D 어레이의 N개 가로방향 어레이로 K번 수신한 RF-echo data를 이용하여 M개 혹은 그 이하의 세로방향의 어레이 소자를 구성하여 세로 방향의 동적 수신 빔포밍 혹은 합성구경 집속 혹은 Compounding을 위한 데이터를 형성한다.

[0030] 또한 MxN 2D 어레이 송신 시, MxN 어레이 전체를 모두 사용하여 송신 집속 혹은 비집속(defocusing)하여 송신하거나 MxN 2D 어레이 중 L_T 개의 선택된 소자로 송신, 수신 시는 MxN의 2D 어레이 중 M개 세로방향 (혹은 N개 가로방향) 소자 중 한 개 혹은 그 이상의 소자를 선택하여 수신하고 가로방향(혹은 세로방향)으로는 한 개 혹은 그 이상의 소자로 수신한다.

발명의 효과

[0031] 제안된 초음파 진단 장치 및 그 제어방법에 의하면, 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이를 이용한 3차원 초음파 영상의 생성 시, 영상의 해상도 및 스캐닝 속도를 향상시킬 수 있다.

[0032] 또한 제안된 초음파 진단 장치 및 그 제어방법에 의하면, 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이를 이용한 3차원 초음파 영상의 생성 시, 컴팩트한 크기의 시스템(복잡도가 낮은 시스템)으로도 대상체에 대한 3차원 초음파 영상을 생성할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0033] 도 1은 초음파 진단 장치의 외관 사시도이다.

도 2는 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이의 구조 및 배열 방향을 설명하기 위한 도면이다.

도 3 내지 도 8은 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이를 이용한 3차원 초음파 스캐닝 방식 및 송신/수신 빔포밍 방식의 다양한 예시들을 도시한 도면이다.

도 9a 내지 도 9d는 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이를 이용한 3차원 초음파 스캐닝을 위한 초음파 송신/수신 방식의 다양한 예시들을 도시한 도면이다.

도 10은 초음파 진단 장치의 제어 블록도이다.

도 11은 초음파 진단 장치의 제어방법을 도시한 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0034] 이하에서는 첨부된 도면을 참조하여 개시된 발명의 실시예들을 상세하게 설명하도록 한다.

[0035] 도 1은 초음파 진단 장치의 외관 사시도이다.

[0036] 도 1에 도시한 바와 같이, 초음파 진단 장치(100)는 대상체에 초음파를 송신하고 대상체로부터 에코 초음파를 수신하여 전기적 신호, 즉 초음파 신호로 변환하는 초음파 프로브(p)와, 초음파 프로브(p)와 연결되며 입력부(i) 및 표시부(d)를 갖춘 본체(m)를 포함할 수 있다. 초음파 프로브(p)의 단부에는 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)가 마련된다. 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)는 복수의 초음파 트랜스듀서 소자(t)를 배열(array)상으로 배치한 것을 의미한다. 복수의 초음파 트랜스듀서 소자(t)는 도 1에 도시한 바와 같이 직선으로 배열되거나(linear array), 곡선으로 배열될 수도 있다(convex array).

[0037] 도 2는 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이의 구조 및 배열 방향을 설명하기 위한 도면이다.

[0038] 도 2에 도시한 바와 같이, 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)는 총 $L(=M \times N)$ 개의 초음파 트랜스듀서 소자(t)가 평면적으로 배열된 구조를 가진다. 본 실시예에서는 총 8192개(64×128)의 초음파 트랜스듀서 소자(t)를 가지는 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 예로 들어 설명하기로 한다. 여기서, 측방향(Lateral or Transversal or Azimuth Direction)을 x축, 고도방향(Elevation or Longitudinal Direction)을 y축, 축방향(Axial or Depth Direction)을 z축이라고 했을 때, 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루며 측방향(x축

방향)으로 배열된 하나의 행(row)에는 128개(N=128)의 초음파 트랜스듀서 소자(t)가 배열되고, 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루며 고도방향(y축 방향)으로 배열된 하나의 열(column)에는 64개(M=64)의 초음파 트랜스듀서 소자(t)가 배열된다. 그리고, 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 각 초음파 트랜스듀서 소자(t)로부터 송신되는 초음파 신호는 축방향(z축 방향)으로 진행한다. 이하에서는 도 2에 도시한 M×N 개의 초음파 트랜스듀서 소자(t)로 이루어진 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 일례로 들어, 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이용한 3차원(볼륨) 초음파 스캐닝 방식 및 송신/수신 빔포밍 방식의 다양한 실시예들을 상세하게 설명하기로 한다.

[0039] 도 3 내지 도 8은 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이를 이용한 3차원 초음파 스캐닝 및 송신/수신 빔포밍 방식의 다양한 예시들을 도시한 도면이다.

[0040] 도 3은 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이를 이용하여 디포커스된 평면파(defocused plane wave)를 송신하고, 반사된 신호(초음파와 에코 신호)를 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이를 이루는 각 행(row)의 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 이용하여 수신한 후, 이들 수신 신호들을 이용하여 동적 수신 집속을 수행하는 방식을 설명하기 위한 도면이다. 도 3에서, 굵은 실선으로 도시한 부분은 활성 소자(active element) 또는 활성 채널(active channel)을 의미한다. 또한 도 3에서, 상하 방향으로 나란히 도시된 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta) 중 상단에 도시된 어레이(ta)가 송신(transmit, Tx) 시의 어레이를 나타내고, 하단에 도시된 어레이(ta)가 수신(receive, Rx) 시의 어레이를 나타낸다.

[0041] 도 3에 도시한 바와 같이, 첫 번째 송수신 이벤트(1st Tx/Rx Event)에서는 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 모든 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 통해 디포커스된 평면파를 송신하고, 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 첫 번째 행(r1)에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 통해 초음파와 에코 신호를 수신하여, 첫 번째 평면(1st Plane) 즉, 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 첫 번째 행(r1)에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들의 수신 신호로 형성되는 축방향(가로 방향)의 평면(Transverse Plane, P1)을 획득할 수 있다. 다음으로, 두 번째 송수신 이벤트(2nd Tx/Rx Event)에서는 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 모든 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 통해 디포커스된 평면파를 송신하고, 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 두 번째 행(r2)에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 통해 초음파와 에코 신호를 수신하여, 두 번째 평면(2nd Plane) 즉, 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 두 번째 행(r2)에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들의 수신 신호로 형성되는 축방향(가로 방향)의 평면(P2)을 획득할 수 있다. 이러한 방식으로, M 번째 송수신 이벤트(Mth Tx/Rx Event, 예를 들어, 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)가 총 64개의 행을 가지는 경우에 M은 64가 됨)에서는 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 모든 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 통해 디포커스된 평면파를 송신하고, 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 M 번째 행(rM)에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 통해 초음파와 에코 신호를 수신하여, M번째 평면(Mth Plane) 즉, 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 M 번째 행(rM)에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들의 수신 신호로 형성되는 축방향(가로 방향)의 평면(Transverse Plane, PM)을 획득할 수 있다. 초음파와 에코 신호의 수신 시에는, 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 행들(r1, r2, ..., rM) 즉, 가로 방향으로 배열된 하나의 행을 이루는 N개(예를 들어, 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)가 총 128개의 열을 가지는 경우에 N은 128이 됨)의 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 순차적으로 스위칭하여(즉, 첫 번째 행에 배열된 소자들을 스위칭 → 두 번째 행에 배열된 소자들을 스위칭 → ... → M 번째 행에 배열된 소자들을 스위칭) 세로 방향으로 위치를 이동하면서 초음파와 에코 신호를 수신한다.

[0042] 또한 도 3의 우측에 도시한 바와 같이, 고도방향(세로 방향)으로 배열되어 하나의 열(column)을 이루는 M개의 초음파 트랜스듀서 소자(t)를 구성하고, 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 각 행별로 순차적으로 수신한 초음파와 에코 신호를 이용(재활용)하여 고도방향의 수신 빔집속을 위한 초음파와 에코 신호를 형성한다. 즉, 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 각각의 행(r1, r2, ..., rM)으로부터 순차적으로 수신된 초음파와 에코 신호들을 고도방향으로 배열되어 하나의 열을 이루는 각각의 초음파 트랜스듀서 소자에 대응하는 위치에 순차적으로 저장하여 고도방향의 full aperture를 구성하고, 이를 이용하여 고도방향에 대한 동적 수신 집속 또는 합성 구경 집속을 수행함으로써, 고도방향의 평면(Longitudinal Plane, PL)을 생성할 수 있다. 다시 말해, 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 첫 번째 행에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자들을 통해 수신된 초음파와 에코 신호는 고도방향(세로 방향)으로 배열되는 하나의 열을 이루는 첫 번째 초음파 트랜스듀서 소자에 대응하는 위치에 저장하고, 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 두 번째 행에 배열된 초음파 트랜스

듀서 소자들을 통해 수신된 초음파와 에코 신호는 고도방향(세로 방향)으로 배열되는 하나의 열을 이루는 두 번째 초음파 트랜스듀서 소자에 대응하는 위치에 저장하고, 이런 식으로 하여 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 M번째 행에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자들을 통해 수신된 초음파와 에코 신호는 고도방향(세로 방향)으로 배열되는 하나의 열을 이루는 M번째 초음파 트랜스듀서 소자에 대응하는 위치에 저장하여 고도방향의 full aperture를 구성하고, 이를 이용하여 고도방향에 대한 동적 수신 집속 또는 합성 구경 집속을 수행함으로써, 고도방향의 평면(Longitudinal Plane, P_L)을 생성하게 된다. 64번의 송수신 이벤트가 모두 완료되면 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 각 행(r_1, r_2, \dots, r_M)에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자들을 통해 수신된 초음파와 에코 신호를 기초로 생성된 측방향(가로 방향)의 평면들(P_1, P_2, \dots, P_M) 및 각 행별로 순차적으로 수신한 초음파와 에코 신호를 이용(재활용)하여 형성한 고도방향에 대한 초음파와 에코 신호(고도방향의 full aperture)를 기초로 고도방향에 대해 동적 수신 집속 또는 합성 구경 집속하여 생성된 고도방향(세로 방향)의 평면(P_L)을 이용하여 관심영역(region of interest; ROI)에 대한 3차원(볼륨) 빔포밍 및 3차원(볼륨) 영상 생성을 수행할 수 있게 된다.

[0043]

도 4는 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이를 이용하여 초음파를 송신 고정 집속하고, 반사된 신호(초음파와 에코 신호)를 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이를 이루는 각 행(row)의 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 이용하여 수신한 후, 이들 수신 신호들을 이용하여 동적 수신 집속을 수행하는 방식을 설명하기 위한 도면이다. 도 4에서, 굵은 실선으로 도시한 부분은 활성 소자(active element) 또는 활성 채널(active channel)을 의미한다. 또한 도 4에서, 상하 방향으로 나란히 도시된 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta) 중 상단에 도시된 어레이(ta)가 송신(transmit, Tx) 시의 어레이를 나타내고, 하단에 도시된 어레이(ta)가 수신(receive, Rx) 시의 어레이를 나타낸다.

[0044]

도 4에 도시한 바와 같이, 첫 번째 평면(1^{st} Plane) 즉, 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 첫 번째 행(r_1)에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들의 수신 신호로 형성되는 측방향(가로 방향)의 평면(P_1)을 획득하기 위해, 첫 번째 송수신 이벤트(1^{st} Tx/Rx Event)에서는 첫 번째 각도 조향(1^{st} angle steering)을 하는 첫 번째 지연 프로파일(dp1)에 기초하여 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)에 배열된 모든 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 통해 초음파를 송신 고정 집속하고 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 첫 번째 행(r_1)에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 통해 초음파와 에코 신호를 수신한다. 다음으로, 두 번째 송수신 이벤트(2^{nd} Tx/Rx Event)에서는 두 번째 각도 조향(2^{nd} angle steering)을 하는 첫 번째 지연 프로파일(dp1)에 기초하여 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)에 배열된 모든 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 통해 초음파를 송신 고정 집속하고 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 첫 번째 행(r_1)에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 통해 초음파와 에코 신호를 수신한다. 이러한 방식으로, N번째 송수신 이벤트(N^{th} Tx/Rx Event, 예를 들어, 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)가 총 128개의 열을 가지는 경우에 N은 128이 됨)에서는 N 번째 각도 조향(N^{st} angle steering)을 하는 첫 번째 지연 프로파일(dp1)에 기초하여 초음파를 송신 고정 집속하고 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 첫 번째 행(r_1)에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 통해 초음파와 에코 신호를 수신한다. 전술한 방식으로, 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 첫 번째 행(r_1)에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 통해 초음파와 에코 신호를 수신하고 수신된 초음파와 에코 신호를 동적 수신 집속하여, 첫 번째 평면(1^{st} Plane) 즉, 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 첫 번째 행(r_1)에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들의 수신 신호로 형성되는 측방향(가로 방향)의 평면(P_1)을 획득할 수 있다.

[0045]

다음으로, 두 번째 평면(2^{nd} Plane) 즉, 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 두 번째 행(r_2)에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들의 수신 신호로 형성되는 측방향(가로 방향)의 평면(P_2)을 획득하기 위해, 첫 번째 송수신 이벤트(1^{st} Tx/Rx Event)에서는 첫 번째 각도 조향(1^{st} angle steering)을 하는 두 번째 지연 프로파일(dp2)에 기초하여 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)에 배열된 모든 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 통해 초음파를 송신 고정 집속하고 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 두 번째 행(r_2)에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 통해 초음파와 에코 신호를 수신한다. 다음으로, 두 번째 송수신 이벤트(2^{nd} Tx/Rx Event)에서는 두 번째 각도 조향(2^{nd} angle steering)을 하는 두 번째 지연 프로파일(dp2)에 기초하여 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)에 배열된 모든 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 통해 초음파를 송신 고정 집속하고 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 두 번째 행(r_2)에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 통해 초음파

에코 신호를 수신한다. 이러한 방식으로, N번째 송수신 이벤트(N^{th} Tx/Rx Event)에서는 N번째 각도 조향(N^{st} angle steering)을 하는 두 번째 지연 프로파일(dp2)에 기초하여 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)에 배열된 모든 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 통해 초음파를 송신 고정 집속하고 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 두 번째 행(r2)에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 통해 초음파 에코 신호를 수신한다. 전술한 방식으로, 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 두 번째 행(r2)에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 통해 초음파 에코 신호를 수신하고 수신된 초음파 에코 신호를 동적 수신 집속하여, 두 번째 평면(2^{nd} Plane) 즉, 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 두 번째 행(r2)에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들의 수신 신호로 형성되는 측방향(가로 방향)의 평면(P2)을 획득할 수 있다.

[0046]

이러한 방식으로, M번째 평면(M^{th} Plane, 예를 들어, 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)가 총 64개의 행을 가지는 경우에 M은 64가 됨) 즉, 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 M번째 행(rM)에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들의 수신 신호로 형성되는 측방향(가로 방향)의 평면(PM)을 획득하기 위해, 첫 번째 송수신 이벤트(1^{st} Tx/Rx Event)에서는 첫 번째 각도 조향(1^{st} angle steering)을 하는 M번째 지연 프로파일(dpM)에 기초하여 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)에 배열된 모든 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 통해 초음파를 송신 고정 집속하고 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 M 번째 행(rM)에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 통해 초음파 에코 신호를 수신한다. 다음으로, 두 번째 송수신 이벤트(2^{nd} Tx/Rx Event)에서는 두 번째 각도 조향(2^{nd} angle steering)을 하는 M번째 지연 프로파일(dpM)에 기초하여 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)에 배열된 모든 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 통해 초음파를 송신 고정 집속하고 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 M번째 행(rM)에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 통해 초음파 에코 신호를 수신한다. 이러한 방식으로, N번째 송수신 이벤트(N^{th} Tx/Rx Event)에서는 N번째 각도 조향(N^{st} angle steering)을 하는 M번째 지연 프로파일(dpM)에 기초하여 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)에 배열된 모든 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 통해 초음파를 송신 고정 집속하고 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 M번째 행(rM)에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 통해 초음파 에코 신호를 수신한다. 전술한 방식으로, 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 M번째 행(rM)에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 통해 초음파 에코 신호를 수신하고 수신된 초음파 에코 신호를 동적 수신 집속하여, M번째 평면(M^{th} Plane) 즉, 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 M번째 행(rM)에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들의 수신 신호로 형성되는 측방향(가로 방향)의 평면(PM)을 획득할 수 있다.

[0047]

또한 도 4의 우측에 도시한 바와 같이, 고도방향(세로 방향)으로 배열되어 하나의 열(column)을 이루는 M개의 초음파 트랜스듀서 소자(t)를 구성하고, 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 각 행별로 순차적으로 수신한 초음파 에코 신호를 이용(재활용)하여 고도방향의 수신 빔집속을 위한 초음파 에코 신호를 형성한다. 고도방향의 수신 빔집속과 관련된 내용은 앞서 도 3의 우측에 도시된 도면을 설명하는 부분에서 기술하였으므로, 여기서는 자세한 설명을 생략하기로 한다.

[0048]

도 5는 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이를 이루는 복수의 행들 중 하나의 행에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 순차적으로 이용하여 초음파를 송신 고정 집속하고, 반사된 신호(초음파 에코 신호)를 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이를 이루는 각 행(row)의 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 이용하여 수신한 후, 이들 수신 신호들을 이용하여 동적 수신 집속을 수행하는 방식을 설명하기 위한 도면이다. 도 5에서, 굵은 실선으로 도시한 부분은 활성 소자(active element) 또는 활성 채널(active channel)을 의미한다. 또한 도 5에서, 상하 방향으로 나란히 도시된 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta) 중 상단에 도시된 어레이(ta)가 송신(transmit, Tx) 시의 어레이를 나타내고, 하단에 도시된 어레이(ta)가 수신(receive, Rx) 시의 어레이를 나타낸다.

[0049]

도 5에 도시한 3차원 초음파 스캐닝 방식 및 송신/수신 빔포밍 방식은 도 4에 도시한 3차원 초음파 스캐닝 방식 및 송신/수신 빔포밍 방식과 비교해 볼 때, 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 복수의 행들 중 하나의 행에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 순차적으로 이용하여 초음파를 송신 고정 집속한다는 점(2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 첫 번째 행(r1)에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 통해 초음파를 송신 고정 집속 → 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 두 번째 행(r2)에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 통해 초음파를 송신 고정 집속 → ... → 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 M번째 행(rM)에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 통해 초음파를 송신 고정 집속)에서만 차이가 있고, 그 외의 다른 내용들은 도 4에 관한 부분에서 설명한 3차원 초음파 스캐닝 방식 및 송신/수신 빔포밍 방식과

동일하므로, 여기서는 도 5에 3차원 초음파 스캐닝 방식 및 송신/수신 빔포밍 방식에 대한 자세한 설명을 생략하기로 한다.

[0050]

도 6은 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이를 이루는 복수의 행들 중 하나의 행에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 순차적으로 이용하여 디포커스된 평면파(defocused plane wave)를 송신하고, 반사된 신호(초음파 에코 신호)를 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이를 이루는 복수의 행들 중 하나의 행에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 순차적으로 이용하여 수신한 후, 이들 수신 신호들을 이용하여 동적 수신 집속을 수행하는 방식을 설명하기 위한 도면이다. 도 6에서, 굵은 실선으로 도시한 부분은 활성 소자(active element) 또는 활성 채널(active channel)을 의미한다. 또한 도 6에서, 상하 방향으로 나란히 도시된 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta) 중 상단에 도시된 어레이(ta)가 송신(transmit, Tx) 시의 어레이를 나타내고, 하단에 도시된 어레이(ta)가 수신(receive, Rx) 시의 어레이를 나타낸다.

[0051]

도 6에 도시한 바와 같이, 첫 번째 평면(1st Plane) 즉, 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 첫 번째 행(r1)에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들의 수신 신호로 형성되는 측방향(가로 방향)의 평면(P1)을 획득하기 위해, 첫 번째 송수신 이벤트(1st Tx/Rx Event)에서는 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 첫 번째 행(r1)에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 통해 디포커스된 평면파를 송신하고, 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 첫 번째 행(r1)에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 통해 초음파 에코 신호를 수신한다. 다음으로, 두 번째 송수신 이벤트(2nd Tx/Rx Event)에서는 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 두 번째 행(r2)에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 통해 디포커스된 평면파를 송신하고, 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 두 번째 행(r2)에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 통해 초음파 에코 신호를 수신한다. 이러한 방식으로, M번째 송수신 이벤트(Mth Tx/Rx Event)에서는 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 M번째 행(rM)에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 통해 디포커스된 평면파를 송신하고, 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 M번째 행(rM)에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 통해 초음파 에코 신호를 수신한다. 전술한 방식으로, 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 첫 번째 행(r1)에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 통해 초음파 에코 신호를 수신하고 수신된 초음파 에코 신호를 동적 수신 집속하여, 첫 번째 평면(1st Plane) 즉, 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 첫 번째 행(r1)에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들의 수신 신호로 형성되는 측방향(가로 방향)의 평면(P1)을 획득할 수 있다.

[0052]

다음으로, 두 번째 평면(2nd Plane) 즉, 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 두 번째 행(r2)에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들의 수신 신호로 형성되는 측방향(가로 방향)의 평면(P2)을 획득하기 위해, 첫 번째 송수신 이벤트(1st Tx/Rx Event)에서는 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 첫 번째 행(r1)에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 통해 디포커스된 평면파를 송신하고, 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 첫 번째 행(r1)에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 통해 초음파 에코 신호를 수신한다. 다음으로, 두 번째 송수신 이벤트(2nd Tx/Rx Event)에서는 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 두 번째 행(r2)에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 통해 디포커스된 평면파를 송신하고, 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 두 번째 행(r2)에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 통해 초음파 에코 신호를 수신한다. 이러한 방식으로, M번째 송수신 이벤트(Mth Tx/Rx Event)에서는 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 두 번째 행(r2)에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 통해 디포커스된 평면파를 송신하고, 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 M번째 행(rM)에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 통해 초음파 에코 신호를 수신한다. 전술한 방식으로, 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 첫 번째 행(r1)에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 통해 초음파 에코 신호를 수신하고 수신된 초음파 에코 신호를 동적 수신 집속하여, 두 번째 평면(2nd Plane) 즉, 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 두 번째 행(r2)에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들의 수신 신호로 형성되는 측방향(가로 방향)의 평면(P2)을 획득할 수 있다.

[0053]

이러한 방식으로, M번째 평면(Mth Plane) 즉, 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 M번째 행(rM)에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들의 수신 신호로 형성되는 측방향(가로 방향)의 평면(PM)을 획득하기 위해, 첫 번째 송수신 이벤트(1st Tx/Rx Event)에서는 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 첫 번째 행(r1)에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 통해 디포커스된 평면파를 송신하고, 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 첫 번째 행(r1)에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 통해 초음파 에코 신호를 수신한다. 다음

으로, 두 번째 송수신 이벤트(2nd Tx/Rx Event)에서는 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 두 번째 행(r2)에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 통해 디포커스된 평면파를 송신하고, 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 두 번째 행(r2)에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 통해 초음파 에코 신호를 수신한다. 이러한 방식으로, M번째 송수신 이벤트(Mth Tx/Rx Event)에서는 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 두 번째 행(r2)에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 통해 디포커스된 평면파를 송신하고, 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 M번째 행(rM)에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 통해 초음파 에코 신호를 수신한다. 전술한 방식으로, 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 M번째 행(rM)에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 통해 초음파 에코 신호를 수신하고 수신된 초음파 에코 신호를 동적 수신 집중하여, M번째 평면(Mth Plane) 즉, 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 M번째 행(rM)에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들의 수신 신호로 형성되는 측방향(가로 방향)의 평면(PM)을 획득할 수 있다.

[0054]

또한 도 6의 우측에 도시한 바와 같이, 고도방향(세로 방향)으로 배열되어 하나의 열(column)을 이루는 M개의 초음파 트랜스듀서 소자(t)를 구성하고, 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 각 행별로 순차적으로 수신한 초음파 에코 신호를 이용(재활용)하여 고도방향의 수신 빔집속을 위한 초음파 에코 신호를 형성한다. 고도방향의 수신 빔집속과 관련된 내용은 앞서 도 3의 우측에 도시된 도면을 설명하는 부분에서 기술하였으므로, 여기서는 자세한 설명을 생략하기로 한다.

[0055]

도 7은 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이를 이루는 복수의 행들 중 하나의 행에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 순차적으로 이용하여 초음파를 근거리 음장(near field)에 대해 송신 고정 집중하고 즉, point(single) 송신으로 빔을 퍼트려서 송신하고, 반사된 신호(초음파 에코 신호)를 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이를 이루는 복수의 행들 중 하나의 행에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 순차적으로 이용하여 수신한 후, 이들 수신 신호들을 이용하여 동적 수신 집중을 수행하는 방식을 설명하기 위한 도면이다. 도 7에서, 굵은 실선으로 도시한 부분은 활성 소자(active element) 또는 활성 채널(active channel)을 의미한다. 또한 도 7에서, 상하 방향으로 나란히 도시된 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta) 중 상단에 도시된 어레이(ta)가 송신(transmit, Tx) 시의 어레이를 나타내고, 하단에 도시된 어레이(ta)가 수신(receive, Rx) 시의 어레이를 나타낸다.

[0056]

도 7에 도시한 3차원 초음파 스캐닝 방식 및 송신/수신 빔포밍 방식은 도 6에 도시한 3차원 초음파 스캐닝 방식 및 송신/수신 빔포밍 방식과 비교해 볼 때, 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 복수의 행들 중 하나의 행에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 순차적으로 이용하여 초음파를 근거리 음장에 대해 송신 고정 집중한다는 점(2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 첫 번째 행(r1)에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 통해 초음파를 근거리 음장에 대해 송신 고정 집중 → 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 두 번째 행(r2)에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 통해 초음파를 근거리 음장에 대해 송신 고정 집중 → ... → 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 M번째 행(rM)에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 통해 초음파를 근거리 음장에 대해 송신 고정 집중)에서만 차이가 있고, 그 외의 다른 내용들은 도 6에 관한 부분에서 설명한 3차원 초음파 스캐닝 방식 및 송신/수신 빔포밍 방식과 동일하므로, 여기서는 도 7에 3차원 초음파 스캐닝 방식 및 송신/수신 빔포밍 방식에 대한 자세한 설명을 생략하기로 한다.

[0057]

도 8은 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이를 이루는 복수의 행들 중 하나의 행에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 순차적으로 이용하여 초음파를 원거리 음장(far field)에 대해 송신 고정 집중하고 즉, point(single) 송신으로 빔을 퍼트려서 송신하고, 반사된 신호(초음파 에코 신호)를 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이를 이루는 복수의 행들 중 하나의 행에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 순차적으로 이용하여 수신한 후, 이들 수신 신호들을 이용하여 동적 수신 집중을 수행하는 방식을 설명하기 위한 도면이다. 도 8에서, 굵은 실선으로 도시한 부분은 활성 소자(active element) 또는 활성 채널(active channel)을 의미한다. 또한 도 8에서, 상하 방향으로 나란히 도시된 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta) 중 상단에 도시된 어레이(ta)가 송신(transmit, Tx) 시의 어레이를 나타내고, 하단에 도시된 어레이(ta)가 수신(receive, Rx) 시의 어레이를 나타낸다.

[0058]

도 8에 도시한 3차원 초음파 스캐닝 방식 및 송신/수신 빔포밍 방식은 도 6에 도시한 3차원 초음파 스캐닝 방식 및 송신/수신 빔포밍 방식과 비교해 볼 때, 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 복수의 행들 중 하나의 행에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 순차적으로 이용하여 초음파를 원거리 음장에 대해 송신 고정 집중한다는 점(2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 첫 번째 행(r1)에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 통해 초음파를 원거리 음장에 대해 송신 고정 집중 → 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 두 번째 행(r2)에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 통해 초음파를 원거리 음장에 대해 송신 고정 집중 → ... → 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 M 번째 행(rM)에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을

통해 초음파를 원거리 음장에 대해 송신 고정 집속)에서만 차이가 있고, 그 외의 다른 내용들은 도 6에 관한 부분에서 설명한 3차원 초음파 스캐닝 방식 및 송신/수신 빔포밍 방식과 동일하므로, 여기서는 도 8에 3차원 초음파 스캐닝 방식 및 송신/수신 빔포밍 방식에 대한 자세한 설명을 생략하기로 한다.

[0059] 도 9a 내지 도 9d는 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이를 이용한 3차원 초음파 스캐닝을 위한 초음파 송신/수신 방식의 다양한 예시들을 도시한 도면이다.

[0060] 앞서 도 3 내지 도 8을 참조하여 설명한 바와 같이, 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 복수의 행들(r1 내지 rM) 중 하나의 행에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 순차적으로 이용하여 초음파 에코 신호를 수신하게 된다. 하지만, 반드시 차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 모든 행들(r1 내지 rM)에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 이용하여 수신할 필요는 없고 1, 3, 5, ...행에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 순차적으로 이용(홀수 행에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자들만을 순차적으로 이용)하여 초음파 에코 신호를 수신하거나, 2, 4, 6, ...행에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 순차적으로 이용(짝수 행에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자들만을 순차적으로 이용)하여 초음파 에코 신호를 수신할 수도 있다.

[0061] 또한 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 복수의 행들(r1 내지 rM) 중 하나의 행에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 순차적으로 이용하여 초음파 에코 신호를 수신할 때, 각 행에 배열된 모든 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 이용할 수도 있고, 하나 또는 복수 개의 초음파 트랜스듀서 소자(t)를 이용할 수도 있다.

[0062] 초음파 에코 신호의 수신 시 사용하고자 하는 행(예: 어레이를 이루는 모든 행 또는 1, 3, 5, ...행 또는 2, 4, 6, ...행) 및 각 행에서 사용하고자 하는 초음파 트랜스듀서 소자(t)의 개수(예: 초음파 트랜스듀서 어레이를 이루는 각 행에서 다섯 개의 소자 또는 하나의 소자)의 설정은 스캐닝 속도 및 빔포밍 성능과 밀접한 관계가 있다. 즉, 초음파 에코 신호의 수신 시 사용하고자 하는 행의 개수나 각 행에서 사용하고자 하는 초음파 트랜스듀서 소자(t)의 개수가 적을 때에는 스캐닝 속도가 향상되는 대신 빔포밍 성능이 저하되고, 반대로 초음파 에코 신호의 수신 시 사용하고자 하는 행의 개수나 각 행에서 사용하고자 하는 초음파 트랜스듀서 소자(t)의 개수가 많을 때에는 빔포밍 성능이 향상되는 대신 스캐닝 속도가 저하된다. 초음파 에코 신호의 수신 시 사용하고자 하는 행 및 각 행에서 사용하고자 하는 초음파 트랜스듀서 소자(t)의 개수는 스캐닝 속도와 빔포밍 성능 사이에서 사용자가 설정할 수 있도록 설정에 필요한 사항을 그래픽 사용자 인터페이스(graphical user interface) 등을 통해 표시부(d)에 표시한다.

[0063] 도 9a에 도시한 예시에서는, 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 모든 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 통해 초음파를 송신하고 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 모든 행들 중 하나의 행에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 순차적으로 이용하여 초음파 에코 신호를 수신하되, 하나의 행에 배열된 복수의 초음파 트랜스듀서 소자들 중 5개의 소자들만을 이용하여 초음파 에코 신호를 수신하고 있다. 이때, 각 행에서 초음파 에코 신호의 수신 시 사용되는 5개의 소자들은 송수신 이벤트가 진행될수록 오른쪽 방향으로 한 칸씩 이동한다.

[0064] 한편, 도 9b에 도시한 예시에서는, 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 모든 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 통해 초음파를 송신하고 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 홀수 행들(1, 3, 5, ...행) 중 하나의 행에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 순차적으로 이용하여 초음파 에코 신호를 수신하되, 하나의 행에 배열된 복수의 초음파 트랜스듀서 소자들 중 5개의 소자들만을 이용하여 초음파 에코 신호를 수신하고 있다. 이때, 각 행에서 초음파 에코 신호의 수신 시 사용되는 5개의 소자들은 송수신 이벤트가 진행될수록 오른쪽 방향으로 두 칸씩 이동한다.

[0065] 도 9a에 도시한 3차원 초음파 스캐닝을 위한 초음파 송신/수신 방식과 도 9a에 도시한 3차원 초음파 스캐닝을 위한 초음파 송신/수신 방식을 비교해 볼 때, 도 9a에 도시한 방식이 도 9b에 도시한 방식에 비해 스캐닝 속도는 느리지만 빔포밍 성능이 높다.

[0066] 또한 도 9c에 도시한 예시에서는, 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 모든 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 통해 초음파를 송신하고 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 모든 행들 중 하나의 행에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)를 순차적으로 이용하여 초음파 에코 신호를 수신하되, 하나의 행에 배열된 복수의 초음파 트랜스듀서 소자들 중 하나의 소자들만을 이용하여 초음파 에코 신호를 수신하고 있다. 이때, 각 행에서 초음파 에코 신호의 수신 시 사용되는 하나의 소자는 송수신 이벤트가 진행될수록 오른쪽 방향으로 한 칸씩 이동한다.

[0067] 한편, 도 9d에 도시한 예시에서는, 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 모든 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 통해 초음파를 송신하고 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 홀수 행들(1, 3, 5, ...행) 중 하나의 행에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)를 순차적으로 이용하여 초음파 에코 신호를 수신하되, 하나의 행에 배열된

복수의 초음파 트랜스듀서 소자들 중 하나의 소자만을 이용하여 초음파 에코 신호를 수신하고 있다. 이때, 각 행에서 초음파 에코 신호의 수신 시 사용되는 하나의 소자는 송수신 이벤트가 진행될수록 오른쪽 방향으로 두 칸씩 이동한다.

[0068] 도 9c에 도시한 3차원 초음파 스캐닝을 위한 초음파 송신/수신 방식과 도 9d에 도시한 3차원 초음파 스캐닝을 위한 초음파 송신/수신 방식을 비교해 볼 때, 도 9c에 도시한 방식이 도 9d에 도시한 방식에 비해 스캐닝 속도는 느리지만 빔포밍 성능이 높다.

[0069] 도 10은 초음파 진단 장치의 제어 블록도이다.

[0070] 도 10에 도시한 바와 같이, 초음파 프로브(p)는 초음파 트랜스듀서 어레이(ta), 초음파 송신부(T), 송수신 스위치부(140) 및 초음파 수신부(R)를 포함할 수 있다.

[0071] 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)는 인가되는 전압(또는 전류)에 따라 초음파를 생성하고 생성된 초음파를 대상체 내부의 적어도 하나의 목표 부위(target site)로 송신하고, 대상체의 적어도 하나의 목표 부위에서 반사된 에코 초음파를 수신하여 전기적 신호로 변환하는 복수의 초음파 트랜스듀서 소자(t)를 포함할 수 있다. 복수의 초음파 트랜스듀서 소자(t)가 배열(array)상으로 배치된 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)는, 도 1에 도시한 바와 같이, 초음파 프로브(p)의 일 말단에 설치될 수 있다. 또한 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)는 도 10에 도시한 바와 같이, 복수의 초음파 트랜스듀서 소자(t)가 2차원적으로 즉, 평면적으로 배열되는 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이의 형태로 구성될 수 있다.

[0072] 트랜스듀서(transducer)란 소정 형태의 에너지를 다른 형태의 에너지로 변환시키는 장치를 의미한다. 여기서, 초음파 트랜스듀서는 전기 에너지와 파동 에너지로 상호 변환시킬 수 있다. 이에 따라, 초음파 트랜스듀서는 초음파 발생 소자 및 초음파 수신 소자의 기능을 모두 수행할 수 있게 된다.

[0073] 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)는 본체(m)에 마련된 제어부(110)의 제어신호에 따라 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)에 인가되는 펄스 신호 또는 교류 전류에 의해 진동하면서 초음파를 생성한다. 생성된 초음파는 대상체 내부의 목표 부위로 송신된다. 이 경우 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)에서 생성된 초음파는 대상체 내부의 복수의 목표 부위를 초점으로 하여 송신될 수도 있다. 즉, 생성된 초음파는 복수의 목표 부위로 멀티 포커싱(multi-focusing)되어 송신될 수도 있다.

[0074] 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)에서 발생된 초음파는 대상체 내부의 적어도 하나의 목표 부위에서 반사되어 다시 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)로 돌아온다. 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)는 적어도 하나의 목표 부위에서 반사되어 돌아오는 에코 초음파를 수신한다. 에코 초음파가 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)에 도달하면 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)는 에코 초음파의 주파수에 상응하는 소정의 주파수로 진동하면서, 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)의 진동 주파수에 상응하는 주파수의 교류 전류를 출력한다. 이에 따라 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)는 수신한 에코 초음파를 소정의 전기적 신호로 변환할 수 있게 된다.

[0075] 각각의 초음파 트랜스듀서 소자(t)는 외부의 초음파를 수신하여 전기적 신호를 출력하게 되므로, 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)는 복수 채널의 전기적 신호를 출력하도록 할 수 있다. 이때, 채널의 개수는 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 초음파 트랜스듀서 소자(t)의 개수와 동일하다.

[0076] 초음파 트랜스듀서 소자(t)는 압전 진동자나 박막을 포함할 수 있다. 만약 외부의 전원 공급 장치나 또는 내부의 축전 장치, 예를 들어 배터리 등과 같은 전원(미도시)으로부터 교류 전류가 초음파 트랜스듀서 소자(t)의 압전 진동자나 박막에 인가되면, 인가되는 교류 전류에 따라서 압전 진동자나 박막 등이 소정의 주파수로 진동하고, 진동하는 주파수에 따라 소정 주파수의 초음파가 생성된다. 반대로 소정 주파수의 에코 초음파가 압전 물질이나 박막에 도달하면, 압전 물질이나 박막은 에코 초음파에 따라 진동하게 된다. 이때, 압전 물질이나 박막은 진동 주파수에 대응하는 주파수의 교류 전류를 출력한다.

[0077] 여기서, 초음파 트랜스듀서는 예를 들어, 자성체의 자왜효과를 이용하는 자왜 초음파 트랜스듀서(Magnetostrictive Ultrasonic Transducer), 압전 물질의 압전 효과를 이용한 압전 초음파 트랜스듀서(Piezoelectric Ultrasonic Transducer) 및 미세 가공된 수백 또는 수천 개의 박막의 진동을 이용하여 초음파를 송수신하는 정전용량형 미세가공 초음파 트랜스듀서(Capacitive Micromachined Ultrasonic Transducer ; cMUT) 중 어느 하나일 수 있다. 또한 이외에 전기적 신호에 따라 초음파를 생성하거나 또는 초음파에 따라 전기적 신호를 생성할 수 있는 다른 종류의 트랜스듀서들 역시 초음파 트랜스듀서의 일례가 될 수 있다.

[0078] 초음파 송신부(T)는 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)로 하여금 대상체 내 목표 부위로 초음파 신호를 송신

하도록 하는 구성부로, 초음파 송신부(T)는 다시 송신 빔포밍부(120) 및 송신 신호 생성부(130)를 포함할 수 있다.

[0079] 송신 빔포밍부(120)는 제어부(110)의 제어신호에 따라 송신빔을 형성하여 송신 신호 생성부(130)로 출력한다. 여기서, 송신 빔포밍이란 복수 개의 트랜스듀서 소자(t)를 이용하여 신호를 송신할 때 중첩(superposition)시키는 방식을 통해 신호의 세기를 강하게 하는 것을 말한다. 송신 빔포밍부(120)는 제어부(110)를 통해 산출된 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 각각의 초음파 트랜스듀서 소자(t)에 대한 시간 지연값에 기초하여 송신빔을 형성하고, 형성된 송신빔을 송신 신호 생성부(130)로 전송한다.

[0080] 송신 신호 생성부(130)는 송신 빔포밍부(120)에서 형성된 송신빔을 이용하여 초음파 송신 신호를 생성한다. 좀 더 상세히 설명하면, 송신 신호 생성부(130)는 초음파 프로브(p)를 통해 대상체에 송신될 송신 펄스를 생성한다. 예를 들어, 송신 신호 생성부(130)는 초음파 송신 펄스를 생성하는 초음파 송신 펄서(파형 생성기, pulser)일 수 있다.

[0081] 송수신 스위치부(140)는 제어부(110)로부터 전송된 제어신호(송신 제어신호 또는 수신 제어신호)에 따라 송신 신호 생성부(130)에서 생성된 초음파 송신 펄스를 초음파 프로브(p) 내 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)로 전송하거나, 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)에서 수신한 초음파 에코 신호를 초음파 수신부(R) 측으로 전송하도록 스위칭한다.

[0082] 초음파 수신부(R)는 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 통해 수신된 초음파 에코 신호(대상체 내 목표 부위로 송신되었다가 목표 부위의 표면에서 반사된 초음파 신호)에 대한 소정의 처리 작업을 수행하는 구성부로, 초음파 수신부(R)는 다시 멀티플렉서(150), 수신 신호 처리부(160) 및 수신 빔포밍부(170)를 포함할 수 있다.

[0083] 멀티플렉서(150)는 복수의 입력선 중에서 하나를 선택하여 단일 출력선으로 연결하는 조합회로이다. 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 복수의 행들(가로줄들, rows)이 각각 수신한 초음파 에코 신호가 멀티플렉서(150)의 입력 신호라고 할 때, 멀티플렉서(150)는 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 복수의 행들이 각각 수신한 초음파 에코 신호 중에서 어느 하나의 행(row)이 수신한 초음파 에코 신호만을 선택하여 수신 신호 처리부(160)로 출력한다. 멀티플렉서(150)는 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 복수의 행들로부터 입력되는 신호들 중 하나의 행으로부터 입력되는 신호만을 선택하여 출력하므로, 행 선택기(row selector)로서의 역할을 수행하게 된다.

[0084] 수신 신호 처리부(160)는 초음파 프로브(p) 내 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)로부터 수신된 초음파 에코 신호에 대하여 소정의 처리 작업을 수행한다. 예를 들어, 수신 신호 처리부(160)는 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)로부터 수신된 아날로그 신호에 대하여 잡음을 감소시키는 저잡음 증폭기(low noise amplifier; LNA)(미도시) 및 입력되는 신호에 따라 이득(gain) 값을 제어하는 가변 이득 증폭기(variable gain amplifier; VGA)(미도시)를 포함할 수 있다. 이때, 가변 이득 증폭기는 집속점과의 거리에 따른 이득을 보상하는 TGC(Time Gain compensation)이 될 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.

[0085] 수신 빔포밍부(170)는 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)로부터 전달되는 복수 채널의 초음파 신호 즉, 초음파 에코 신호를 기초로 빔포밍(beam forming)을 수행한다. 여기서, 수신 빔포밍이란 복수 개의 트랜스듀서 소자(t)를 이용하여 신호를 수신할 때 중첩(superposition)시키는 방식을 통해 신호의 세기를 강하게 하는 것을 말한다. 즉, 수신 빔포밍은 복수의 채널로 입력되는 복수의 수신 신호를 집속하여 대상체(ob) 내부에 대한 적절한 초음파 영상을 획득할 수 있도록 하는 것이다. 수신 빔포밍부(170)는 제어부(110)를 통해 산출된 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 각각의 초음파 트랜스듀서 소자(t)에 대한 시간 지연값에 기초하여 수신 집속빔을 형성하고, 형성된 수신 집속빔을 본체(m) 내 영상 처리부(180)로 전송한다.

[0086] 한편, 본체(m)는 도 10에 도시한 바와 같이, 제어부(110), 영상 처리부(180), 입력부(i) 및 표시부(d)를 포함할 수 있다.

[0087] 제어부(110)는 본체(m)의 전반적인 동작을 제어한다. 구체적으로, 제어부(110)는 본체(m)의 각 구성 요소, 일례로 도 10에 도시한 초음파 송신부(T), 송수신 스위치부(140), 초음파 수신부(R), 영상 처리부(180) 및 표시부(d) 등에 대한 소정의 제어신호를 생성하여 본체(m)의 각 구성 요소의 동작을 제어하도록 할 수 있다. 특히, 제어부(110)는 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 복수의 초음파 트랜스듀서 소자(t)들에 대한 지연 프로파일(delay profile)을 산출하고, 산출된 지연 프로파일에 기초하여 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta) 내에 포함된 복수의 초음파 트랜스듀서 소자(t)와 대상체의 집속점(focal point)의 거리차에 따른 시간 지연값을 산출하고, 산출된 시간 지연값에 따라 송수신빔이 형성되고, 이에 따른 송수신 신호가 생성되도록 제어한다.

- [0088] 또한 제어부(110)는 기정해진 설정에 따라 또는 별도의 입력부(i)를 통해 입력되는 사용자의 지시 또는 명령에 따라 본체(m)의 각 구성 요소에 대한 소정의 제어명령을 생성하여 초음파 진단 장치(100)를 제어할 수 있다.
- [0089] 영상 처리부(180)는 수신 빔포밍부(170)를 통해 집속된(빔포밍된) 초음파 신호에 기초하여 대상체 내 목표 부위에 대한 3차원 초음파 영상을 생성하는 구성부로, 영상 처리부(180)는 다시 영상 형성부(181), 신호 처리부(182), 스캔 컨버터(183), 저장부(184) 및 볼륨 렌더링부(185)를 포함할 수 있다.
- [0090] 영상 형성부(181)는 수신 빔포밍부(170)를 통해 집속된(빔포밍된) 초음파 신호에 기초하여 대상체 내 목표 부위에 대한 코히런트(coherent) 2차원 영상 또는 3차원(볼륨) 영상을 생성한다.
- [0091] 신호 처리부(182)는 영상 형성부(181)에 의해 형성된 코히런트 영상 정보를 B-모드나 도플러 모드 등의 진단 모드에 따른 초음파 영상 정보로 변환한다. 예를 들면, 신호 처리부(182)는 진단 모드가 B-모드로 설정되어 있는 경우, A/D 변환 처리 등의 처리를 행하고 B-모드 영상용의 초음파 영상 정보를 실시간으로 작성한다. 또한 신호 처리부(182)는 촬영 모드가 D-모드(도플러 모드)로 설정되어 있는 경우에는, 초음파 에코 신호로부터 위상 변화 정보를 추출하고, 속도, 파워, 분산과 같은 촬영 단면의 각 점에 대응하는 흐름(혈류 등)의 정보를 산출하고 D-모드 영상용의 초음파 영상 정보를 실시간으로 작성한다.
- [0092] 스캔 컨버터(183)는 신호 처리부(182)로부터 입력받은 변환된 초음파 영상 정보 또는 저장부(184)에 저장되어 있는 변환된 초음파 영상 정보를 표시부(모니터, d)용의 일반 비디오 신호로 변환(화면 포맷으로 포맷 전환)하여 볼륨 렌더링부(185)로 전송한다.
- [0093] 저장부(184)는 신호 처리부(182)를 통해 변환된 초음파 영상 정보를 일시적 또는 비일시적으로 저장한다.
- [0094] 볼륨 렌더링부(185)는 스캔 컨버터(183)로부터 전송된 비디오 신호를 기초로 볼륨 렌더링(volume rendering)을 수행하고, 렌더링된 영상 정보를 보정하여 최종적인 결과 영상을 생성한 후 생성된 결과 영상을 표시부(d)로 전송한다.
- [0095] 입력부(i)는 사용자가 초음파 진단 장치(100)의 동작에 관한 명령을 입력하기 위한 구성부로, 사용자는 입력부(i)를 통해 초음파 진단 시작 명령, A-모드(Amplitude mode), B-모드(Brightness mode), 컬러 모드(Color mode), D-모드(Doppler mode) 및 M-모드(Motion mode) 등의 진단 모드 선택 명령, 관심영역(region of interest; ROI)의 크기 및 위치를 포함하는 관심영역(ROI) 설정 정보 및 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta) 내에서 초음파 에코 신호의 수신 시 사용하고자 하는 행(예: 어레이를 이루는 모든 행 또는 1, 3, 5, ...행 또는 2, 4, 6, ...행) 및 각 행에서 사용하고자 하는 초음파 트랜스듀서 소자의 개수(예: 초음파 트랜스듀서 어레이를 이루는 각 행에서 다섯 개의 소자 또는 하나의 소자)에 대한 정보 등을 입력하거나 설정할 수 있다. 여기서, 입력부(i)는 예를 들어, 키보드, 마우스, 트랙볼(trackball), 태블릿(tablet) 또는 터치스크린 모듈 등과 같이 사용자가 데이터, 지시나 명령을 입력할 수 있는 다양한 수단이 적용될 수 있다.
- [0096] 표시부(d)는 초음파 진단에 필요한 메뉴나 안내 사항 및 초음파 진단 과정에서 획득한 초음파 영상 등을 표시한다. 표시부(d)는 영상 처리부(170)에서 생성된 대상체 내 목표 부위에 대한 초음파 영상을 표시할 수 있다. 표시부(d)에 표시되는 초음파 영상은 A-모드의 초음파 영상이나 B-모드의 초음파 영상일 수도 있고, 3차원 입체 초음파 영상일 수도 있다. 여기서, 표시부(d)는 예를 들어, 브라운관(Cathod Ray Tube; CRT), 액정 표시 장치(Liquid Crystal Display; LCD) 등으로 구현될 수 있다.
- [0097] 도 11은 초음파 진단 장치의 제어방법을 도시한 흐름도이다.
- [0098] 먼저 본체(m) 내 제어부(110)는 입력부(i)로부터 초음파 진단 시작 명령, 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta) 내에서 초음파 에코 신호의 수신 시 사용하고자 하는 행(예: 어레이를 이루는 모든 행 또는 1, 3, 5, ...행 또는 2, 4, 6, ...행) 및 각 행에서 사용하고자 하는 초음파 트랜스듀서 소자의 개수(예: 초음파 트랜스듀서 어레이를 이루는 각 행에서 다섯 개의 소자 또는 하나의 소자)에 대한 정보 및 관심영역(ROI) 설정 정보를 획득한다(210). 관심영역 설정 정보는 기준 단면영상에 설정되는 관심영역의 위치 및 크기를 포함한다. 여기서, 기준 단면영상은 초음파 신호를 송수신하는 초음파 프로브(p)와 대상체의 접촉면과 수직한 단면의 영상을 나타낸다.
- [0099] 다음으로, 제어부(110)는 초음파 신호를 송신하기 위해 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 복수의 초음파 트랜스듀서 소자(t)들에 대한 지연 프로파일을 산출한다(220). 또한 제어부(110)는 산출된 지연 프로파일에 기초하여 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta) 내에 포함된 복수의 초음파 트랜스듀서 소자(t)와 대상체의 집속점(focal point)의 거리차에 따른 시간 지연값을 산출하고, 산출된 시간 지연값을 초음파 프로브(p) 내 송신 빔포밍부(120)로 전송한다. 도 3 및 도 7에 도시한 방식에서와 같이, 디포커스된 평면파를 송신하는 경우에

는 지연 프로파일 및 시간 지연값을 산출할 필요가 없으므로, 동작 220은 생략될 수 있다.

- [0100] 이후 제어부(110)는 송신 빔포밍부(120) 및 송신 신호 생성부(130)에 제어신호를 보내어 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)로 하여금 대상체(ob)를 향해 초음파 신호를 송신하도록 제어한다(230). 이때, 제어부(110)는 도 3 및 도 4에 도시한 바와 같이, 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 모든 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 이용하여 초음파 신호를 송신하도록 제어할 수도 있고, 도 5 내지 도 8에 도시한 바와 같이, 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 복수의 행들 중 하나의 행에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 순차적으로 이용하여 초음파 신호를 송신하도록 제어할 수도 있다.
- [0101] 다음으로, 제어부(110)는 입력부(i)를 통해 수신한 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta) 내에서 초음파 에코 신호의 수신 시 사용하고자 하는 행 및 각 행에서 사용하고자 하는 초음파 트랜스듀서 소자의 개수에 대한 정보에 기초하여 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta) 내에 배열된 복수의 초음파 트랜스듀서 소자(t)들 중 초음파 에코 신호의 수신 시 활성화하고자 하는 소자들 즉, 활성 수신 소자를 선택한다(240). 제어부(110)는 선택한 초음파 트랜스듀서 소자들을 활성화하기 위한 제어신호를 생성하여 멀티플렉서(150)로 전송한다.
- [0102] 이후 선택된 활성 수신 소자를 통해 초음파 에코 신호를 수신한다(250). 수신된 초음파 에코 신호는 수신 신호 처리부(160)에서 소정의 처리 작업을 거쳐 수신 빔포밍부(170)로 전송된다.
- [0103] 다음으로, 수신 빔포밍부(170)는 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 복수의 행들 중 하나의 행에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 순차적으로 이용하여 수신한 초음파 에코 신호에 기초하여 측방향(Lateral Direction)으로 수신 빔포밍을 수행한다(260). 즉, 수신 빔포밍부(170)는 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 각 행에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 통해 수신한 초음파 에코 신호를 이용하여 측방향(가로 방향)에 대한 동적 수신 집속을 수행함으로써, 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 각 행에 대응하는 측방향의 평면들(P1 내지 PM)을 획득한다.
- [0104] 이후 수신 빔포밍부(170)는 고도방향(세로 방향)으로 배열되어 하나의 열(column)을 이루는 M개의 초음파 트랜스듀서 소자(t)를 구성하고, 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 각 행별로 순차적으로 수신한 초음파 에코 신호를 이용(재활용)하여 고도방향(Elevation Direction)으로 수신 빔포밍을 수행한다(270). 즉, 수신 빔포밍부(170)는 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 각각의 행(r1, r2, ..., rM)으로부터 순차적으로 수신된 초음파 에코 신호들을 고도방향으로 배열되어 하나의 열을 이루는 각각의 초음파 트랜스듀서 소자에 대응하는 위치에 순차적으로 저장하여 고도방향의 full aperture를 구성하고, 이를 이용하여 고도방향에 대한 동적 수신 집속 또는 합성 구경 집속을 수행함으로써, 고도방향의 평면(Longitudinal Plane, P_L)을 획득한다.
- [0105] 복수 회의 송수신 이벤트가 모두 완료되면 수신 빔포밍부(170)는 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 각 행에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자들을 통해 수신된 초음파 에코 신호를 동적 수신 집속하여 생성한 측방향(가로 방향)의 평면들(P1, P2, ..., PM) 및 각 행별로 순차적으로 수신한 초음파 에코 신호를 이용(재활용)하여 형성한 고도방향에 대한 초음파 에코 신호(고도방향의 full aperture)를 기초로 고도방향에 대해 동적 수신 집속 또는 합성 구경 집속하여 생성된 고도방향(세로 방향)의 평면(P_L)을 이용하여 관심영역에 대한 3차원(볼륨) 빔포밍을 수행한다. 수신 빔포밍부(170)는 3차원 빔포밍된 초음파 신호를 영상 형성부(181)로 전송한다.
- [0106] 다음으로, 영상 형성부(181)는 수신 빔포밍부(170)를 통해 집속된(빔포밍된) 초음파 신호에 기초하여 관심영역(ROI)에 대한 코히런트(coherent) 3차원(볼륨) 영상을 형성한다(280). 영상 형성부(181)는 형성된 3차원(볼륨) 영상을 신호 처리부(182)로 전송한다.
- [0107] 이후 신호 처리부(182)는 영상 형성부(181)로부터 전달된 3차원(볼륨) 영상 정보에 대한 영상 처리를 수행하고, 볼륨 렌더링부(185)는 영상 처리 및 포맷 전환이 수행된 3차원 영상 정보를 기초로 볼륨 렌더링을 수행한다(290). 볼륨 렌더링부(185)는 렌더링된 영상 정보를 보정하여 최종적인 결과 영상을 생성한 후 생성된 결과 영상을 표시부(d)로 전송한다.
- [0108] 볼륨 렌더링부(185)를 통해 생성된 관심영역에 대한 3차원 초음파 영상(볼륨 렌더링된 영상)은 제어부(110)의 제어신호에 따라 표시부(d)를 통해 표시된다(300).
- [0109] 개시된 발명에서는 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 모든 초음파 트랜스듀서 소자(t)들 또는 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 복수의 행들 중 하나 이상의 행에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들을 이용하여 초음파 신호를 송신하고, 2차원 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 복수의 행들 중 어느 하나의 행에 배열된 하나 이상의 초음파 트랜스듀서 소자(t)를 이용하여 초음파 에코 신호를 수신한다. 따라서, 개시된

발명은 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이용하는 경우에도 1차원 초음파 트랜스듀서 어레이를 이용하는 경우와 같은 시스템 채널 수를 유지하여 초음파 프로브(p)와 시스템(본체) 간의 연결 케이블의 수를 증가시키지 않으면서도 볼륨 빔포밍 시 초음파 영상의 해상도를 극대화할 수 있는 효과를 가진다.

[0110]

전술한 실시예에서는 초음파 신호의 송신 시 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 모든 초음파 트랜스듀서 소자(t)들 또는 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 복수의 행들 중 하나 이상의 행에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들로부터 초음파 신호의 송신이 가능하도록 초음파 트랜스듀서 소자(t)들과 시스템 채널을 연결하고, 초음파 에코 신호의 수신 시에는 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 복수의 행들 중 하나의 행씩 스위칭하여 초음파 에코 신호를 수신하도록 제어함으로써, 수신 채널 수를 줄이고 볼륨 영상의 해상도를 향상시키는 방식에 대해 설명하였다. 이와 반대로, 볼륨 레이트(volume rate)를 증가시키기 위해 초음파 신호의 송신 시 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 복수의 행들 중 하나의 행씩 스위칭하여 초음파 신호를 송신하도록 제어하고, 초음파 신호의 수신 시 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 모든 초음파 트랜스듀서 소자(t)들 또는 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(ta)를 이루는 복수의 행들 중 하나 이상의 행에 배열된 초음파 트랜스듀서 소자(t)들이 초음파 에코 신호를 수신하도록 구현하는 것도 가능하다.

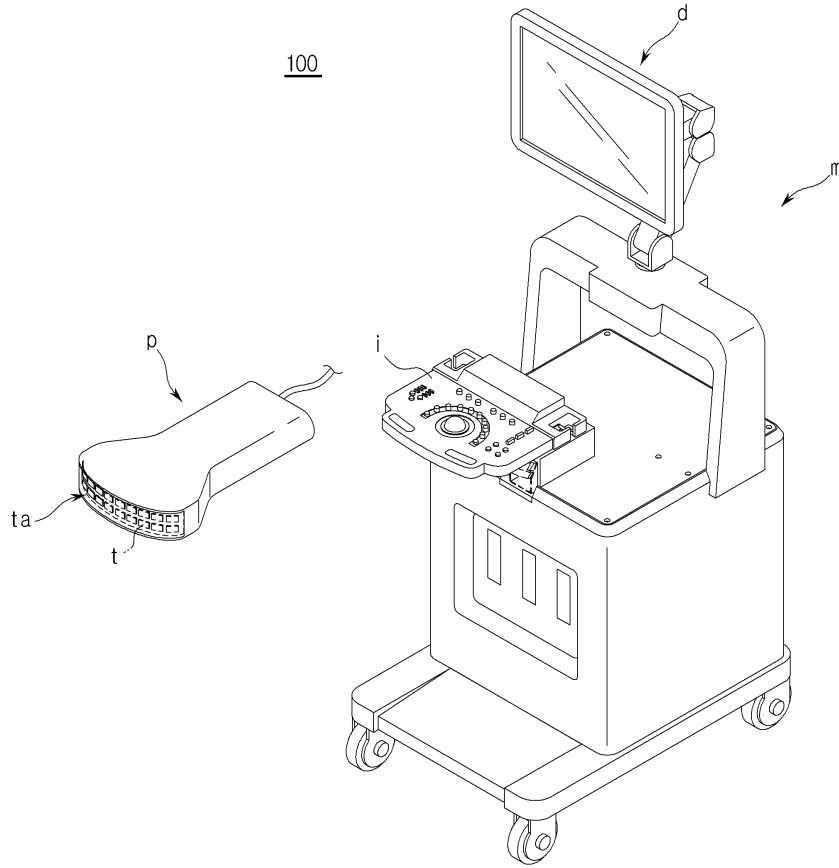
부호의 설명

[0111]

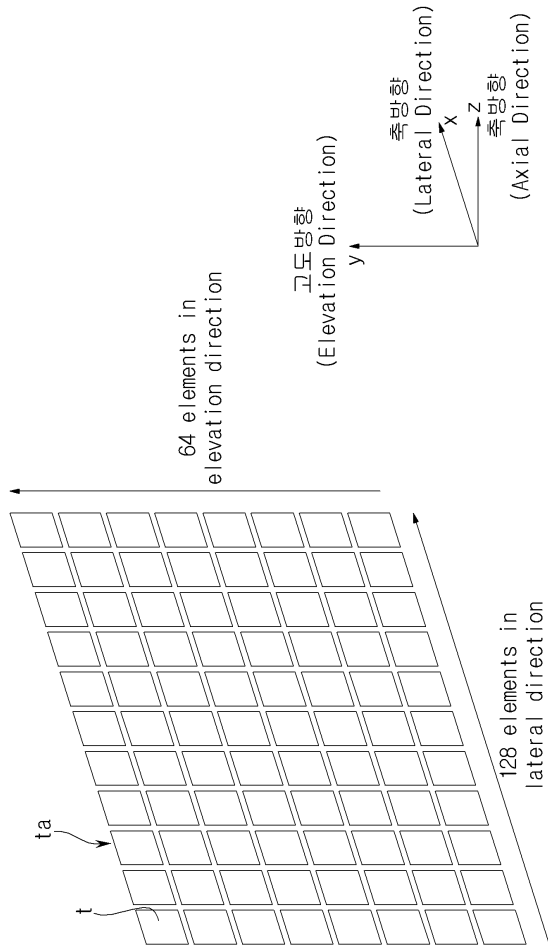
- | | |
|--------------------|------------------|
| 100 : 초음파 진단 장치 | p : 초음파 프로브 |
| ta : 초음파 트랜스듀서 어레이 | t : 초음파 트랜스듀서 소자 |
| m : 본체 | i : 입력부 |
| d : 표시부 | 110 : 제어부 |
| 120 : 송신 빔포밍부 | 130 : 송신 신호 생성부 |
| 140 : 송수신 스위치부 | 150 : 멀티플렉서 |
| 160 : 수신 신호 처리부 | 170 : 수신 빔포밍부 |
| 180 : 영상 처리부 | |

도면

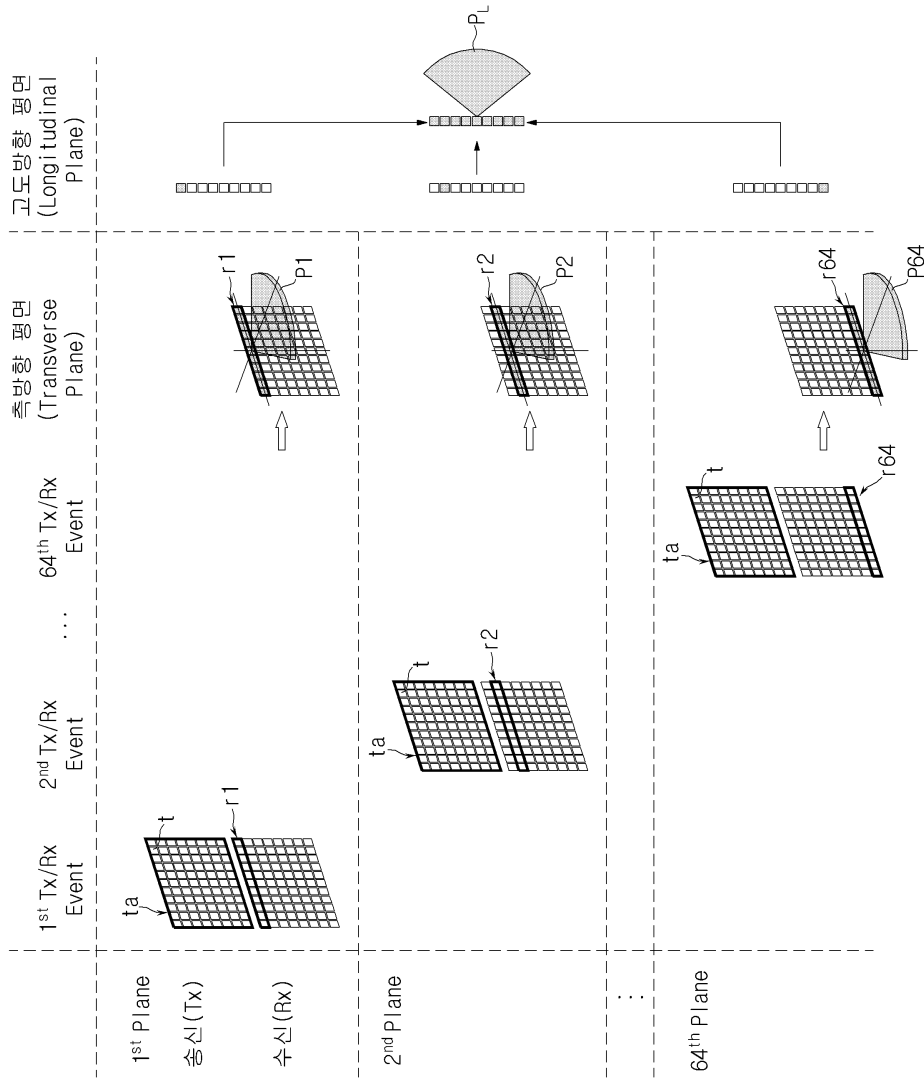
도면1



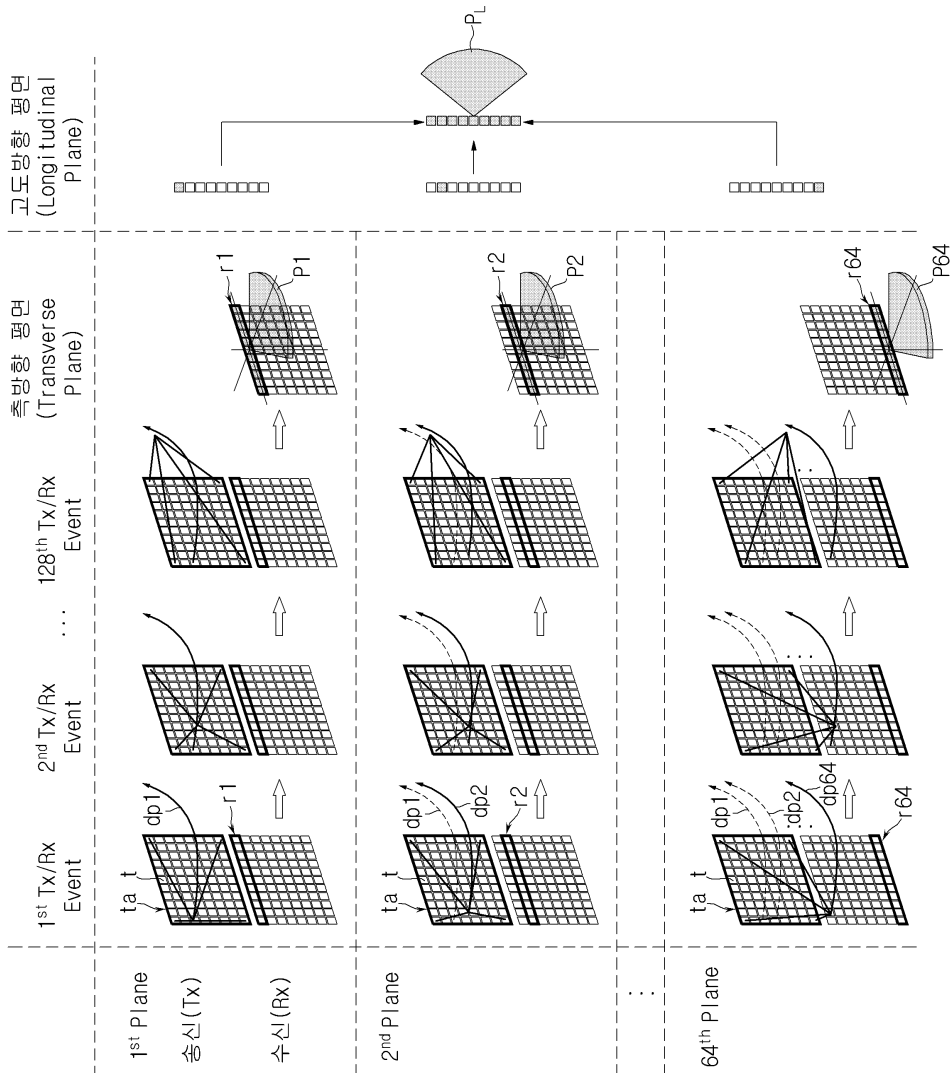
도면2



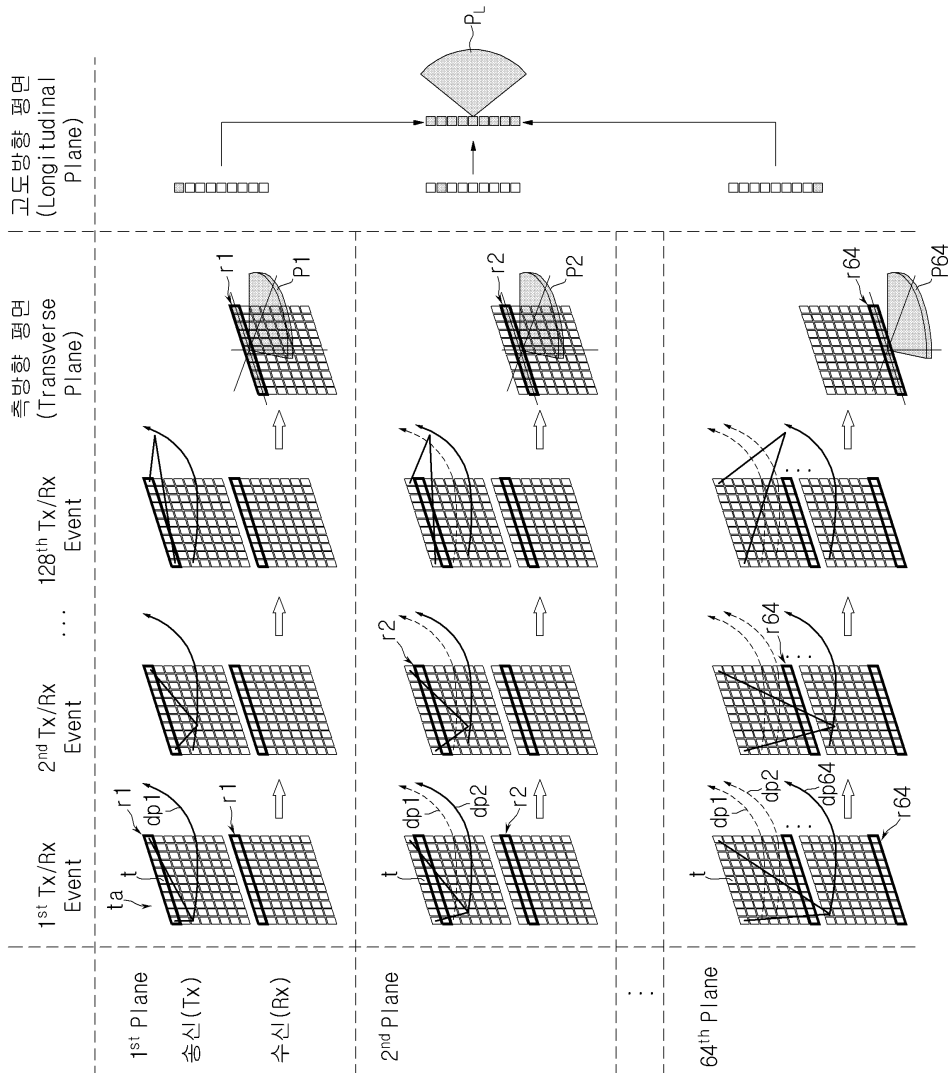
도면3



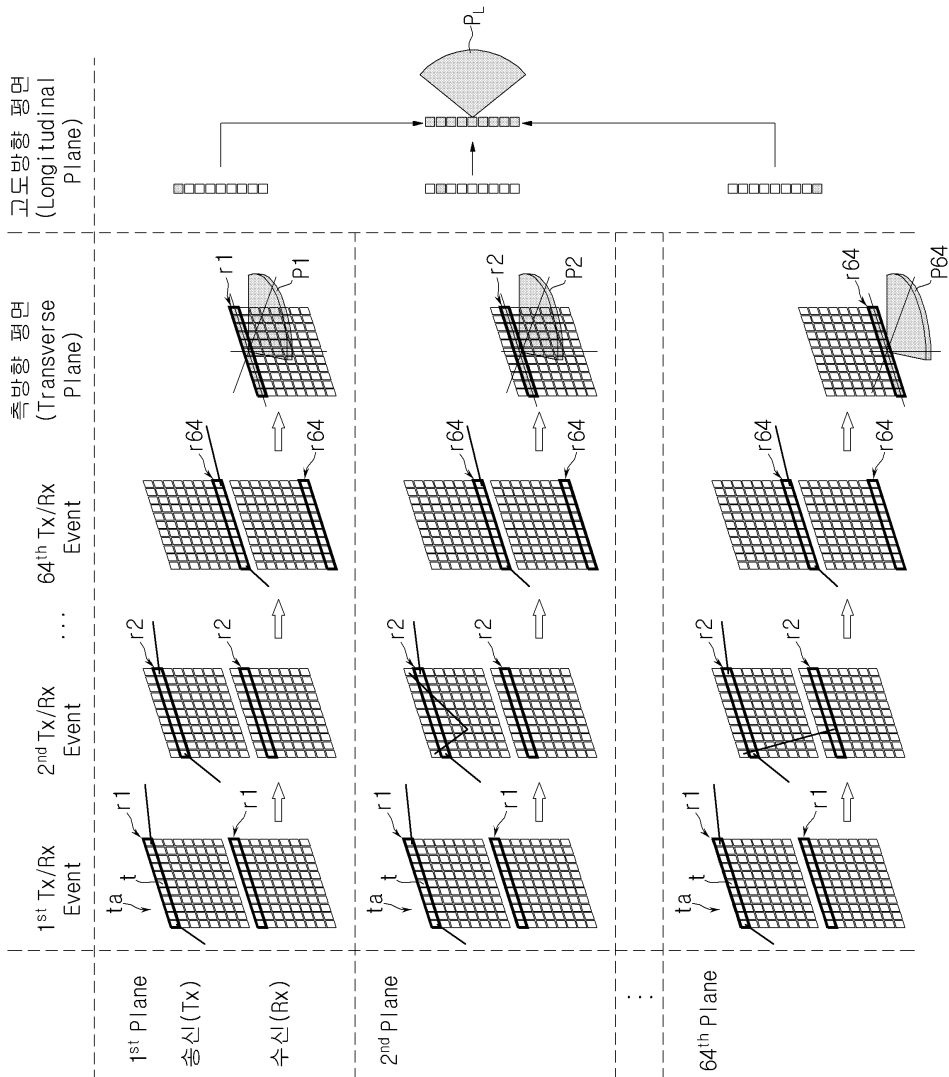
도면4



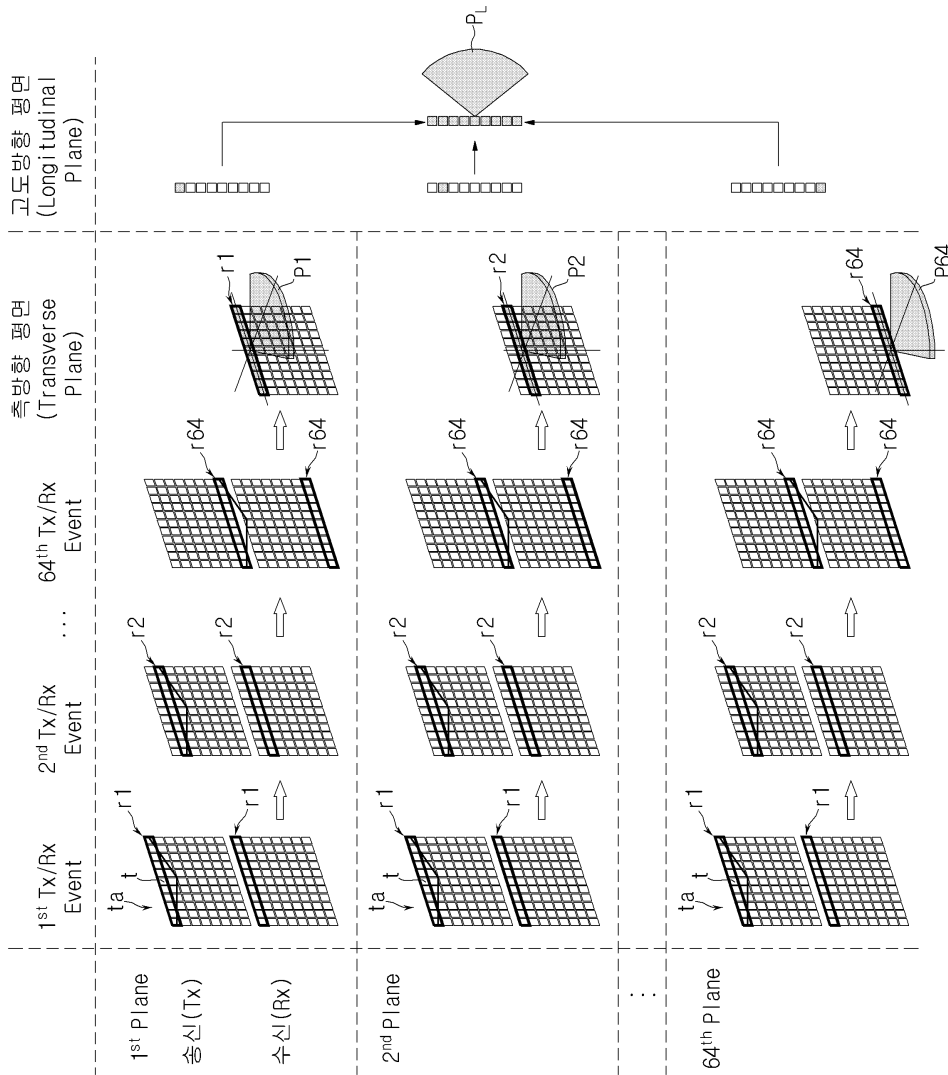
도면5



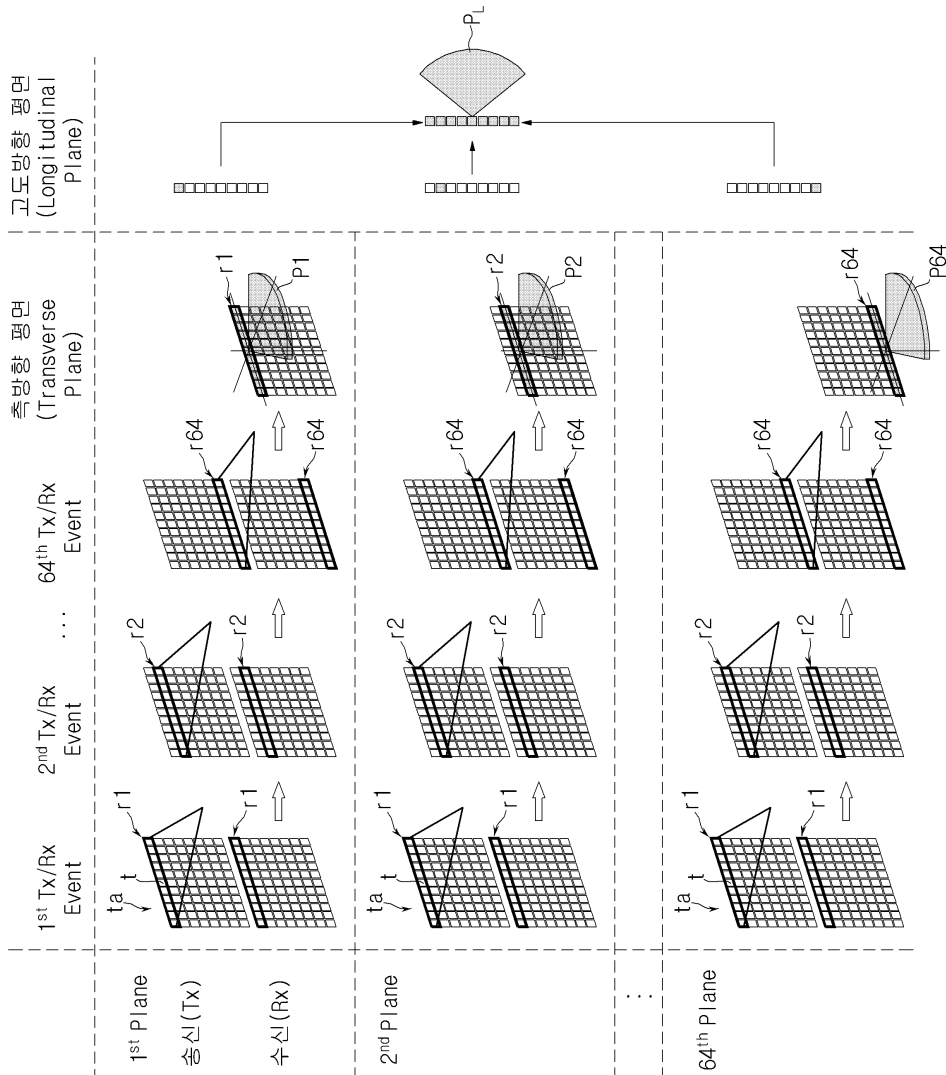
도면6



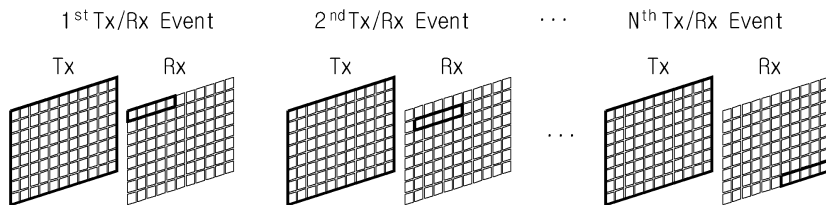
도면7



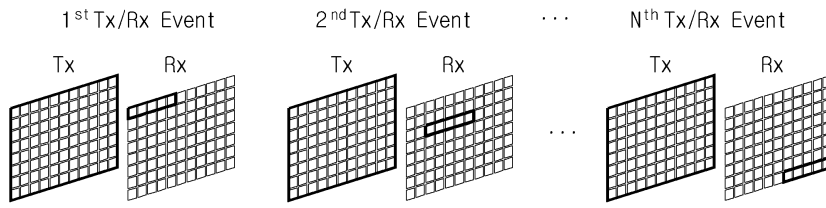
도면8



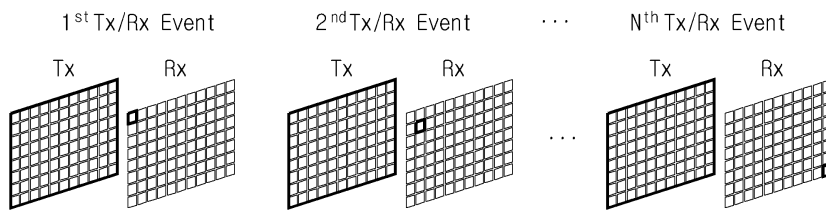
도면9a



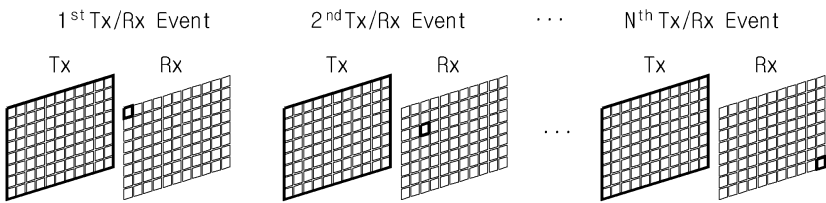
도면9b



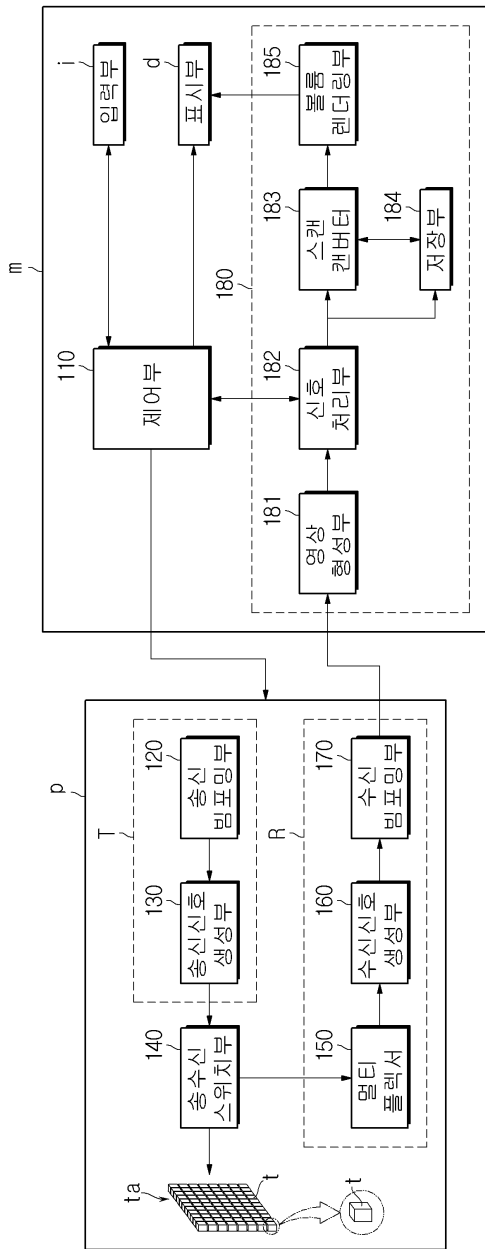
도면9c



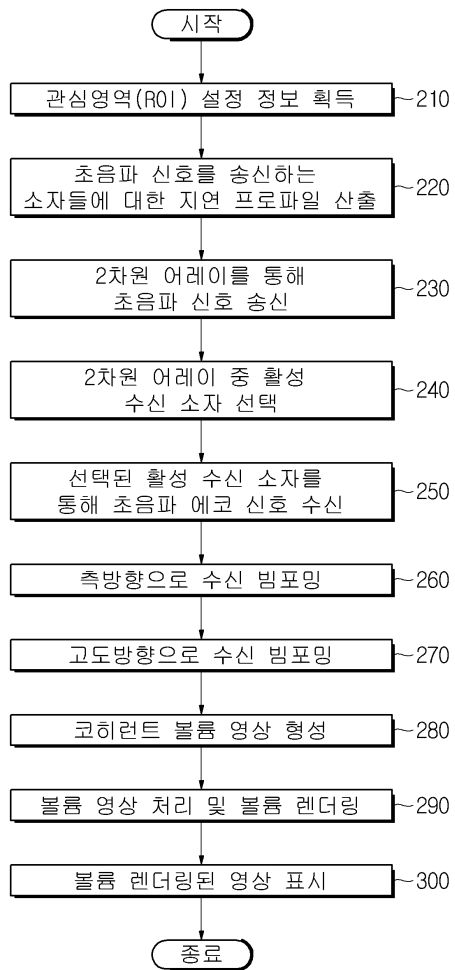
도면9d



도면10



도면11



专利名称(译)	标题：超声诊断设备及其控制方法		
公开(公告)号	KR1020150068846A	公开(公告)日	2015-06-22
申请号	KR1020130154977	申请日	2013-12-12
[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	KIM BAE HYUNG 김배형 KIM YOUNG IL 김영일 SONG JONG KEUN 송종근 LEE SEUNG HEUN 이승헌 CHO KYUN GIL 조경일		
发明人	김배형 김영일 송종근 이승헌 조경일		
IPC分类号	A61B8/14		
CPC分类号	G01S15/8927 G01S15/8925 A61B8/4483 A61B8/4494 G01S15/8993 A61B8/145 G10K11/346 G01S7/52085 G01S15/8997 G01S7/52047 A61B8/483 A61B8/54		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

超声波诊断装置包括超声波换能器阵列 (112)，超声波换能器元件二维地布置在超声波换能器阵列中。控制器，被配置为控制超声波换能器元件发射超声信号并控制布置在超声波换能器阵列的行 (116,118,119) 中的超声波换能器元件，以顺序地接收超声回波信号。

