(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2018-0005930
(43) 공개일자 2018년01월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 8/00 (2006.01) *A61B 8/14* (2006.01)
(52) CPC특허분류
A61B 8/4494 (2013.01)
A61B 8/14 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2016-0086262
(22) 출원일자 2016년07월07일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
삼성메디슨 주식회사
강원도 홍천군 남면 한서로 3366
서강대학교산학협력단
서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)
(72) 발명자
김강식
서울특별시 강남구 테헤란로108길 42 (대치동)
송태경
서울특별시 종로구 평창문화로 156, 101동 703호 (평창동, 평창동 롯데캐슬 로잔)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
리앤목특허법인

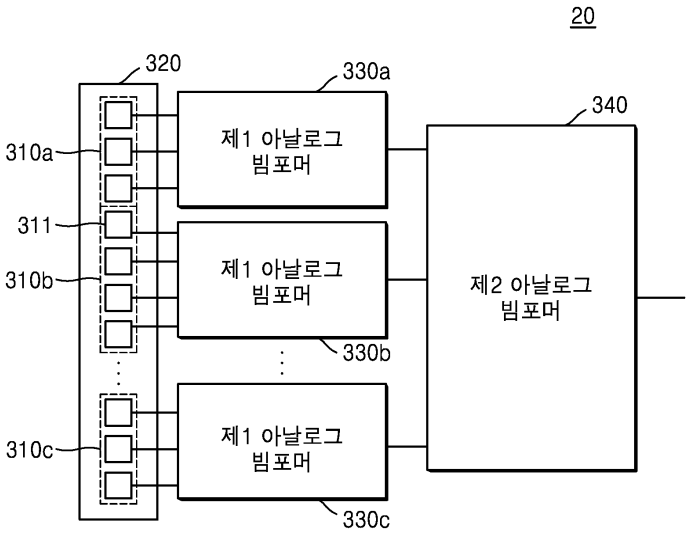
전체 청구항 수 : 총 19 항

(54) 발명의 명칭 **초음파 프로브, 초음파 진단 장치 및 초음파 진단 장치의 제어방법**

(57) 요 약

초음파 프로브, 초음파 진단 장치 및 초음파 진단 장치의 제어방법에 관한 것이다. 일 실시 예에 따르면, 초음파 프로브는, 대상체 내로 초음파를 송신하고, 대상체로부터 송신된 초음파에 대응하는 초음파 에코 신호를 검출하며, 복수개의 제1 서브 어레이에 포함되도록 분류되는 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트, 상기 복수개의 제1 서브 어레이 각각에 포함된 상기 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트에서 검출된 초음파 에코 신호를 각각 1차 빔포밍 하여 제1 합성 신호를 생성하는 복수개의 제1 아날로그 빔포머 및 상기 복수개의 제1 아날로그 빔포머 각각에서 생성된 상기 제1 합성 신호를 2차 빔포밍 하여 제2 합성 신호를 생성하는 제2 아날로그 빔포머를 포함할 수 있다.

대 표 도 - 도3



(72) 발명자

강현길

서울특별시 마포구 백범로 73-17, 402호 (신수동)

박지원

서울특별시 양천구 목동서로 70, 210동 501호 (목동, 목동신시가지아파트2단지)

명 세 서

청구범위

청구항 1

초음파 프로브에 있어서,

대상체내로 초음파를 송신하고, 대상체로부터 송신된 초음파에 대응하는 초음파 에코 신호를 수신하며, 복수개의 제1 서브 어레이에 포함되도록 분류되는 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트;

상기 복수개의 제1 서브 어레이 각각에 포함된 상기 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트에서 수신된 초음파 에코 신호를 각각 1차 빔포밍 하여 제1 합성 신호를 생성하는 복수개의 제1 아날로그 빔포머; 및

상기 복수개의 제1 아날로그 빔포머 각각에서 생성된 상기 제1 합성 신호를 2차 빔포밍 하여 제2 합성 신호를 생성하는 제2 아날로그 빔포머;를 포함하는,

초음파 프로브.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 제2 아날로그 빔포머는 복수개이고,

상기 복수개의 제1 아날로그 빔포머에서 생성된 제1 합성신호는 각각 상기 복수개의 제2 아날로그 빔포머 중 하나에 입력되도록 분류되며,

상기 복수개의 제2 아날로그 빔포머 각각은 입력된 상기 제1 합성신호를 2차 빔포밍 하여 제2 합성 신호를 생성하고,

상기 초음파 프로브는,

상기 복수개의 제2 아날로그 빔포머 각각에서 생성된 제2 합성 신호를 3차 빔포밍 하여 제3 합성 신호를 생성하는 제3 아날로그 빔포머;를 더 포함하는,

초음파 프로브.

청구항 3

제1 항에 있어서,

상기 제1 아날로그 빔포머는 1차 빔포밍을 수행하는 동안에 상기 제1 서브 어레이 내의 트랜스듀서 엘리먼트 간의 신호 지연시간의 차이를 확보하기 위해 복수개의 커패시터를 포함하는 제1 아날로그 램을 포함하고,

상기 복수개의 제1 서브 어레이 각각에 포함되는 트랜스듀서 엘리먼트의 개수는 상기 제1 아날로그 램에 포함된 커패시터 개수에 대응하여 결정되는,

초음파 프로브.

청구항 4

제1 항에 있어서,

상기 제2 아날로그 빔포머는 2차 빔포밍을 수행하는 동안에 상기 제1 서브 어레이 간의 신호 지연시간의 차이를 확보하기 위해 복수개의 커패시터를 포함하는 제2 아날로그 램을 포함하고,

상기 제1 서브 어레이의 개수는 상기 제2 아날로그 램에 포함된 커패시터 개수에 대응하여 결정되는,

초음파 프로브.

청구항 5

제1 항에 있어서,

상기 제1 서브 어레이 각각에 포함되는 트랜스듀서 엘리먼트의 개수는 상기 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트의 개수, 상기 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트 간의 간격 및 상기 트랜스듀서 엘리먼트의 리드 아웃 샘플링 레이트 중 적어도 하나에 기초하여 결정되는,

초음파 프로브.

청구항 6

제1 항에 있어서,

상기 제1 서브 어레이의 개수는 상기 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트의 개수, 상기 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트 간의 간격 및 상기 트랜스듀서 엘리먼트의 리드 아웃 샘플링 레이트 중 적어도 하나에 기초하여 결정되는,

초음파 프로브.

청구항 7

제1 항에 있어서,

상기 대상체 내로 송신된 신호가 집속되는 집속점과 상기 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트 각각의 거리에 기초하여 상기 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트가 복수개의 제1 서브 어레이에 포함되도록 분류되는,

초음파 프로브.

청구항 8

제7 항에 있어서,

상기 복수개의 제1 서브 어레이는, 상기 집속점과 해당 제1 서브 어레이에 포함된 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트 각각의 거리의 최대값과 최소값의 차이인 제1 차이값에 기초하여 결정되는,

초음파 프로브.

청구항 9

제8 항에 있어서,

상기 복수개의 제1 서브 어레이 각각은 상기 제1 차이값이 오차범위 내에 있도록 결정되는,

초음파 프로브.

청구항 10

제1 항에 있어서,

상기 제1 아날로그 빔포머는 1차 빔포밍을 수행하는 동안에 상기 제1 서브 어레이 내의 트랜스듀서 엘리먼트간

의 신호 지연시간의 차이를 확보하기 위해 복수개의 커패시터를 포함하는 제1 아날로그 램을 포함하고,

상기 제2 아날로그 빔포머는 2차 빔포밍을 수행하는 동안에 상기 제1 서브 어레이 간의 신호 지연시간의 차이를 확보하기 위해 복수개의 커패시터를 포함하는 제2 아날로그 램을 포함하며,

상기 복수개의 제1 서브 어레이 중 하나의 제1 서브 어레이에 포함되는 트랜스듀서 엘리먼트의 개수는 상기 제1 아날로그 램에 포함된 커패시터 개수와 상기 제2 아날로그 램에 포함된 커패시터 개수의 합에 기초하여 결정되는,

초음파 프로브.

청구항 11

제1 항에 있어서,

상기 제1 아날로그 빔포머는 1차 빔포밍을 수행하는 동안에 상기 제1 서브 어레이 내의 트랜스듀서 엘리먼트간의 신호 지연시간의 차이를 확보하기 위해 복수개의 커패시터를 포함하는 제1 아날로그 램을 포함하고,

상기 제2 아날로그 빔포머는 2차 빔포밍을 수행하는 동안에 상기 제1 서브 어레이 간의 신호 지연시간의 차이를 확보하기 위해 복수개의 커패시터를 포함하는 제2 아날로그 램을 포함하며,

상기 복수개의 제1 서브 어레이의 개수는 상기 제1 아날로그 램에 포함된 커패시터 개수와 상기 제2 아날로그 램에 포함된 커패시터 개수의 합에 기초하여 결정되는,

초음파 프로브.

청구항 12

초음파 진단 장치에 있어서,

대상체 내로 초음파를 송신하고, 대상체로부터 송신된 초음파에 대응하는 초음파 에코 신호를 검출하며, 복수개의 제1 서브 어레이에 포함되도록 분류되는 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트;

상기 복수개의 제1 서브 어레이 각각에 포함된 상기 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트에서 검출된 초음파 에코 신호를 각각 1차 빔포밍 하여 제1 합성 신호를 생성하는 복수개의 제1 아날로그 빔포머;

상기 복수개의 제1 아날로그 빔포머 각각에서 생성된 상기 제1 합성 신호를 2차 빔포밍 하여 제2 합성 신호를 생성하는 제2 아날로그 빔포머; 및

상기 초음파 에코 신호를 검출하기 위해 이용되는 트랜스듀서 엘리먼트를 상기 대상체 내로 송신된 신호가 집속되는 집속점의 위치에 기초하여 결정하는 제어부;를 포함하는

초음파 진단 장치.

청구항 13

제12 항에 있어서,

상기 대상체 내로 송신된 신호가 집속되는 집속점과 상기 초음파 에코 신호를 검출하기 위해 이용되는 것으로 결정된 트랜스듀서 엘리먼트 각각의 거리에 기초하여 상기 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트가 복수개의 제1 서브 어레이에 포함되도록 분류되는,

초음파 진단 장치.

청구항 14

제12 항에 있어서,

상기 복수개의 제1 서브 어레이의 개수 및 상기 복수개의 제1 서브 어레이 중 하나의 제1 서브 어레이에 포함되는 트랜스듀서 엘리먼트의 개수는 상기 초음파 에코 신호를 검출하기 위해 이용되는 것으로 결정된 트랜스듀서 엘리먼트의 개수에 기초하여 결정되는,

초음파 진단 장치.

청구항 15

제12 항에 있어서,

상기 집속점이 상기 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트를 포함하는 트랜스듀서 어레이에 가까워 질 수록, 상기 초음파 에코 신호를 검출하는 트랜스듀서 엘리먼트의 개수가 감소되는,

초음파 진단 장치.

청구항 16

초음파 진단 장치 제어방법에 있어서,

대상체 내로 상기 초음파를 송신하는 단계;

상기 대상체로부터 송신된 초음파에 대응하는 초음파 에코 신호를 검출하는 단계;

상기 대상체 내로 송신되는 초음파가 집속되는 집속점의 위치에 기초하여 상기 대상체로부터 송신된 초음파에 대응하는 초음파 에코 신호의 검출에 이용되는 트랜스듀서 엘리먼트를 결정하는 단계;

상기 집속점의 위치에 기초하여 복수개의 제1 서브 어레이에 포함되도록 상기 결정된 트랜스듀서 엘리먼트를 분류하는 단계;

상기 복수개의 제1 서브 어레이 각각에 포함된 상기 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트에서 검출된 초음파 에코 신호를 각각 1차 빔포밍 하여 제1 합성 신호를 생성하는 단계; 및

상기 복수개의 제1 아날로그 빔포머 각각에서 생성된 상기 제1 합성 신호를 2차 빔포밍 하여 제2 합성 신호를 생성하는 단계;를 포함하는

초음파 진단 장치 제어방법.

청구항 17

제16 항에 있어서,

상기 대상체 내로 송신된 신호가 집속되는 집속점과 상기 초음파 에코 신호를 검출하기 위해 이용되는 것으로 결정된 트랜스듀서 엘리먼트 각각의 거리에 기초하여 상기 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트가 복수개의 제1 서브 어레이에 포함되도록 분류되는,

초음파 진단 장치 제어방법.

청구항 18

제16 항에 있어서,

상기 복수개의 제1 서브 어레이의 개수 및 상기 복수개의 제1 서브 어레이 중 하나의 제1 서브 어레이에 포함되는 트랜스듀서 엘리먼트의 개수는 상기 초음파 에코 신호를 검출하기 위해 이용되는 것으로 결정된 트랜스듀서 엘리먼트의 개수에 기초하여 결정되는,

초음파 진단 장치 제어방법.

청구항 19

제16 항에 있어서,

상기 집속점이 상기 복수개의 트랜드듀서 엘리먼트를 포함하는 트랜스듀서 어레이에 가까워 질 수록, 상기 초음파 에코 신호를 검출하는 트랜스듀서 엘리먼트의 개수가 감소되는,

초음파 진단 장치 제어방법.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 초음파 프로브, 초음파 진단 장치 및 초음파 진단 장치의 제어방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 초음파 진단 장치는 프로브(probe)의 트랜스듀서(transducer)로부터 생성되는 초음파 신호를 대상체로 송신하고, 대상체로부터 반사된 신호의 정보를 검출하여 대상체 내부의 부위(예를 들면, 연조직 또는 혈류)에 대한 적어도 하나의 영상을 얻는 장치를 의미한다.

[0003] 초음파 진단 장치는 대상체로부터 반사된 신호에 대해 빔포밍 처리를 한다. 빔포밍은 다채널로 입력되는 전기적 신호를 합성하여 하나의 신호를 생성하는 신호처리 기술이다.

[0004] 초음파 진단 장치는 복수의 트랜스듀서 엘리먼트 각각이 검출한 초음파를 전기적 신호로 변환하고, 변환된 복수 채널의 전기적 신호의 딜레이를 조절하여 합성함으로써 빔포밍 처리를 할 수 있다.

[0005] 디지털 방식으로 빔포밍을 수행하는 디지털 빔포머는 각 트랜스듀서 엘리먼트에서 검출한 아날로그 에코 신호를 디지털 신호로 변환해서 빔포밍 및 신호처리를 수행하므로, 각 트랜스듀서 엘리먼트마다 아날로그-디지털 변환기(Analog-to-Digital Converter)가 필수적으로 사용된다. 또한, 2차원 트랜스듀서 어레이를 통해 초음파 에코 신호를 검출하는 경우, 초음파 에코 신호 검출에 이용된 트랜스듀서 엘리먼트 개수와 같은 개수의 아날로그-디지털 변환기가 필요하기 때문에 디지털 빔포밍에 사용되는 하드웨어의 크기가 매우 커지고, 복잡도가 증가되는 문제점이 존재한다.

[0006] 아날로그 빔포머는 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트 각각이 검출한 아날로그 에코 신호에 서로 다른 딜레이를 적용하고, 지연된 아날로그 에코 신호를 특정 공통된 시각에 아날로그 방식으로 합산하여 빔포밍을 수행하며, 빔포밍이 수행된 아날로그 신호를 아날로그-디지털 변환기를 통하여 디지털 신호로 변환한다. 아날로그 빔포머는 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트 각각이 검출한 초음파 에코 신호에 서로 다른 딜레이를 적용하는 아날로그 램을 필요로 한다. 아날로그 램은 도 5에 도시된 바와 같이 커패시터를 이용한 Sample/hold 회로가 사용될 수 있다. Sample/hold 회로는 도 5에 도시된 바와 같이, 샘플 스위치, 리드 아웃 스위치, 커패시터, 전하 적분기, 제1 시프트 레지스터 및 제2 시프트 레지스터를 포함하도록 구성된다. 시스템 신호의 인가에 따라, Sample/hold회로에 포함된 복수의 커패시터는 차례대로 샘플링 및 리드 아웃을 수행한다. 복수의 커패시터가 차례대로 샘플링 및 리드 아웃을 수행함으로써 트랜스듀서 엘리먼트에서에서 검출한 초음파 에코 신호가 지연된다.

[0007] 아날로그 빔포머가 구비한 아날로그 램의 커패시터 수가 정확한 아날로그 빔포밍을 수행하기 위해서 필요한 아날로그 램의 커패시터 수보다 적은 경우, 아날로그 빔포밍이 제대로 수행되지 못한다. 아날로그 빔포밍이 제대로 수행되지 못하면, 초음파 진단 장치가 생성한 영상의 해상도가 낮아지는 문제점이 발생된다. 하지만, 아날로그 빔포머는 공간적인 제약으로 인해서 복수개의 커패시터를 포함하는 아날로그 램을 무한히 구비할 수 없어 초음파 진단 장치가 생성한 영상의 해상도가 낮아질 수 있는 문제가 존재한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0008] 개시된 실시예들은, 아날로그 빔포밍을 수행하기 위해 필요한 아날로그 램의 커패시터 개수를 축소하여 공간적

인 제약을 해결하는 아날로그 빔포머가 포함된 초음파 프로브를 제공하는데 목적이 있다.

[0009] 또한, 개시된 실시예들은, 아날로그 램의 커패시터 개수를 축소하여도, 해상도가 낮아지지 않은 영상을 생성할 수 있는 초음파 진단 장치 및 그 제어방법을 제공하는데 목적이 있다.

과제의 해결 수단

[0010] 상기 과제들을 달성하기 위한 일 실시예에 따르면, 초음파 프로브는, 대상체 내로 초음파를 송신하고, 대상체로부터 송신된 초음파에 대응하는 초음파 에코 신호를 검출하며, 복수개의 제1 서브 어레이에 포함되도록 분류되는 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트, 상기 복수개의 제1 서브 어레이 각각에 포함된 상기 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트에서 검출된 초음파 에코 신호를 각각 1차 빔포밍 하여 제1 합성 신호를 생성하는 복수개의 제1 아날로그 빔포머 및 상기 복수개의 제1 아날로그 빔포머 각각에서 생성된 상기 제1 합성 신호를 2차 빔포밍 하여 제2 합성 신호를 생성하는 제2 아날로그 빔포머를 포함한다.

[0011] 일 실시예에 따르면, 상기 제2 아날로그 빔포머는 복수개이고, 상기 복수개의 제1 아날로그 빔포머에서 생성된 제1 합성신호는 각각 상기 복수개의 제2 아날로그 빔포머 중 하나에 입력되도록 분류되며, 상기 복수개의 제2 아날로그 빔포머 각각은 입력된 상기 제1 합성신호를 2차 빔포밍 하여 제2 합성 신호를 생성하고, 상기 초음파 프로브는, 상기 복수개의 제2 아날로그 빔포머 각각에서 생성된 제2 합성 신호를 3차 빔포밍 하여 제3 합성 신호를 생성하는 제3 아날로그 빔포머를 더 포함한다.

[0012] 일 실시예에 따르면, 상기 제1 아날로그 빔포머는 1차 빔포밍을 수행하는 동안에 상기 제1 서브 어레이 내의 트랜스듀서 엘리먼트 간의 신호 지연시간의 차이를 확보하기 위해 복수개의 캐패시터를 포함하는 제1 아날로그 램을 포함하고, 상기 복수개의 제1 서브 어레이 각각에 포함되는 트랜스듀서 엘리먼트의 개수는 상기 제1 아날로그 램에 포함된 캐패시터 개수에 대응하여 결정된다.

[0013] 일 실시예에 따르면, 상기 제2 아날로그 빔포머는 2차 빔포밍을 수행하는 동안에 상기 제1 서브 어레이 간의 신호 지연시간의 차이를 확보하기 위해 복수개의 캐패시터를 포함하는 제2 아날로그 램을 포함하고, 상기 제1 서브 어레이의 개수는 상기 제2 아날로그 램에 포함된 캐패시터 개수에 대응하여 결정된다.

[0014] 일 실시예에 따르면, 상기 제1 서브 어레이 각각에 포함되는 트랜스듀서 엘리먼트의 개수는 상기 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트의 개수, 상기 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트 간의 간격 및 상기 트랜스듀서 엘리먼트의 리드 아웃 샘플링 레이트 중 적어도 하나에 기초하여 결정된다.

[0015] 일 실시예에 따르면, 상기 제1 서브 어레이의 개수는 상기 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트의 개수, 상기 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트 간의 간격 및 상기 트랜스듀서 엘리먼트의 리드 아웃 샘플링 레이트 중 적어도 하나에 기초하여 결정된다.

[0016] 일 실시예에 따르면, 상기 대상체 내로 송신된 신호가 집속되는 집속점과 상기 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트 각각의 거리에 기초하여 상기 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트가 복수개의 제1 서브 어레이에 포함되도록 분류된다.

[0017] 일 실시예에 따르면, 상기 복수개의 제1 서브 어레이는, 상기 집속점과 해당 제1 서브 어레이에 포함된 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트 각각의 거리의 최대값과 최소값의 차이인 제1 차이값에 기초하여 결정된다.

[0018] 일 실시예에 따르면, 상기 복수개의 제1 서브 어레이 각각은 상기 제1 차이값이 오차범위 내에 있도록 결정된다.

[0019] 일 실시예에 따르면, 상기 제1 아날로그 빔포머는 1차 빔포밍을 수행하는 동안에 상기 제1 서브 어레이 내의 트랜스듀서 엘리먼트간의 신호 지연시간의 차이를 확보하기 위해 복수개의 캐패시터를 포함하는 제1 아날로그 램을 포함하고, 상기 제2 아날로그 빔포머는 2차 빔포밍을 수행하는 동안에 상기 제1 서브 어레이 간의 신호 지연시간의 차이를 확보하기 위해 복수개의 캐패시터를 포함하는 제2 아날로그 램을 포함하며, 상기 복수개의 제1 서브 어레이 중 하나의 제1 서브 어레이에 포함되는 트랜스듀서 엘리먼트의 개수는 상기 제1 아날로그 램에 포함된 캐패시터 개수와 상기 제2 아날로그 램에 포함된 캐패시터 개수의 합에 기초하여 결정된다.

[0020] 일 실시예에 따르면, 상기 제1 아날로그 빔포머는 1차 빔포밍을 수행하는 동안에 상기 제1 서브 어레이 내의 트랜스듀서 엘리먼트간의 신호 지연시간의 차이를 확보하기 위해 복수개의 커패시터를 포함하는 제1 아날로그 램을 포함하고, 상기 제2 아날로그 빔포머는 2차 빔포밍을 수행하는 동안에 상기 제1 서브 어레이 간의 신호 지연시간의 차이를 확보하기 위해 복수개의 커패시터를 포함하는 제2 아날로그 램을 포함하며, 상기 복수개의 제1

서브 어레이의 개수는 상기 제1 아날로그 램에 포함된 커패시터 개수와 상기 제2 아날로그 램에 포함된 커패시터 개수의 합에 기초하여 결정된다.

[0021] 상기 과제들을 달성하기 위한 일 실시예에 따르면, 초음파 진단 장치는 대상체 내로 초음파를 송신하고, 대상체로부터 송신된 초음파에 대응하는 초음파 에코 신호를 검출하며, 복수개의 제1 서브 어레이에 포함되도록 분류되는 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트, 상기 복수개의 제1 서브 어레이 각각에 포함된 상기 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트에서 검출된 초음파 에코 신호를 각각 1차 빔포밍 하여 제1 합성 신호를 생성하는 복수개의 제1 아날로그 빔포머, 상기 복수개의 제1 아날로그 빔포머 각각에서 생성된 상기 제1 합성 신호를 2차 빔포밍 하여 제2 합성 신호를 생성하는 제2 아날로그 빔포머 및 상기 초음파 에코 신호를 검출하기 위해 이용되는 트랜스듀서 엘리먼트를 상기 대상체 내로 송신된 신호가 집속되는 집속점의 위치에 기초하여 결정하는 제어부를 포함한다.

[0022] 일 실시예에 따르면, 상기 대상체 내로 송신된 신호가 집속되는 집속점과 상기 초음파 에코 신호를 검출하기 위해 이용되는 것으로 결정된 트랜스듀서 엘리먼트 각각의 거리에 기초하여 상기 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트가 복수개의 제1 서브 어레이에 포함되도록 분류된다.

[0023] 일 실시예에 따르면, 상기 복수개의 제1 서브 어레이의 개수 및 상기 복수개의 제1 서브 어레이 중 하나의 제1 서브 어레이에 포함되는 트랜스듀서 엘리먼트의 개수는 상기 결정된 초음파 에코 신호를 검출하는 트랜스듀서 엘리먼트의 개수에 기초하여 결정된다.

[0024] 일 실시예에 따르면, 상기 집속점이 상기 복수개의 트랜드듀서 엘리먼트를 포함하는 트랜스듀서 어레이에 가까워 질 수록, 상기 초음파 에코 신호를 검출하는 트랜스듀서 엘리먼트의 개수가 감소된다.

[0025] 상기 과제들을 달성하기 위한 일 실시예에 따르면, 초음파 진단 장치 제어방법에 있어서, 대상체 내로 상기 초음파를 송신하는 단계, 상기 대상체로부터 송신된 초음파에 대응하는 초음파 에코 신호를 검출하는 단계, 상기 대상체 내로 송신되는 초음파가 집속되는 집속점의 위치에 기초하여 상기 대상체로부터 송신된 초음파에 대응하는 초음파 에코 신호를 검출하기 위해 이용되는 트랜스듀서 엘리먼트를 결정하는 단계, 상기 집속점의 위치에 기초하여 복수개의 제1 서브 어레이에 포함되도록 상기 결정된 트랜스듀서 엘리먼트를 분류하는 단계, 상기 복수개의 제1 서브 어레이 각각에 포함된 상기 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트에서 검출된 초음파 에코 신호를 각각 1차 빔포밍 하여 제1 합성 신호를 생성하는 단계 및 상기 복수개의 제1 아날로그 빔포머 각각에서 생성된 상기 제1 합성 신호를 2차 빔포밍 하여 제2 합성 신호를 생성하는 단계를 포함한다.

[0026] 일 실시예에 따르면, 상기 대상체 내로 송신된 신호가 집속되는 집속점과 상기 초음파 에코 신호를 검출하기 위해 이용되는 것으로 결정된 트랜스듀서 엘리먼트 각각의 거리에 기초하여 상기 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트가 복수개의 제1 서브 어레이에 포함되도록 분류된다.

[0027] 일 실시예에 따르면, 상기 복수개의 제1 서브 어레이의 개수 및 상기 복수개의 제1 서브 어레이 중 하나의 제1 서브 어레이에 포함되는 트랜스듀서 엘리먼트의 개수는 상기 결정된 초음파 에코 신호를 검출하는 트랜스듀서 엘리먼트의 개수에 기초하여 결정된다.

[0028] 일 실시예에 따르면, 상기 집속점이 상기 복수개의 트랜드듀서 엘리먼트를 포함하는 트랜스듀서 어레이에 가까워 질 수록, 상기 초음파 에코 신호를 검출하는 트랜스듀서 엘리먼트의 개수가 감소된다.

도면의 간단한 설명

[0029] 도 1은 일 실시 예에 따른 초음파 진단 장치의 구성을 도시한 블록도이다.

도 2의 (a) 내지 (c)는 일 실시 예에 따른 초음파 진단 장치를 나타내는 도면들이다.

도 3은 일 실시 예에 따른 초음파 진단 장치의 프로브의 구성을 도시한 블록도이다.

도 4는 일 실시 예에 따른 초음파 진단 장치의 프로브의 구성을 구체적으로 도시한 블록도이다.

도 5는 일 실시 예에 따른 아날로그 빔포머에 포함된 아날로그 램의 회로도이다.

도 6은 아날로그 램에 포함된 커패시터의 개수와 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트 각각에 검출된 초음파 에코 신호의 지연시간의 관계를 도시한 개념도이다.

도 7은 일 실시 예에 따른 삼중 구조의 아날로그 빔포머를 포함하는 초음파 진단 장치의 프로브의 구성을 도시한 블록도이다.

도 8은 다중 구조의 아날로그 빔포머 및 트랜스듀서 엘리먼트 개수에 대응하여 아날로그 빔포밍에 필요한 커패시터 개수를 나타낸 그래프이다.

도 9는 일 실시 예에 따른 이중 구조의 아날로그 빔포머를 포함하는 초음파 진단 장치의 프로브에 있어서, 제1 서브 어레이에 포함되는 트랜스듀서 엘리먼트 수에 대응하여 아날로그 빔포밍에 필요한 커패시터 개수를 나타낸 그래프이다.

도 10은 일 실시 예에 따른 이중 구조의 아날로그 빔포머를 포함하는 초음파 진단 장치의 프로브에 있어서, 집속점과 복수의 트랜스듀서 엘리먼트 각각의 거리에 대응하여 제1 서브 어레이를 분류하는 것을 나타낸 개념도이다.

도 11은 일 실시 예에 따른 이중 구조의 아날로그 빔포머를 포함하는 초음파 진단 장치의 프로브에 있어서, 집속점과 복수의 트랜스듀서 엘리먼트 각각의 거리에 기초하여 제1 서브 어레이를 분류하는 것을 나타낸 개념도이다.

도 12는 일 실시 예에 따른 초음파 진단 장치의 프로브에 있어서, 집속점과 트랜스듀서 어레이 사이의 거리에 기초하여 초음파 에코 신호를 검출하는 트랜스듀서 엘리먼트가 결정되는 것을 나타낸 개념도이다.

도 13은 일 실시 예에 따른 초음파 진단 장치의 프로브에 있어서, 집속점과 트랜스듀서 어레이 사이의 거리에 기초하여 초음파 에코 신호를 검출하는 트랜스듀서 엘리먼트가 결정되는 것을 나타낸 개념도이다.

도 14는 일 실시 예에 따른 이중 구조의 아날로그 빔포머를 포함하는 초음파 진단 장치의 프로브에 있어서, 집속점과 트랜스 듀서 어레이 사이의 거리에 기초하여 초음파 에코 신호를 검출하는 트랜스듀서 엘리먼트와 제1 서브 어레이가 결정되는 것을 나타낸 개념도이다.

도 15는 일 실시 예에 따른 이중 구조의 아날로그 빔포머를 포함하는 초음파 진단 장치의 프로브에 있어서, 집속점과 트랜스 듀서 어레이 사이의 거리에 기초하여 초음파 에코 신호를 검출하는 트랜스듀서 엘리먼트와 제1 서브 어레이가 결정되는 것을 나타낸 개념도이다.

도 16은 일 실시 예에 따른 이중 구조의 아날로그 빔포머를 포함하는 초음파 진단 장치를 도시한 블록도이다.

도 17은 일 실시 예에 따른 이중 구조의 아날로그 빔포머를 포함하는 초음파 진단 장치의 제어방법에 관한 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0030] 본 명세서는 본 발명의 권리범위를 명확히 하고, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명을 실시할 수 있도록, 본 발명의 원리를 설명하고, 실시예들을 개시한다. 개시된 실시예들은 다양한 형태로 구현될 수 있다.

[0031] 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성요소를 지칭한다. 본 명세서가 실시예들의 모든 요소들을 설명하는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 일반적인 내용 또는 실시예들 간에 중복되는 내용은 생략한다. 명세서에서 사용되는 '부'(part, portion)라는 용어는 소프트웨어 또는 하드웨어로 구현될 수 있으며, 실시예들에 따라 복수의 '부'가 하나의 요소(unit, element)로 구현되거나, 하나의 '부'가 복수의 요소들을 포함하는 것도 가능하다. 이하 첨부된 도면들을 참고하여 본 발명의 작용 원리 및 실시예들에 대해 설명한다.

[0032] 본 명세서에서 영상은 자기 공명 영상(MRI) 장치, 컴퓨터 단층 촬영(CT) 장치, 초음파 촬영 장치, 또는 엑스레이 촬영 장치 등의 의료 영상 장치에 의해 획득된 의료 영상을 포함할 수 있다.

[0033] 본 명세서에서 '대상체(object)'는 촬영의 대상이 되는 것으로서, 사람, 동물, 또는 그 일부를 포함할 수 있다. 예를 들어, 대상체는 신체의 일부(장기 또는 기관 등; organ) 또는 팬텀(phantom) 등을 포함할 수 있다.

[0034] 명세서 전체에서 "초음파 영상"이란 대상체로 송신되고, 대상체로부터 반사된 초음파 신호에 근거하여 처리된 대상체(object)에 대한 영상을 의미한다.

[0035] 이하에서는 도면을 참조하여 실시 예들을 상세히 설명한다.

[0036] 도 1은 일 실시예에 따른 초음파 진단 장치의 구성을 도시한 블록도이다.

[0037] 도 1을 참조하면, 초음파 진단 장치(100)는, 프로브(20), 초음파 송수신부(110), 제어부(120), 영상 처리부

(130), 디스플레이부(140), 입력부(170), 저장부(150) 및 통신부(160)를 포함할 수 있다.

[0038] 일 실시예에 따른 프로브(20)는 복수의 트랜스듀서들을 포함할 수 있다. 복수의 트랜스듀서들은 2차원으로 배열되어 2차원 트랜스듀서 어레이를 형성할 수 있다. 다만 이에 한정되는 것은 아니다.

[0039] 예를 들어, 2차원 트랜스듀서 어레이는 제1 방향으로 배열된 복수의 트랜스듀서들을 포함하는 서브 어레이를 제1 방향과 다른 제2 방향으로 복수 개 포함하는 형태일 수 있다.

[0040] 또한, 초음파 송수신부(110)는 아날로그 빔포머(113) 및 디지털 빔포머(115)를 포함할 수 있다. 도 1에서는 초음파 송수신부(110)와 프로브(20)가 별개의 구성인 것으로 도시하였으나, 일 실시예에 따른 프로브(20)는 구현 형태에 따라, 초음파 송수신부(110)의 구성을 일부 또는 전부 포함할 수 있다. 예를 들어, 프로브(20)는 아날로그 빔포머(113) 및 디지털 빔포머(115) 중 하나를 포함하거나 또는 둘 다 포함할 수 있다.

[0041] 제어부(120)는 2차원 트랜스듀서 어레이에 포함되는 복수의 서브 어레이들 각각에 대하여, 서브 어레이 별로 디지털 빔포밍을 위한 시간 지연 값을 산출할 수 있다. 또한, 제어부(120)는 복수의 서브 어레이들 중 어느 하나의 서브 어레이에 포함된 트랜스듀서들 각각에 대한 아날로그 빔포밍을 위한 시간 지연 값을 산출할 수 있다.

[0042] 제어부(120)는 아날로그 빔포밍을 위한 시간 지연 값 및 디지털 빔포밍을 위한 시간 지연 값들에 따라, 복수의 트랜스듀서들 각각에 인가될 송신 신호를 형성하도록 아날로그 빔포머(113) 및 디지털 빔포머(115)를 제어할 수 있다.

[0043] 또한, 제어부(120)는 복수의 트랜스듀서들로부터 수신한 신호들을 아날로그 빔포밍을 위한 시간 지연 값에 따라, 서브 어레이 별로 합산하도록 아날로그 빔포머(113)를 제어할 수 있다. 또한, 제어부(120)는 서브 어레이 별로 합산된 신호를 아날로그 디지털 변환하도록 초음파 송수신부(110)를 제어할 수 있다. 또한, 제어부(120)는 디지털 변환된 신호들을 디지털 빔포밍을 위한 시간 지연값에 따라 합산하여, 초음파 데이터를 생성하도록 디지털 빔포머(115)를 제어할 수 있다.

[0044] 또한, 제어부(120)는 복수의 트랜스듀서들을 복수개의 서브 어레이에 포함되도록 분류하고, 아날로그 빔포밍을 위한 시간 지연 값을 적용하고, 복수개의 서브 어레이 별로 신호를 합산하도록 아날로그 빔포머(113)를 제어할 수 있다. 또한, 제어부(120)는 복수개의 서브 어레이 별로 신호를 합산하여 생성된 합성 신호를 아날로그 빔포밍을 위한 시간 지연 값을 적용하여, 재합산 하도록 아날로그 빔포머(113)를 제어할 수 있다.

[0045] 영상 처리부(130)는 생성된 초음파 데이터를 이용하여, 초음파 영상을 생성한다.

[0046] 디스플레이부(140)는 생성된 초음파 영상 및 초음파 진단 장치(100)에서 처리되는 다양한 정보를 표시할 수 있다. 초음파 진단 장치(100)는 구현 형태에 따라 하나 또는 복수의 디스플레이부(140)를 포함할 수 있다. 또한, 디스플레이부(140)는 터치패널과 결합하여 터치 스크린으로 구현될 수 있다.

[0047] 제어부(120)는 초음파 진단 장치(100)의 전반적인 동작 및 초음파 진단 장치(100)의 내부 구성 요소들 사이의 신호 흐름을 제어할 수 있다. 제어부(120)는 초음파 진단 장치(100)의 기능을 수행하기 위한 프로그램 또는 데이터를 저장하는 메모리, 및 프로그램 또는 데이터를 처리하는 프로세서를 포함할 수 있다. 또한, 제어부(120)는 입력부(170) 또는 외부 장치로부터 제어신호를 수신하여, 초음파 진단 장치(100)의 동작을 제어할 수 있다.

[0048] 초음파 진단 장치(100)는 통신부(160)를 포함하며, 통신부(160)를 통해 외부 장치(예를 들면, 서버, 의료 장치, 휴대 장치(스마트폰, 태블릿 PC, 웨어러블 기기 등))와 연결할 수 있다.

[0049] 통신부(160)는 외부 장치와 통신을 가능하게 하는 하나 이상의 구성 요소를 포함할 수 있으며, 예를 들어 근거리 통신 모듈, 유선 통신 모듈 및 무선 통신 모듈 중 적어도 하나를 포함할 수 있다.

[0050] 통신부(160)가 외부 장치로부터 제어 신호 및 데이터를 수신하고, 수신된 제어 신호를 제어부(120)에 전달하여 제어부(120)로 하여금 수신된 제어 신호에 따라 초음파 진단 장치(100)를 제어하도록 하는 것도 가능하다.

[0051] 또는, 제어부(120)가 통신부(160)를 통해 외부 장치에 제어 신호를 송신함으로써, 외부 장치를 제어부의 제어 신호에 따라 제어하는 것도 가능하다.

[0052] 예를 들어 외부 장치는 통신부를 통해 수신된 제어부의 제어 신호에 따라 외부 장치의 데이터를 처리할 수 있다.

[0053] 외부 장치에는 초음파 진단 장치(100)를 제어할 수 있는 프로그램이 설치될 수 있는 바, 이 프로그램은 제어부(120)의 동작의 일부 또는 전부를 수행하는 명령어를 포함할 수 있다.

[0054] 프로그램은 외부 장치에 미리 설치될 수도 있고, 외부장치의 사용자가 어플리케이션을 제공하는 서버로부터 프로그램을 다운로드하여 설치하는 것도 가능하다. 어플리케이션을 제공하는 서버에는 해당 프로그램이 저장된 기록매체가 포함될 수 있다.

[0055] 저장부(150)는 초음파 진단 장치(100)를 구동하고 제어하기 위한 다양한 데이터 또는 프로그램, 입/출력되는 초음파 데이터, 초음파 영상 등을 저장할 수 있다.

[0056] 입력부(170)는, 초음파 진단 장치(100)를 제어하기 위한 사용자의 입력을 수신할 수 있다. 예를 들어, 사용자의 입력은 버튼, 키 패드, 마우스, 트랙볼, 조그 스위치, 놉(knop) 등을 조작하는 입력, 터치 패드나 터치 스크린을 터치하는 입력, 음성 입력, 모션 입력, 생체 정보 입력(예를 들어, 홍채 인식, 지문 인식 등) 등을 포함할 수 있으나 이에 한정되지 않는다.

[0057] 일 실시예에 따른 초음파 진단 장치(100)의 예시는 도 2의 (a) 내지 (c)를 통해 후술된다.

[0058] 도 2의 (a) 내지 (c)는 일 실시예에 따른 초음파 진단 장치를 나타내는 도면들이다.

[0059] 도 2의 (a) 및 도 2의 (b)를 참조하면, 초음파 진단 장치(100a, 100b)는 메인 디스플레이부(121) 및 서브 디스플레이부(122)를 포함할 수 있다. 메인 디스플레이부(121) 및 서브 디스플레이부(122) 중 하나는 터치스크린으로 구현될 수 있다. 메인 디스플레이부(121) 및 서브 디스플레이부(122)는 초음파 영상 또는 초음파 진단 장치(100a, 100b)에서 처리되는 다양한 정보를 표시할 수 있다. 또한, 메인 디스플레이부(121) 및 서브 디스플레이부(122)는 터치 스크린으로 구현되고, GUI 를 제공함으로써, 사용자로부터 초음파 진단 장치(100a, 100b)를 제어하기 위한 데이터를 입력 받을 수 있다. 예를 들어, 메인 디스플레이부(121)는 초음파 영상을 표시하고, 서브 디스플레이부(122)는 초음파 영상의 표시를 제어하기 위한 컨트롤 패널을 GUI 형태로 표시할 수 있다. 서브 디스플레이부(122)는 GUI 형태로 표시된 컨트롤 패널을 통하여, 영상의 표시를 제어하기 위한 데이터를 입력 받을 수 있다. 초음파 진단 장치(100a, 100b)는 입력 받은 제어 데이터를 이용하여, 메인 디스플레이부(121)에 표시된 초음파 영상의 표시를 제어할 수 있다.

[0060] 도 2의 (b)를 참조하면, 초음파 진단 장치(100b)는 메인 디스플레이부(121) 및 서브 디스플레이부(122) 이외에 컨트롤 패널(165)을 더 포함할 수 있다. 컨트롤 패널(165)은 버튼, 트랙볼, 조그 스위치, 놉(knop) 등을 포함할 수 있으며, 사용자로부터 초음파 진단 장치(100b)를 제어하기 위한 데이터를 입력 받을 수 있다. 예를 들어, 컨트롤 패널(165)은 TGC(Time Gain Compensation) 버튼(171), Freeze 버튼(172) 등을 포함할 수 있다. TGC 버튼(171)은, 초음파 영상의 깊이 별로 TGC 값을 설정하기 위한 버튼이다. 또한, 초음파 진단 장치(100b)는 초음파 영상을 스캔하는 도중에 Freeze 버튼(172) 입력이 감지되면, 해당 시점의 프레임 영상이 표시되는 상태를 유지시킬 수 있다.

[0061] 한편, 컨트롤 패널(165)에 포함되는 버튼, 트랙볼, 조그 스위치, 놉(knop) 등은, 메인 디스플레이부(121) 또는 서브 디스플레이부(122)에 GUI로 제공될 수 있다.

[0062] 도 2의 (c)를 참조하면, 초음파 진단 장치(100c)는 휴대형으로도 구현될 수 있다. 휴대형 초음파 진단 장치(100c)의 예로는, 프로브 및 어플리케이션을 포함하는 스마트 폰(smart phone), 랩탑 컴퓨터, PDA, 태블릿 PC 등이 있을 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.

[0063] 초음파 진단 장치(100c)는 프로브(20)와 본체(40)를 포함하며, 프로브(20)는 본체(40)의 일측에 유선 또는 무선으로 연결될 수 있다. 본체(40)는 터치 스크린(145)을 포함할 수 있다. 터치 스크린(145)은 초음파 영상, 초음파 진단 장치에서 처리되는 다양한 정보, 및 GUI 등을 표시할 수 있다.

[0064] 도 3은 일 실시 예에 따른 아날로그 빔포머를 포함하는 초음파 진단 장치의 프로브를 도시한 블록도이다.

[0065] 도 3을 참조하면, 초음파 진단 장치(100)는 대상체 내로 초음파를 송신하고 송신된 초음파에 대응하는 초음파 에코 신호를 검출하는 프로브(20)를 포함할 수 있다.

[0066] 프로브(20)는 대상체 내로 초음파를 송신하고 송신된 초음파에 대응하는 초음파 에코 신호를 검출하는 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트(311)를 포함할 수 있다. 또한, 프로브(20)는 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트(311)를 포함하는 트랜스듀서 어레이(320)를 포함할 수 있다. 트랜스듀서 어레이(320)는 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트(311)가 1차원 또는 2차원으로 배열되어 형성될 수 있다.

[0067] 일 실시예에 따른 프로브(20)는, 구현 형태에 따라 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트(311)에서 검출된 초음파 에코 신호를 아날로그 빔포밍하는 복수개의 아날로그 빔포머(330, 340)를 포함할 수 있다.

[0068] 복수개의 아날로그 빔포머(330, 340)는 다중 구조로 형성될 수 있다. 예를 들어, 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트(311)에서 검출된 초음파 에코 신호는 복수개의 제1 아날로그 빔포머(330a, 330b, 330c)에 입력될 수 있다. 복수개의 제1 아날로그 빔포머(330a, 330b, 330c)는 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트(311)에서 검출된 초음파 에코 신호를 각각 1차 빔포밍 하여 제1 합성신호를 생성할 수 있다. 복수개의 제1 아날로그 빔포머(330a, 330b, 330c)에서 생성된 제1 합성신호는 제2 아날로그 빔포머(340)에 입력될 수 있다. 제2 아날로그 빔포머(340)는 입력된 제1 합성신호들을 2차 빔포밍 하여 제2 합성 신호를 생성할 수 있다.

[0069] 다른 실시예에 따르면, 빔포머가 3개 이상의 레벨을 갖는 다중 구조를 가질 수 있다. 예를 들면, 빔포머가 삼중 구조로 구현되는 경우, 제1 아날로그 빔포머에서 출력된 합성신호가 제2 아날로그 빔포머로 입력되고, 제2 아날로그 빔포머에서 출력된 합성신호가 제3 아날로그 빔포머로 입력된 후, 제3 아날로그 빔포머에서 빔포밍된 합성신호가 출력될 수 있다.

[0070] 또한, 본 실시예에서는 프로브(20)가 제1 아날로그 빔포머(330a, 330b, 330c)를 3개 포함하는 것으로 설명하였지만, 프로브(20)는 3개보다 적거나 많은 수의 제1 아날로그 빔포머를 포함할 수 있다.

[0071] 다중 구조 아날로그 빔포밍을 수행하기 위해서, 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트는 복수개의 제1 서브 어레이(310a, 310b, 310c)에 포함되도록 분류될 수 있다. 본 실시예에서는 프로브(20)가 3개의 제1 서브 어레이(310a, 310b, 310c)를 포함하는 것으로 설명하였지만, 프로브(20)는 3개보다 적가나 많은 수의 제1 서브 어레이를 포함할 수 있다.

[0072] 일 실시예에 따르면, 복수개의 제1 서브 어레이(310a, 310b, 310c) 각각에 포함되는 트랜스듀서 엘리먼트 개수는 제1 서브 어레이마다 다를 수 있다. 도 3을 참조하면, 제1 서브 어레이(310a)는 3개의 트랜스듀서 엘리먼트(311)를 포함하고, 제1 서브 어레이(310b)는 4개의 트랜스듀서 엘리먼트(311)를 포함하며, 제1 서브 어레이(310c)는 3개의 트랜스듀서 엘리먼트(311)를 포함한다. 본 실시예에서는 설명의 편의를 위해서 복수개의 제1 서브 어레이(310a, 310b, 310c) 각각이 3개 또는 4개의 트랜스듀서 엘리먼트(311)를 포함한다고 설명하였지만, 이에 한정될 것은 아니다.

[0073] 다중 구조 아날로그 빔포밍을 수행하기 위해서, 복수개의 제1 아날로그 빔포머(330a, 330b, 330c) 각각은 복수개의 제1 서브 어레이(310a, 310b, 310c) 각각에 대응될 수 있다. 예를 들어, 제1 서브 어레이(310a)는 제1 아날로그 빔포머(330a)에 대응될 수 있고, 제1 서브 어레이(310b)는 제1 아날로그 빔포머(330b)에 대응될 수 있으며, 제1 서브 어레이(310c)는 제1 아날로그 빔포머(330c)에 대응될 수 있다. 한편, 본 실시예에서는 프로브(20)에 포함된 제1 서브 어레이(310a, 310b, 310c)와 제1 아날로그 빔포머(330a, 330b, 330c)을 각각 3개로 설명하였지만, 이에 한정 될 것은 아니다. 또한, 본 실시예에서는 프로브(20)에 포함된 제1 서브 어레이(310a, 310b, 310c)의 개수와 제1 아날로그 빔포머(330a, 330b, 330c)의 개수가 동일한 것으로 설명하였지만, 제1 서브 어레이의 개수는 제1 아날로그 빔포머의 개수와 다를 수 있다.

[0074] 도 4는 일 실시 예에 따른 초음파 진단 장치의 프로브의 구성을 구체적으로 도시한 블록도이다.

[0075] 도 4를 참조하면, 본 실시예의 프로브(20)는 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트(411), 트랜스듀서 어레이(420), 복수개의 제1 아날로그 빔포머(430a, 430b, 430c), 제2 아날로그 빔포머(440)를 포함할 수 있다.

[0076] 트랜스듀서 어레이(420)는 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트(411)가 1차원 또는 2차원으로 배열되어 형성될 수 있다.

[0077] 복수개의 제1 아날로그 빔포머(430a, 430b, 430c)는 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트(411)가 분류되어 포함되는 복수개의 제1 서브 어레이(410a, 410b, 410c) 각각에 대응될 수 있다. 또한, 복수개의 제1 아날로그 빔포머(430a, 430b, 430c)는 복수개의 제1 서브 어레이(410a, 410b, 410c)에 포함된 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트(411)에서 검출한 초음파 에코신호를 1차 빔포밍 하여 제1 합성 신호를 생성할 수 있다.

[0078] 제2 아날로그 빔포머(440)는 복수개의 제1 아날로그 빔포머(430a, 430b, 430c)에서 생성된 제1 합성신호를 2차 빔포밍하여 제2 합성 신호를 생성할 수 있다.

[0079] 복수개의 제1 아날로그 빔포머(430a, 430b, 430c) 각각은, 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트(411) 각각에 대응되는 복수개의 제1 아날로그 램(431)을 포함할 수 있다.

[0080] 복수개의 제1 아날로그 램(431)은 복수개의 제1 아날로그 빔포머(430a, 430b, 430c) 각각이 1차 빔포밍을 수행하는 동안 제1 서브 어레이(410a, 410b, 410c) 각각에 포함된 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트에서 검출된 초음파

에코신호 간의 지연시간을 확보하는데 이용될 수 있다.

[0081] 제2 아날로그 빔포머(440)는 복수개의 제1 아날로그 빔포머(430a, 430b, 430c) 각각에 대응되는 복수개의 제2 아날로그 램(441)을 포함할 수 있다.

[0082] 제2 아날로그 램(441)은 제2 아날로그 빔포머(440)가 2차 빔포밍을 수행하는 동안 제1 서브 어레이(410a, 410b, 410c)에서 생성된 제1 합성 신호간의 신호 지연시간을 확보하는데 이용될 수 있다.

[0083] 도 4를 참조하면, 본 실시예의 복수개의 제1 서브 어레이(410a, 410b, 410c)각각은 자연수인 K개의 트랜스듀서 엘리먼트(411)를 포함하고 있다. 하지만, 복수개의 제1 서브 어레이(410a, 410b, 410c) 각각은, K개 보다 적거나 많은 트랜스듀서 엘리먼트(411)를 포함할 수 있고, 서로 다른 개수의 트랜스듀서 엘리먼트(411)를 포함할 수 있다. 본 실시예의 제1 서브 어레이(410a, 410b, 410c)는 M개로 표시되어 있지만, M개보다 적거나 많을 수 있다.

[0084] 도 4를 참조하면, 복수개의 제1 아날로그 빔포머(430a, 430b, 430c) 각각은, 복수개의 제1 서브 어레이(410a, 410b, 410c)에 대응될 수 있고, 복수개의 제1 아날로그 빔포머(430a, 430b, 430c) 각각은 복수개의 제1 서브 어레이(410a, 410b, 410c) 각각에 포함된 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트(411)에 대응되는 제1 아날로그 램(431)을 포함할 수 있다.

[0085] 도 5는 일 실시 예에 따른 아날로그 빔포머에 포함된 아날로그 램의 회로도이다.

[0086] 도 5를 참조하면, 제1 아날로그 램 및 제2 아날로그 램은 커패시터를 이용한 Sample/hold 회로가 사용될 수 있다. Sample/hold 회로는 샘플 스위치(510), 리드 아웃 스위치(530), 커패시터(520), 전하 적분기(540), 제1 시프트 레지스터(550) 및 제2 시프트 레지스터(560)를 포함하도록 구성될 수 있다. 복수개의 제1 아날로그 램 모두가 동일한 회로로 구성될 수 있다. 제1 아날로그 램 및 제2 아날로그 램은 동일한 회로로 구성될 수 있다.

[0087] 커패시터(520)의 샘플 스위치(510)는 제1 시프트 레지스터(550)에 의해서 제어될 수 있다. 리드 아웃 스위치(530)는 제2 시프트 레지스터(560)에 의해서 제어될 수 있다. 제1 시프트 레지스터(550)는 시스템 클럭 신호에 의해서 제어될 수 있다. 제2 시프트 레지스터(560)는 프로세서에 의해서 출력되는 stall 신호에 의해서 제어될 수 있다.

[0088] Sample/hold 회로에 시스템 클럭 신호가 인가되면, 시스템 클럭 신호의 rising edge시각마다 출력의 위치는 제1 단계(570a)로부터 제2 단계(570b)를 거쳐 제n 단계(570c)까지 순차적으로 이동된다. 출력의 위치가 순차적으로 이동함으로써, Sample/hold 회로는 제1 단계 커패시터(520a)로부터 제2 단계 커패시터(520b)를 거쳐 제n 단계 커패시터(520c)까지 순차적으로 샘플링 및 리드 아웃을 수행할 수 있다.

[0089] 제1 아날로그 빔포머는 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트(411) 각각에 대응되는 제1 아날로그 램(431)을 이용해서 샘플링 시각과 리드 아웃 시각의 차이인 홀드 시간을 서로 다르게 하여 아날로그 빔포밍을 수행할 수 있다.

[0090] 제2 아날로그 빔포머는, 복수개의 제1 아날로그 빔포머(430a, 430b, 430c) 각각에 대응되는 제2 아날로그 램(441)을 이용하여 샘플링 시각과 리드 아웃 시각의 차이인 홀드 시간을 서로 다르게 하여 아날로그 빔포밍을 수행할 수 있다.

[0091] 도 6은 아날로그 램에 포함된 커패시터의 개수와 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트 각각에 검출된 초음파 에코 신호의 지연시간의 관계를 도시한 개념도이다.

[0092] 도 6을 참조하면, 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트(611a, 611b, 611c) 각각은 초음파 에코 신호를 검출할 수 있다. 구체적으로, 제1 트랜스듀서 엘리먼트(611a)가 가장 먼저 초음파 에코 신호를 검출할 수 있고, 제2 트랜스듀서 엘리먼트(611b)가 다음으로 초음파 에코 신호를 검출할 수 있으며, 제3 트랜스듀서 엘리먼트(611c)가 가장 늦게 초음파 에코 신호를 검출할 수 있다.

[0093] 검출된 초음파 에코 신호를 빔포밍 하기 위해 필요한 지연 시간은 가장 먼저 검출된 초음파 에코 신호의 검출시각과 가장 늦게 검출된 초음파 에코 신호의 검출시각의 차이가 해당된다.

[0094] 본 실시예에서는 가장 먼저 검출된 초음파 에코 신호는 제1 트랜스듀서 엘리먼트(611a)에서 검출된 초음파 에코 신호이고, 가장 늦게 검출된 초음파 에코 신호는 제3 트랜스듀서 엘리먼트(611c)에서 검출된 초음파 에코 신호이다.

[0095] 제1 트랜스듀서 엘리먼트(611a)에서 검출된 초음파 에코 신호의 검출시각과 제3 트랜스듀서 엘리먼트(611c)에서

검출된 초음파 에코 신호의 검출시각 차이에 해당되는 시간만큼 신호 지연시간을 확보할 수 있도록 충분한 커패시터의 개수가 제1 트랜스듀서 엘리먼트(611a)에 대응하는 제1 아날로그 램에 포함되어야 한다.

[0096] 제2 아날로그 빔포머(440)에 포함된 제2 아날로그 램(441)도 복수개의 제1 아날로그 빔포머(430a, 430b, 430c)에 대응되는 복수개의 제1 서브 어레이(410a, 410b, 410c) 간의 신호 지연시간을 확보할 수 있도록 충분한 커패시터의 개수를 포함하여야 한다.

[0097] 도 4 내지 도 6을 참조하면, 복수개의 제1 서브 어레이(410a, 410b, 410c) 각각에 포함되는 트랜스듀서 엘리먼트(411) 개수는 제1 아날로그 램(431)에 포함된 커패시터 개수에 대응하여 결정될 수 있다.

[0098] 예를 들어, 제1 아날로그 램(431)에 포함된 커패시터의 수에 대응하여 확보할 수 있는 초음파 에코 신호의 지연시간내에 최초 검출 시각과 최종 검출시각의 차이에 해당되는 시간이 포함되도록, 최초 검출 시각과 최종 검출 시각에 해당되는 트랜스듀서 엘리먼트 사이의 검출 시각을 갖는 트랜스듀서 엘리먼트(411)가 제1 서브 어레이에 포함될 수 있다.

[0099] 도 6을 참조하면, 최초 검출 시각에 대응되는 초음파 에코 신호가 검출된 제1 트랜스듀서 엘리먼트(611a), 최종 검출 시각에 대응되는 초음파 에코 신호가 검출된 제1 트랜스듀서 엘리먼트(611c) 및 최초 검출 시각과 최종 검출 시각 사이에 검출시각이 존재하는 초음파 에코 신호가 검출된 제1 트랜스듀서 엘리먼트(611b)가 제1 서브 어레이에 포함될 수 있다.

[0100] 그리고, 최초 검출 시각과 최종 검출 시각에 해당되는 트랜스듀서 엘리먼트 사이의 검출 시각을 갖는 트랜스듀서 엘리먼트(411)가 제1 서브 어레이에 포함되므로, 제1 서브 어레이에 포함되는 트랜스듀서 엘리먼트 개수는, 제1 아날로그 램(431)에 포함된 커패시터의 수에 대응하여 결정될 수 있다.

[0101] 또한, 도 4 내지 도 6을 참조하면, 제1 서브 어레이(410)의 개수는 제2 아날로그 램(441)에 포함된 커패시터 개수에 대응하여 결정될 수 있다. 예를 들어, 최초 검출 시각과 최종 검출 시각 차이의 시간이 제2 아날로그 램(441)에 포함된 커패시터에 의해서 확보될 수 있도록 복수개의 제1 서브 어레이(410a, 410b, 410c)가 결정될 수 있다. 그러므로, 제1 서브 어레이 개수는 제2 아날로그 램(441)에 포함된 커패시터의 개수에 대응하여 결정될 수 있다.

[0102] 도 7은 일 실시 예에 따른 삼중 구조의 아날로그 빔포머를 포함하는 초음파 진단 장치의 프로브의 구성을 도시한 블록도이다.

[0103] 상기한 바와 같이, 이중 구조의 아날로그 빔포머를 이용한 아날로그 빔포밍을 수행하는 일 실시예는, 삼중 구조 이상의 아날로그 빔포머를 이용하여 아날로그 빔포밍을 수행하도록 확장될 수 있다.

[0104] 도 7을 참조하면, 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트(711)는 복수개의 제1 서브 어레이(710a, 710b, 710c)에 포함되도록 분류될 수 있다. 복수개의 제1 아날로그 빔포머(730a, 730b, 730c) 각각은 대응되는 복수개의 제1 서브 어레이(710a, 710b, 710c) 각각에 포함된 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트(711)가 검출한 초음파 에코 신호를 1차 빔포밍하여 제1 합성 신호를 생성할 수 있다. 복수개의 제2 아날로그 빔포머(740a, 740b) 각각은 대응하는 복수개의 제1 아날로그 빔포머(730a, 730b, 730c)에서 생성된 제1 합성 신호를 2차 빔포밍하여 제2 합성 신호를 생성할 수 있다. 제3 아날로그 빔포머(750)는 복수개의 제2 아날로그 빔포머(740a, 740b)에서 생성된 제2 합성 신호를 3차 빔포밍하여 제3 합성 신호를 생성할 수 있다.

[0105] 도 8은 다중 구조의 아날로그 빔포머 및 트랜스듀서 엘리먼트 개수에 대응하여 아날로그 빔포밍에 필요한 커패시터 개수를 나타낸 그래프이다.

[0106] 도 8을 참조하면, 이중 구조의 아날로그 빔포머를 통해 빔포밍을 수행하는 경우, 모든 트랜스듀서 엘리먼트를 한번에 빔포밍 하는 경우보다 아날로그 빔포밍에 이용되는 아날로그 램에 포함된 커패시터 개수가 현저하게 감소된다. 아날로그 빔포밍이 필요한 트랜스듀서 엘리먼트가 40개인 경우, 아날로그 빔포밍에 이용되는 아날로그 램에 포함된 커패시터 개수는 2000개 정도이다. 하지만, 이중 구조로 아날로그 빔포밍을 하는 경우 아날로그 빔포밍에 이용되는 아날로그 램에 포함된 커패시터 개수는 500개 미만으로 현저하게 감소된다. 또한, 트랜스듀서 엘리먼트 개수가 증가할수록, 다중 구조의 아날로그 빔포머를 통해 빔포밍을 수행하는 경우의 아날로그 빔포밍에 이용되는 아날로그 램에 포함된 커패시터 개수가 단일 구조의 아날로그 빔포머를 통해 빔포밍을 수행 하는 경우의 아날로그 빔포밍에 이용되는 아날로그 램에 포함된 커패시터 개수 보다 현저하게 감소된다.

[0107] 한편, 4개 이상의 레벨을 갖는 아날로그 빔포머를 통해 빔포밍을 수행하는 경우 아날로그 빔포밍에 이용되는 아날로그 램에 포함된 커패시터 개수는 3개의 레벨을 갖는 삼중 구조의 아날로그 빔포머를 통해 빔포밍을 수행하

는 경우의 아날로그 빔포밍에 이용되는 아날로그 램에 포함된 커패시터 개수와 차이가 거의 존재하지 않는다. 그러므로 트랜스듀서 엘리먼트 개수에 따라 커패시터 수의 개수 감소에 효과적인 아날로그 빔포머의 레벨 수를 결정하여, 이중 구조, 삼중 구조, 또는 사중 구조 등으로 아날로그 빔포머를 구성할 수 있다.

[0108] 도 9는 일 실시 예에 따른 이중 구조의 아날로그 빔포머를 포함하는 초음파 진단 장치의 프로브에 있어서, 제1 서브 어레이에 포함되는 트랜스듀서 엘리먼트 수에 대응하여 아날로그 빔포밍에 필요한 커패시터 개수를 나타낸 그래프이다.

[0109] 도 9를 참조하면, 이중 구조의 아날로그 빔포머를 통해 아날로그 빔포밍을 수행하는 경우의 아날로그 빔포밍에 이용되는 아날로그 램에 포함된 커패시터의 개수가 단일 구조의 아날로그 빔포머를 통해 아날로그 빔포밍을 수행하는 경우의 아날로그 빔포밍에 이용되는 아날로그 램에 포함된 커패시터의 개수보다 감소됨을 알 수 있다.

[0110] 일례로서, 총 트랜스듀서 엘리먼트의 개수가 40개이고, 트랜스듀서 엘리먼트 사이의 간격이 300㎛이며, 트랜스듀서 엘리먼트의 리드 아웃 샘플링 레이트(F_s)가 10MHz이고, 제1 서브 어레이에 포함되는 트랜스듀서 엘리먼트가 5개인 경우, 아날로그 빔포밍에 이용되는 아날로그 램에 포함된 커패시터 개수는 624개가 된다. 이러한 경우, 제1 서브 어레이 내의 트랜스듀서 엘리먼트 개수를 달리 설계하는 경우에 비해, 이용되는 커패시터의 개수가 가장 작다.

[0111] 제1 서브 어레이 각각에 포함되는 트랜스듀서 엘리먼트 개수는 트랜스듀서 엘리먼트 총 개수, 트랜스듀서 엘리먼트 간의 간격 및 트랜스듀서 엘리먼트의 리드 아웃 샘플링 레이트 중 적어도 하나에 기초하여 결정될 수 있다. 예를 들어, 트랜스듀서 엘리먼트 총 개수의 증가에 대응하여 제1 서브 어레이 각각에 포함되는 트랜스듀서 엘리먼트 개수가 증가될 수 있다. 또한, 트랜스듀서 엘리먼트 간의 간격의 증가에 대응하여 제1 서브 어레이 각각에 포함되는 트랜스듀서 엘리먼트 개수가 감소될 수 있다. 그리고 트랜스듀서 엘리먼트의 리드 아웃 샘플링 레이트가 빨라질수록 아날로그 빔포밍에 이용되는 아날로그 램에 포함된 커패시터의 수가 증가되므로, 제1 서브 어레이 각각에 포함되는 트랜스듀서 엘리먼트 개수가 감소될 수 있다.

[0112] 제1 서브 어레이 개수는 트랜스듀서 엘리먼트 총 개수, 트랜스듀서 엘리먼트 간의 간격 및 트랜스듀서 엘리먼트의 리드 아웃 샘플링 레이트 중 적어도 하나에 기초하여 결정될 수 있다. 예를 들어, 트랜스듀서 엘리먼트 총 개수의 증가에 대응하여 제1 서브 어레이 개수가 증가될 수 있다. 또한, 트랜스듀서 엘리먼트 간의 간격의 증가에 대응하여 제1 서브 어레이 개수가 증가될 수 있다. 그리고 트랜스듀서 엘리먼트의 리드 아웃 샘플링 레이트가 빨라질수록 아날로그 빔포밍에 이용되는 아날로그 램에 포함된 커패시터의 수가 증가되므로, 제1 서브 어레이 개수가 증가될 수 있다.

[0113] 즉, 총 트랜스듀서 엘리먼트의 개수가 40개이고, 트랜스듀서 엘리먼트 사이의 간격이 300㎛이며, 트랜스듀서 엘리먼트의 리드 아웃 샘플링 레이트($\mathbf{F_s}$)가 10MHz이고, 제1 서브 어레이에 포함되는 트랜스듀서 엘리먼트가 5개를 기준으로, 총 트랜스듀서 엘리먼트의 개수, 트랜스듀서 엘리먼트 사이의 간격, 트랜스듀서 엘리먼트의 리드 아웃 샘플링 레이트 중 적어도 하나의 값의 변경에 기초하여 제1 서브 어레이에 포함되는 트랜스듀서 엘리먼트 개수 및 제1 서브 어레이 개수가 결정될 수 있다.

[0114] 도 10 및 도 11은 일 실시 예에 따른 이중 구조의 아날로그 빔포머를 포함하는 초음파 진단 장치의 프로브에 있어서, 집속점과 복수의 트랜스듀서 엘리먼트 각각의 거리에 대응하여 제1 서브 어레이를 분류하는 것을 나타낸 개념도이다.

[0115] 도 10과 도 11을 참조하면, 집속점과 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트 각각의 거리에 기초하여 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트 각각이 복수개의 제1 서브 어레이에 포함되도록 분류될 수 있다.

[0116] 도 10을 참조하면, 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트(1011) 각각은, 집속점(1030)과의 거리에 기초하여 복수개의 제1 서브 어레이(1020a, 1020b, 1020c, 1020d, 1020e)에 포함되도록 분류될 수 있다.

[0117] 아날로그 빔포머에서 정확한 아날로그 빔포밍을 하기 위해 필요한 아날로그 램에 포함된 커패시터의 개수는 아날로그 빔포밍이 수행될 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트(1011) 중 집속점(1030)과의 거리 차이가 가장 많이 나는 트랜스듀서 엘리먼트의 거리 차이값에 비례한다그러므로 정확한 아날로그 빔포밍을 하기 위해 필요한 아날로그 램에 포함된 커패시터의 개수를 최소화 하도록 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트(1011) 각각은 집속점(1030)과의 거리에 기초하여, 복수개의 제1 서브 어레이(1020a, 1020b, 1020c, 1020d, 1020e)에 포함되도록 분류될 수 있다

[0118] 구체적으로, 제1 서브 어레이(1020a)에 포함된 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트(1011) 중 집속점(1030)과 가장 가

까운 트랜스듀서 엘리먼트와 집속점(1030)과의 거리를 $r_{min.1}$로 정의할 수 있고, 제1 서브 어레이(1020a)에 포함된 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트(1011) 중 집속점(1030)과 가장 먼 트랜스듀서 엘리먼트와 집속점(1030)과의 거리를 $r_{max.1}$로 정의할 수 있다. 이 경우 제1 아날로그 빔포머가 제1 서브 어레이(1020a)를 1차 빔포밍 하는데 이용하는 제1 아날로그 램에 포함된 커패시터 개수는 $(r_{max.1}-r_{min.1})$에 비례한다.

[0119] 제1 서브 어레이(1020b)에 포함된 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트(1011) 중 집속점(1030)과 가장 가까운 트랜스듀서 엘리먼트와 집속점(1030)과의 거리를 $r_{min.2}$로 정의할 수 있고, 제1 서브 어레이(1020b)에 포함된 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트(1011) 중 집속점(1030)과 가장 먼 트랜스듀서 엘리먼트와 집속점(1030)과의 거리를 $r_{max.2}$로 정의할 수 있다. 이 경우 제1 아날로그 빔포머가 제1 서브 어레이(1020b)를 1차 빔포밍 하는데 이용하는 제1 아날로그 램에 포함된 커패시터 개수는 $(r_{max.2}-r_{min.2})$에 비례한다.

[0120] 제1 서브 어레이(1020c)에 포함된 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트(1011) 중 집속점(1030)과 가장 가까운 트랜스듀서 엘리먼트와 집속점(1030)과의 거리를 $r_{min.3}$로 정의할 수 있고, 제1 서브 어레이(1020c)에 포함된 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트(1011) 중 집속점(1030)과 가장 먼 트랜스듀서 엘리먼트와 집속점(1030)과의 거리를 $r_{max.3}$로 정의할 수 있다. 이 경우 제1 아날로그 빔포머가 제1 서브 어레이(1020c)를 1차 빔포밍 하는데 이용하는 제1 아날로그 램에 포함된 커패시터 개수는 $(r_{max.3}-r_{min.3})$에 비례한다.

[0121] 또한, 제1 서브 어레이(1020d)에 포함된 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트(1011) 중 집속점(1030)과 가장 가까운 트랜스듀서 엘리먼트와 집속점(1030)과의 거리를 $r_{min.4}$로 정의할 수 있고, 제1 서브 어레이(1020d)에 포함된 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트(1011) 중 집속점(1030)과 가장 먼 트랜스듀서 엘리먼트와 집속점(1030)과의 거리를 $r_{max.4}$로 정의할 수 있다. 이 경우 제1 아날로그 빔포머가 제1 서브 어레이(1020d)를 1차 빔포밍 하는데 이용하는 제1 아날로그 램에 포함된 커패시터 개수는 $(r_{max.4}-r_{min.4})$에 비례한다.

[0122] 그러므로, 1차 빔포밍 하는데 이용되는 제1 아날로그 램에 포함된 커패시터 개수는 $(r_{max.1}-r_{min.1})$, $(r_{max.2}-r_{min.2})$, $(r_{max.3}-r_{min.3})$ 및 $(r_{max.4}-r_{min.4})$ 중 가장 큰 값에 기초하여 결정된다.

[0123] 그래서 $(r_{max.1}-r_{min.1})$, $(r_{max.2}-r_{min.2})$, $(r_{max.3}-r_{min.3})$ 및 $(r_{max.4}-r_{min.4})$ 값의 차이가 최소화 되도록 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트(1011) 각각은 복수개의 제1 서브 어레이(1020a, 1020b, 1020c, 1020d, 1020e)에 포함될 수 있다. 이를 통해 1차 빔포밍 하는데 이용되는 제1 아날로그 램에 포함된 커패시터 개수를 최소화 할 수 있다.

[0124] 그리고, $(r_{max.1}-r_{min.1})$, $(r_{max.2}-r_{min.2})$, $(r_{max.3}-r_{min.3})$ 및 $(r_{max.4}-r_{min.4})$ 값의 차이가 기설정된 오차범위 내에 있도록 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트(1011) 각각은 복수개의 제1 서브 어레이(1020a, 1020b, 1020c, 1020d, 1020e)에 포함될 수 있다. 이를 통해 1차 빔포밍 하는데 이용되는 제1 아날로그 램에 포함된 커패시터 개수를 최소화 할 수 있다.

[0125] 도 11을 참조하면, 집속점(1130)과 제1 서브 어레이(1120c) 사이의 거리인 $r_{min.7}$가 집속점(1130)과 복수개의 제1 서브 어레이(1120a, 1120b, 1120c, 1120d, 1120e) 중 가장 짧은 거리이고, 집속점(1130)과 제1 서브 어레이(1120e) 사이의 거리인 $r_{max.7}$가 집속점(1130)과 복수개의 제1 서브 어레이(1120a, 1120b, 1120c, 1120d, 1120e) 중 가장 먼 거리이다.

[0126] 상기한 바와 같이, 2차 빔포밍에 이용되는 제2 아날로그 램에 포함된 커패시터 개수는 $(r_{max.7}-r_{min.7})$에 비례함을 알 수 있다.

[0127] 그러므로 2차 빔포밍에 이용되는 제2 아날로그 램에 포함된 커패시터 개수를 최소화하도록 복수개의 제1 서브 어레이(1120a, 1120b, 1120c, 1120d, 1120e)는 집속점과의 거리에 기초하여 결정될 수 있다.

[0128] 또한, 복수개의 제1 서브 어레이에 포함되는 트랜스듀서 엘리먼트의 개수는 제1 아날로그 램에 포함된 커패시터의 개수와 제2 아날로그 램에 포함된 커패시터의 개수의 합에 기초하여 결정될 수 있다. 예를 들면, 제1 아날로그 램에 포함된 커패시터의 개수와 제2 아날로그 램에 포함된 커패시터의 개수의 합이 최소화 되도록 복수개의

제1 서브 어레이에 포함되는 트랜스듀서 엘리먼트의 개수가 결정될 수 있다. 이 경우, 복수개의 제1 서브 어레이 각각에 포함되는 트랜스듀서 엘리먼트의 개수는 개별적으로 결정될 수 있다.

[0129] 도 12 및 도 13은 일 실시 예에 따른 초음파 진단 장치의 프로브에 있어서, 집속점과 트랜스듀서 어레이 사이의 거리에 대응하여 초음파 에코 신호를 검출하는 트랜스듀서 엘리먼트가 결정되는 것을 나타낸 개념도이다.

[0130] 도 12 및 도13을 참조하면, 집속점(1230, 1330)과 트랜스듀서 어레이(1210, 1310)사이의 거리에 따라, 초음파 에코 신호를 검출하는 트랜스듀서 엘리먼트(1211a, 1311a)와 초음파 에코 신호를 검출하지 않는 트랜스듀서 엘리먼트(1211b, 1311b)가 결정된다.

[0131] 트랜스듀서 엘리먼트(1211b, 1311b)의 편향각도가 기설정된 값(예를 들면 $\pm 45^{\circ}$)이고, 집속점(1230, 1330)과 트랜스듀서 엘리먼트(1211b, 1311b) 사이의 각도가 기설정된 편향각도를 초과하는 경우, 해당 트랜스듀서 엘리먼트(1211b, 1311b)와 집속점 사이의 거리가 포화 되므로, 해당 트랜스듀서 엘리먼트(1211b, 1311b)는 초음파 에코 신호를 검출하지 않도록 결정할 수 있다. 또한, 해당 트랜스듀서 엘리먼트(1211b, 1311b)가 초음파 에코 신호를 검출하지 않아도 초음파 진단 장치는 명확한 초음파 영상을 얻을 수 있다.

[0132] 집속점(1230, 1330)이 트랜스듀서 어레이에 가깝게 위치될수록, 초음파 에코 신호를 검출하는 트랜스듀서 엘리먼트(1211a, 1311a) 개수가 감소될 수 있다.

[0133] 도 12와 도 13을 비교하여 예를 들면, 도 13의 집속점(1330)은 도 12의 집속점(1230)에 비해서 트랜스듀서 레이(1310)에 가깝게 위치되어 있고, 도 13의 초음파 에코 신호를 검출하는 트랜스듀서 엘리먼트(1311a)의 개수가 도 12의 초음파 에코 신호를 검출하는 트랜스듀서 엘리먼트(1211a)의 개수보다 적도록 결정될 수 있다.

[0134] 도 14 및 도 15는 일 실시 예에 따른 이중 구조의 아날로그 빔포머를 포함하는 초음파 진단 장치의 프로브에 있어서, 집속점과 트랜스 듀서 어레이 사이의 거리에 대응하여 초음파 에코 신호를 검출하는 트랜스듀서 엘리먼트와 제1 서브 어레이가 결정되는 것을 나타낸 개념도이다.

[0135] 도 14 및 도 15를 참조하면, 집속점(1440, 1540)과 트랜스듀서 어레이(1410, 1510)의 거리에 따라 초음파 에코 신호를 검출하는 트랜스듀서 엘리먼트(1411a, 1511a) 및 초음파 에코 신호를 검출하지 않는 트랜스듀서 엘리먼트(1411b, 1511b)가 결정될 수 있다. 또한, 집속점(1440, 1540)과 초음파 에코 신호를 검출하는 트랜스듀서 엘리먼트(1411a, 1511a)와의 거리에 따라 트랜스듀서 엘리먼트(1411a, 1511a)가 복수개의 제1 서브 어레이(1430a, 1430b, 1403c, 1430d)에 포함되도록 분류될 수 있다.

[0136] 도 14 및 도 15를 참조하면, 정확한 아날로그 빔포밍을 하기 위해 필요한 아날로그 램에 포함된 커패시터의 개수를 최소화 하도록 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트(1411a, 1511a) 각각은 집속점(1440)과의 거리에 기초하여, 복수개의 제1 서브 어레이(1430a, 1430b, 1430c, 1430d)에 포함되도록 분류될 수 있다.

[0137] 구체적으로, 제1 서브 어레이(1430a)에 포함된 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트(1411a) 중 집속점(1440)과 가장 가까운 트랜스듀서 엘리먼트와 집속점(1440)과의 거리는 $r_{min.1}$ 로 정의될 수 있고, 제1 서브 어레이(1430a)에 포함된 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트(1411a) 중 집속점(1440)과 가장 먼 트랜스듀서 엘리먼트와 집속점(1440)과의 거리는 $r_{max.1}$ 로 정의될 수 있다.

[0138] 이 경우 제1 아날로그 빔포머가 제1 서브 어레이(1430a)를 1차 빔포밍 하는데 이용하는 제1 아날로그 램에 포함된 커패시터 개수는 ($r_{max.1} - r_{min.1}$)에 비례한다.

[0139] 제1 서브 어레이(1430b)에 포함된 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트(1411a) 중 집속점(1440)과 가장 가까운 트랜스듀서 엘리먼트와 집속점(1440)과의 거리는 $r_{min.2}$ 로 정의될 수 있고, 제1 서브 어레이(1430b)에 포함된 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트(1411a) 중 집속점(1440)과 가장 먼 트랜스듀서 엘리먼트와 집속점(1440)과의 거리는 $r_{max.2}$ 로 정의될 수 있다.

[0140] 이 경우 제1 아날로그 빔포머가 제1 서브 어레이(1430b)를 1차 빔포밍 하는데 이용하는 제1 아날로그 램에 포함된 커패시터 개수는 ($r_{max.2} - r_{min.2}$)에 비례한다.

[0141] 제1 서브 어레이(1430c)에 포함된 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트(1411a) 중 집속점(1440)과 가장 가까운 트랜스듀서 엘리먼트와 집속점(1440)과의 거리는 $r_{min.3}$ 로 정의될 수 있고, 제1 서브 어레이(1430c)에 포함된 복수개의

트랜스듀서 엘리먼트(1411a) 중 집속점(1440)과 가장 먼 트랜스듀서 엘리먼트와 집속점(1440)과의 거리는 $r_{max.3}$로 정의될 수 있다.

[0142] 이 경우 제1 아날로그 빔포머가 제1 서브 어레이(1430c)를 1차 빔포밍 하는데 이용하는 제1 아날로그 램에 포함된 커패시터 개수는 $(r_{max.3}-r_{min.3})$에 비례한다.

[0143] 또한, 제1 서브 어레이(1430d)에 포함된 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트(1411a) 중 집속점(1440)과 가장 가까운 트랜스듀서 엘리먼트와 집속점(1440)과의 거리는 $r_{min.4}$로 정의될 수 있고, 제1 서브 어레이(1430d)에 포함된 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트(1411a) 중 집속점(1440)과 가장 먼 트랜스듀서 엘리먼트와 집속점(1440)과의 거리는 $r_{max.4}$로 정의될 수 있다.

[0144] 이 경우 제1 아날로그 빔포머가 제1 서브 어레이(1430d)를 1차 빔포밍 하는데 이용하는 제1 아날로그 램에 포함된 커패시터 개수는 $(r_{max.4}-r_{min.4})$에 비례한다.

[0145] 그러므로, 1차 빔포밍 하는데 이용되는 제1 아날로그 램에 포함된 커패시터 개수는 $(r_{max.1}-r_{min.1})$, $(r_{max.2}-r_{min.2})$, $(r_{max.3}-r_{min.3})$ 및 $(r_{max.4}-r_{min.4})$ 중 가장 큰 값에 비례하여 결정된다.

[0146] 그래서 $(r_{max.1}-r_{min.1})$, $(r_{max.2}-r_{min.2})$, $(r_{max.3}-r_{min.3})$ 및 $(r_{max.4}-r_{min.4})$ 값의 차이가 최소화 되도록 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트(1411a) 각각은 복수개의 제1 서브 어레이(1430a, 1430b, 1430c, 1430d)에 포함되도록 분류될 수 있다. 이를 통해 1차 빔포밍 하는데 이용되는 제1 아날로그 램에 포함된 커패시터 개수를 최소화 할 수 있다.

[0147] 그리고, $(r_{max.1}-r_{min.1})$, $(r_{max.2}-r_{min.2})$, $(r_{max.3}-r_{min.3})$ 및 $(r_{max.4}-r_{min.4})$ 값의 차이가 기설정된 오차범위 내에 있도록 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트(1411a) 각각은 복수개의 제1 서브 어레이(1430a, 1430b, 1430c, 1430d)에 포함되도록 분류될 수 있다. 이를 통해 1차 빔포밍 하는데 이용되는 제1 아날로그 램에 포함된 커패시터 개수를 최소화 할 수 있다.

[0148] 도 15를 참조하면, 집속점(1540)이 트랜스듀서 어레이(1510)에 근접할수록, 초음파 에코 신호를 검출하는 트랜스듀서 엘리먼트(1511a)의 개수가 감소된다.

[0149] 복수개의 트래스듀서 엘리먼트(1511a) 각각은 정확한 아날로그 빔포밍을 하기 위해 필요한 아날로그 램에 포함된 커패시터의 개수를 최소화 하도록 집속점(1440)과의 거리에 기초하여, 복수개의 제1 서브 어레이(1530a, 1530b, 1530c, 1530d)에 포함될 수 있다.

[0150] 도 14에 설명한것과 유사한 방법으로 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트(1511a) 각각이 복수개의 제1 서브 어레이(1530a, 1530b, 1530c, 1530d)에 포함될 수 있다.

[0151] 도 16은 일 실시 예에 따른 이중 구조의 아날로그 빔포머를 포함하는 초음파 진단 장치를 도시한 블록도이다.

[0152] 도 16을 참조하면, 초음파 진단 장치(100)는 프로브(20), 제어부(120), 영상 처리부(130), 디스플레이부(140), 입력부(170), 저장부(150) 및 통신부(160)를 포함할 수 있다.

[0153] 일 실시예에 따른 프로브(20)는 도 3 및 도 4에 도시된 각 구성요소를 포함할 수 있다. 또한 프로브(20)는 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트(21)들을 포함할 수 있다. 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트(21) 들은 1차원 또는 2차원으로 배열되어 트랜스듀서 어레이를 형성할 수 있다. 그리고 프로브(20)는 복수개의 제1 아날로그 빔포머(113a) 및 제2 아날로그 빔포머(113b)를 포함할 수 있다.

[0154] 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트 각각은 대상체(10) 내로 초음파를 송신하고, 송신된 초음파에 대응하는 초음파 에코 신호를 검출할 수 있다.

[0155] 일 실시예에 따른 제어부(120)는 프로브(20)에 포함된 복수의 트랜스듀서 엘리먼트(21)기 복수개의 제1 서브 어레이에 포함되도록 분류할 수 있다. 또한 제어부(120)는 복수개의 제1 서브 어레이와 복수개의 제1 아날로그 빔포머(113a)를 대응시킬 수 있다.

[0156] 일 실시예에 따른 복수개의 제1 아날로그 빔포머(113a) 각각은 대응되는 제1 서브 어레이에 포함된 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트에서 검출된 초음파 에코 신호를 각각 1차 빔포밍 하여 제1 합성 신호를 생성할 수 있다.

[0157] 복수개의 제1 아날로그 빔포머(113a) 각각은 복수개의 제1 아날로그 램을 포함할 수 있다. 제1 아날로그 램은 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트에서 검출된 초음파 에코신호간의 지연시간을 확보하는데 이용될 수 있다.

[0158] 제2 아날로그 빔포머(113b)는 제1 아날로그 빔포머(113a)에서 생성된 제1 합성 신호를 2차 빔포밍하여 제2 합성 신호를 생성할 수 있다. 또한 제2 아날로그 빔포머(113b)는 복수개의 제1 아날로그 램을 포함할 수 있다. 제2 아날로그 램은 복수개의 제1 아날로그 빔포머(113a)에서 생성된 제1 합성 신호간의 지연시간을 확보하는데 이용될 수 있다.

[0159] 일 실시예에 따른 제어부(120)는 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트(21)로 형성된 트랜스듀서 어레이와 집속점과의 위치에 기초하여 초음파 에코 신호를 검출하는데 이용되는 트랜스듀서 엘리먼트를 결정할 수 있다.

[0160] 제어부(120)는 집속점과 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트(21) 각각의 거리에 기초하여 제1 서브 어레이에 포함되는 트랜스듀서 엘리먼트를 결정할 수 있다.

[0161] 제어부(120)는 집속점과 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트(21) 각각의 거리에 기초하여 제1 서브 어레이에 포함되는 트랜스듀서 엘리먼트 개수를 결정할 수 있다.

[0162] 일 실시예에 따른 제어부(120), 영상 처리부(130), 디스플레이부(140), 입력부(170), 저장부(150) 및 통신부(160) 각각은 도 1에 도시된 제어부(120), 영상 처리부(130), 디스플레이부(140), 입력부(170), 저장부(150) 및 통신부(160)와 동일한 기능을 수행하거나, 동일한 구성요소를 더 포함할 수 있다. 그러므로 여기서는 중복된 기재는 생략하도록 한다.

[0163] 도 17은 일 실시 예에 따른 이중 구조의 아날로그 빔포머를 포함하는 초음파 진단 장치의 제어방법에 관한 순서도이다.

[0164] 도 17을 참조하면, 이중 구조의 아날로그 빔포머를 포함하는 초음파 진단 장치의 제어방법은 대상체 내로 초음파를 송신하는 단계(S1710), 대상체로부터 대상체 내로 송신한 초음파에 대응하는 초음파 에코 신호를 검출하는 단계(S1720), 초음파 에코 신호의 검출에 이용되는 트랜스듀서 엘리먼트를 결정하는 단계(S1730), 초음파 에코 신호의 검출에 이용되도록 결정된 트랜스듀서 엘리먼트를 복수개의 제1 서브 어레이에 포함되도록 분류하는 단계(S1740), 복수개의 제1 서브 어레이 각각에 포함된 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트에서 검출된 초음파 에코 신호를 각각 1차 빔포밍 하여 제1 합성 신호를 생성하는 단계(S1750) 및 생성된 제1 합성 신호를 2차 빔포밍 하여 제2 합성 신호를 생성 하는 단계(S1760)를 포함할 수 있다.

[0165] 대상체 내로 초음파를 송신하는 단계(S1710)를 구체적으로 살펴보면, 프로브(20)에 포함된 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트는 제어부(120)의 제어에 기초하여 전자적 신호를 아날로그 신호로 변환하여 대상체 내로 초음파를 송신할 수 있다.

[0166] 대상체로부터 대상체 내로 송신한 초음파에 대응하는 초음파 에코 신호를 검출하는 단계(S1720)를 구체적으로 살펴보면, 프로브(20)에 포함된 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트는 제어부(120)의 제어에 기초하여 대상체 내로 대상체 내로 송신한 초음파에 대응하는 초음파 에코 신호를 검출할 수 있다.

[0167] 초음파 에코 신호의 검출에 이용되는 트랜스듀서 엘리먼트를 결정하는 단계(S1730)를 구체적으로 살펴보면, 제어부(120)는 대상체 내로 송신되는 초음파가 집속되는 집속점의 위치에 기초하여, 초음파 에코 신호의 검출에 이용되는 트랜스듀서 엘리먼트를 결정할 수 있다. 제어부(120)는 집속점과 트랜스듀서 엘리먼트 사이의 각도가 기설정된 편향각도를 초과하는 경우, 해당 트랜스듀서 엘리먼트를 초음파 에코 신호의 검출이 이용하지 않도록 결정할 수 있다. 또한 제어부(120)는 집속점이 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트를 포함하는 트랜스듀서 어레이에 가까이 접근할수록, 초음파 에코 신호를 검출하는 트랜스듀서 엘리먼트의 개수가 감소되도록 결정할 수 있다.

[0168] 초음파 에코 신호의 검출에 이용되도록 결정된 트랜스듀서 엘리먼트를 복수개의 제1 서브 어레이에 포함되도록 분류하는 단계(S1740)를 구체적으로 살펴보면, 제어부(120)는 초음파 에코 신호의 검출이 이용되도록 결정된 트랜스듀서 엘리먼트를 복수개의 제1 서브 어레이에 포함되도록 분류할 수 있다. 제어부(120)는 집속점과 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트를 포함하는 트랜스듀서 어레이 사이의 거리에 기초하여 제1 서브 어레이 개수와 복수개의 제1 서브 어레이 각각에 포함되는 트랜스듀서 엘리먼트를 결정할 수 있다. 제어부(120)는 1차 빔포밍에 이용되는 제1 아날로그 램에 포함된 커패시터의 개수를 최소화 하도록 제1 서브 어레이 개수와 복수개의 제1 서브 어레이 각각에 포함되는 트랜스듀서 엘리먼트를 결정할 수 있다. 제어부(120)는 2차 빔포밍에 이용되는 제2 아날로그 램에 포함된 커패시터의 개수를 최소화 하도록 제1 서브 어레이를 결정할 수 있다. 또한, 제어부(120)는 1차 빔포밍에 이용되는 제1 아날로그 램에 포함된 커패시터의 개수와 2차 빔포밍에 이용되는 제2 아날로그 램에

포함된 커패시터의 개수의 합을 최소화 하도록 제1 서브 어레이와 제1 서브 어레이에 포함되는 트랜스듀서 엘리먼트를 결정할 수 있다. 그리고 제어부(120)는 제1 서브 어레이에 포함되는 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트 중 집속점과 거리가 가장 먼 트랜스듀서 엘리먼트와 집속점과의 거리를 r_{max} 로 정의하고, 집속점과 거리가 가장 가까운 트랜스듀서 엘리먼트와 집속점과의 거리를 r_{min} 로 정의하는 경우, 제1 서브 어레이 각각의 ($r_{max}- r_{min}$)값이 최소가 되도록 제1 서브 어레이를 결정하고, 제1 서브 어레이에 포함되는 트랜스듀서 엘리먼트를 결정할 수 있다.

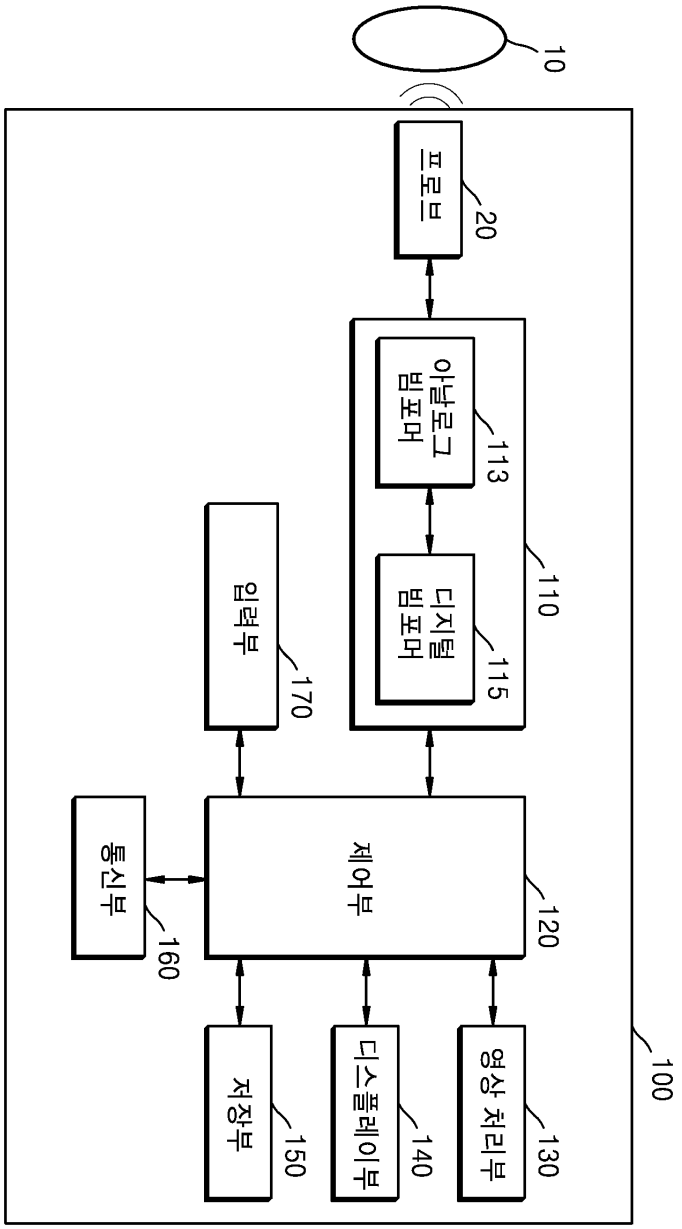
[0169] 복수개의 제1 서브 어레이 각각에 포함된 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트에서 검출된 초음파 에코 신호를 각각 1차 빔포밍 하여 제1 합성 신호를 생성하는 단계(S1750)를 구체적으로 살펴보면, 복수개의 제1 아날로그 빔포머 각각은 대응되는 제1 서브 어레이 각각에 포함된 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트에서 검출된 초음파 에코 신호를 1차 빔포밍하여 제1 합성 신호를 생성할 수 있다.

[0170] 생성된 제1 합성 신호를 2차 빔포밍 하여 제2 합성 신호를 생성 하는 단계(S1760)를 구체적으로 살펴보면, 제2 아날로그 빔포머는 제1 아날로그 빔포머에서 생성된 제1 합성 신호를 입력 받아 제2 아날로그 빔포밍을 하여 제2 합성 신호를 생성할 수 있다. 생성된 제2 합성 신호는 초음파 진단 장치 본체로 송신되어 초음파 영상을 생성하는데 이용될 수 있다.

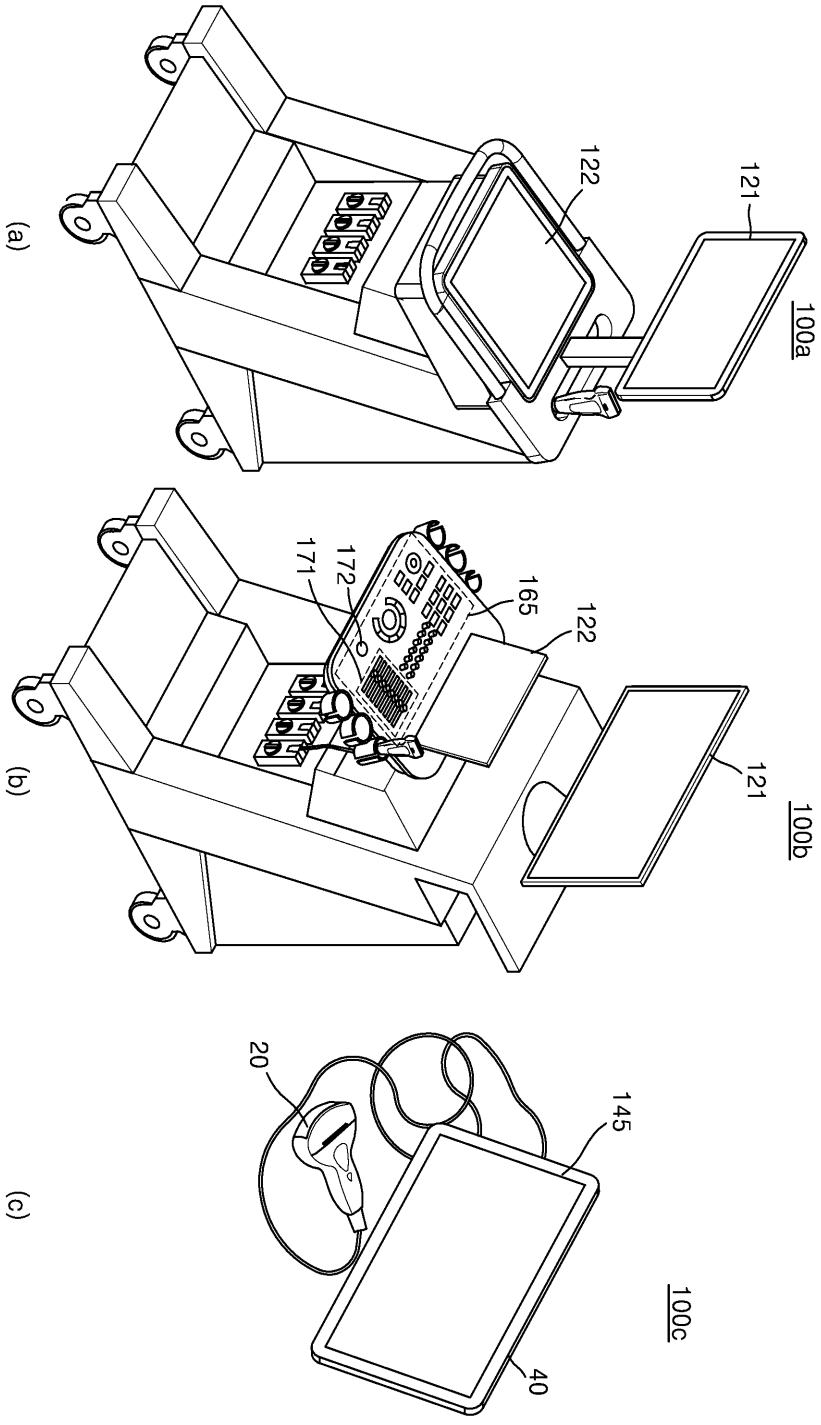
[0171] 한편, 개시된 실시예들은 컴퓨터에 의해 실행 가능한 명령어 및 데이터를 저장하는 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체의 형태로 구현될 수 있다. 상기 명령어는 프로그램 코드의 형태로 저장될 수 있으며, 프로세서에 의해 실행되었을 때, 소정의 프로그램 모듈을 생성하여 소정의 동작을 수행할 수 있다. 또한, 상기 명령어는 프로세서에 의해 실행되었을 때, 개시된 실시예들의 소정의 동작들을 수행할 수 있다.

도면

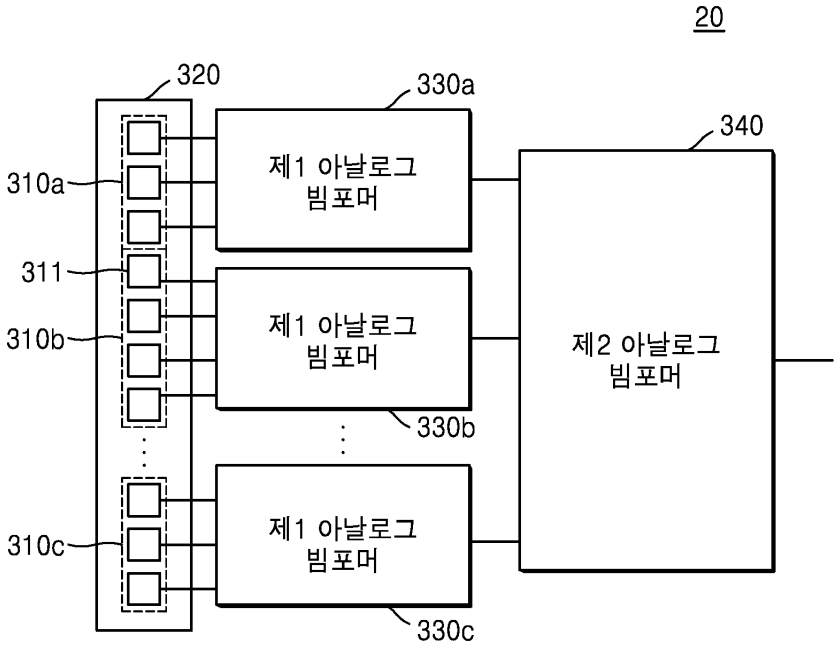
도면1


10
프로브
20
아날로그 빔포머
113
디지털 빔포머
115
110
입력부
170
제어부
120
통신부
160
저장부
150
디스플레이부
140
영상 처리부
130
100

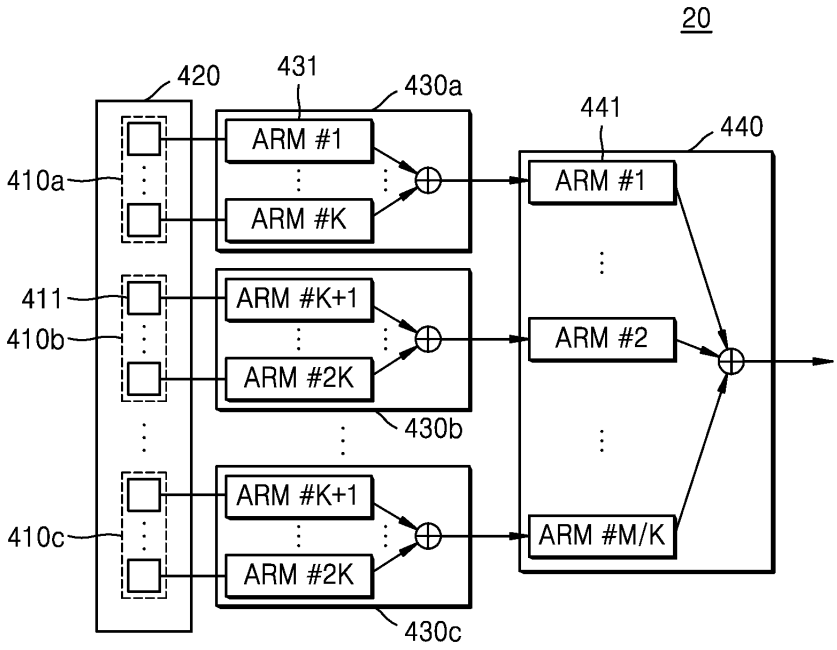
도면2



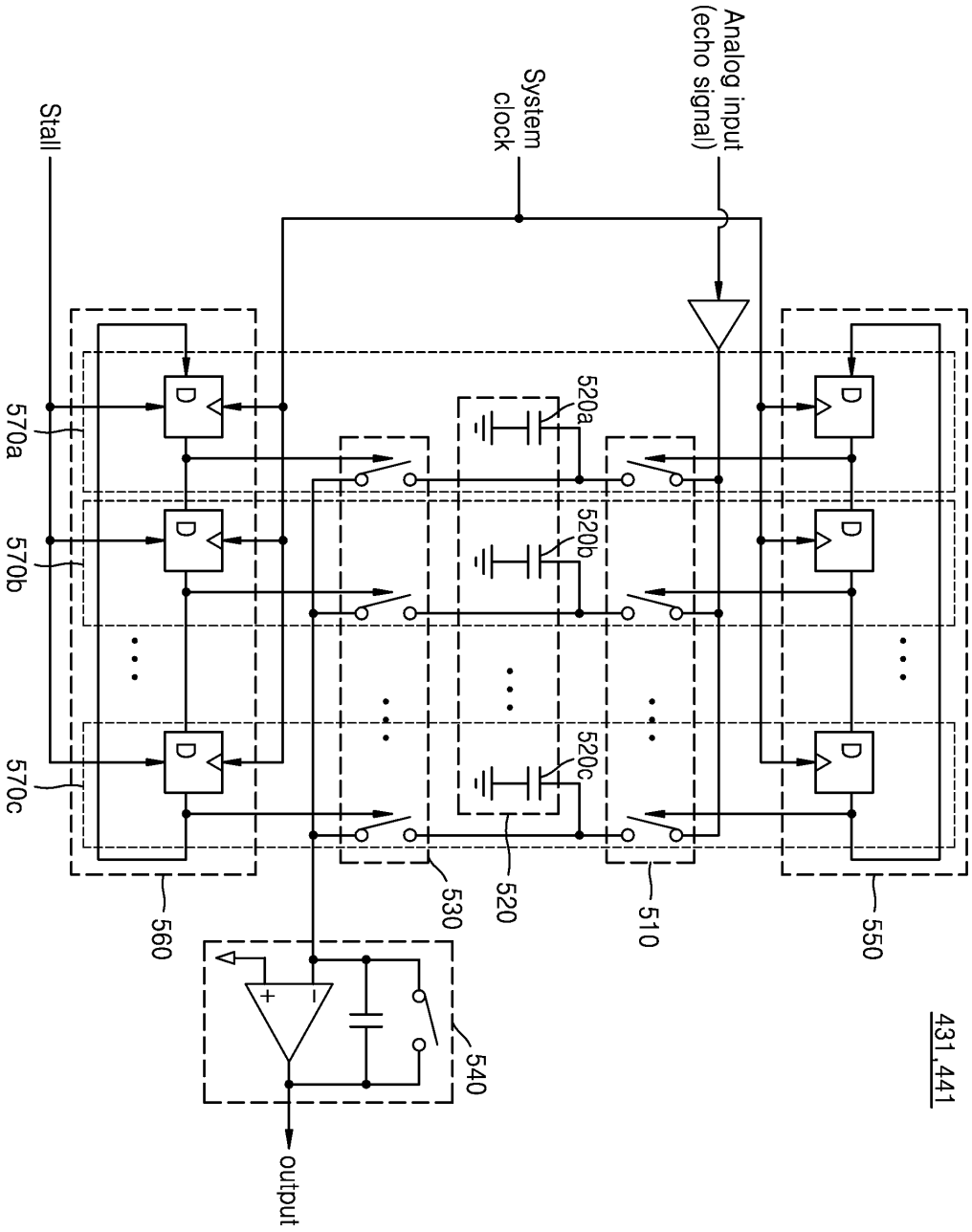
도면3


20
320
330a
340
310a
제1 아날로그
빔포머
311
310b
제1 아날로그
빔포머
제2 아날로그
빔포머
330b
310c
제1 아날로그
빔포머
330c

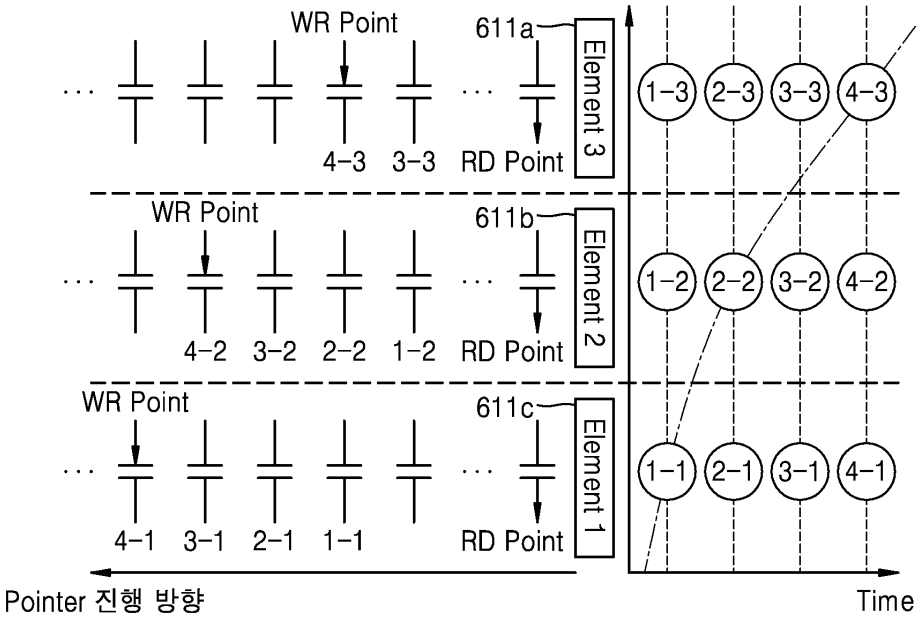
도면4


20
420
431
430a
441
440
410a
ARM #1
ARM #K
ARM #1
411
410b
ARM #K+1
ARM #2K
ARM #2
430b
ARM #K+1
410c
ARM #2K
ARM #M/K
430c

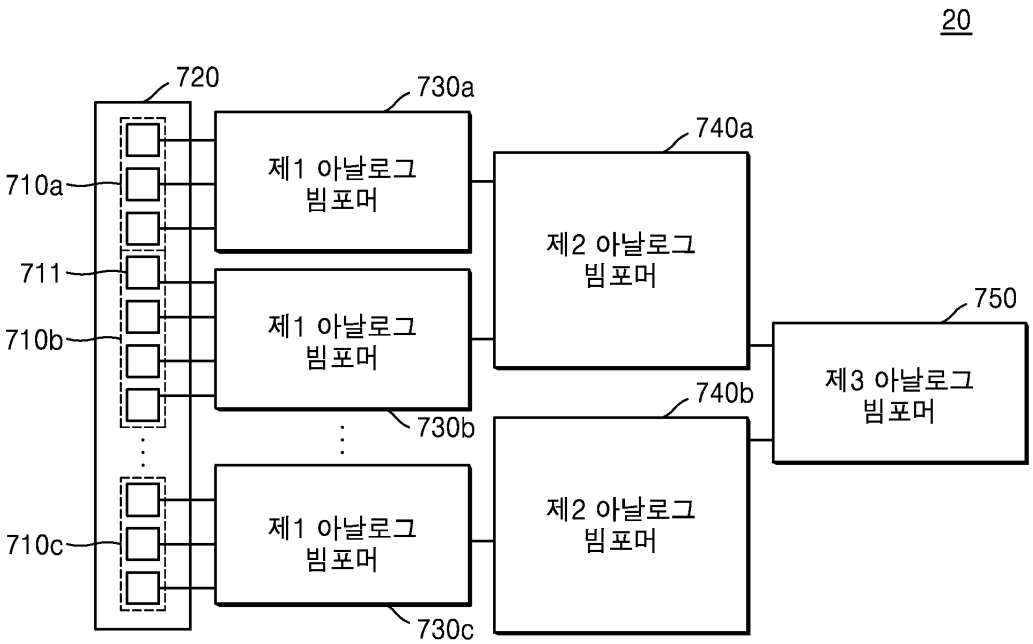
도면5


Stall
System clock
Analog input (echo signal)
570a
570b
570c
520a
520b
520c
560
530
520
510
550
540
431,441
output

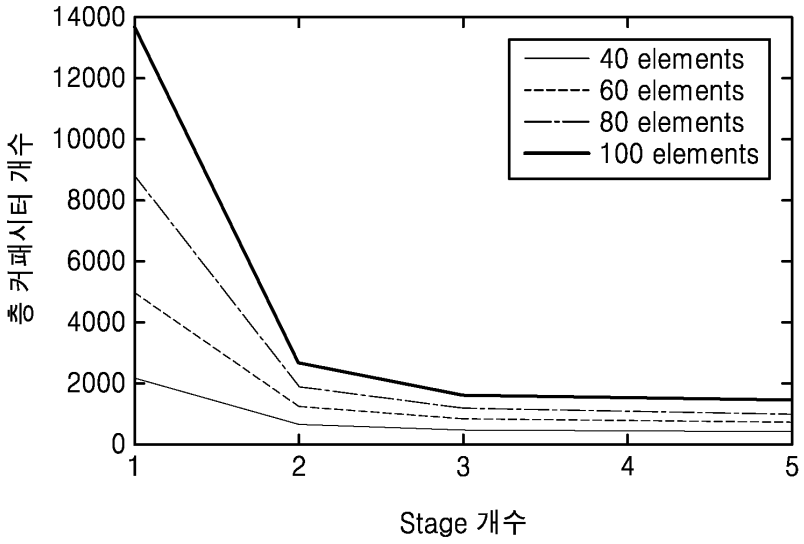
도면6


WR Point
611a
Element 3
4-3
3-3
RD Point
1-3
2-3
3-3
4-3
WR Point
611b
Element 2
4-2
3-2
2-2
1-2
RD Point
1-2
2-2
3-2
4-2
WR Point
611c
Element 1
4-1
3-1
2-1
1-1
RD Point
1-1
2-1
3-1
4-1
Pointer 진행 방향
Time

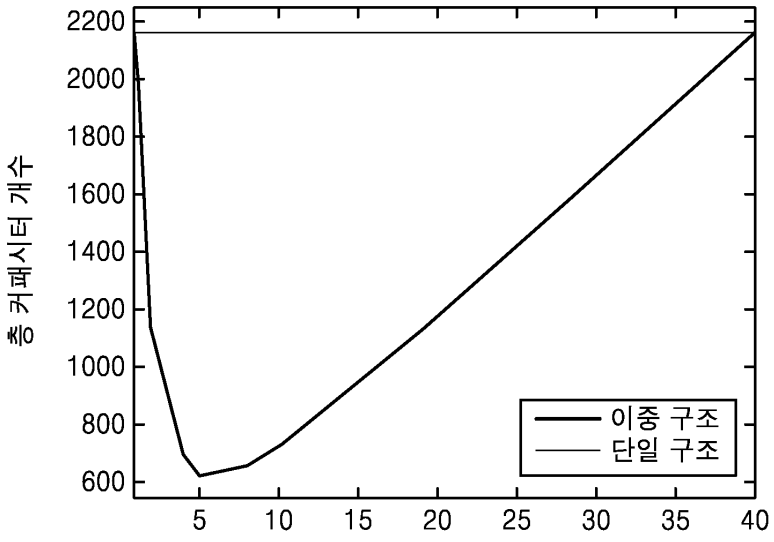
도면7


20
720
730a
740a
710a
제1 아날로그 빔포머
제2 아날로그 빔포머
711
710b
제1 아날로그 빔포머
750
제3 아날로그 빔포머
740b
730b
710c
제1 아날로그 빔포머
제2 아날로그 빔포머
730c

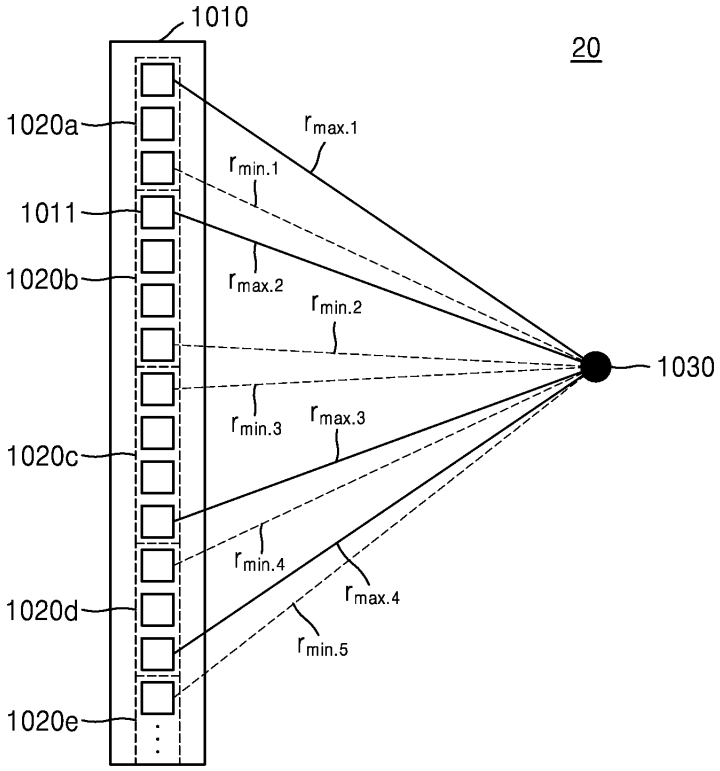
도면8


14000
12000
10000
8000
6000
4000
2000
0
1
2
3
4
5
40 elements
60 elements
80 elements
100 elements
층 커패시터 개수
Stage 개수

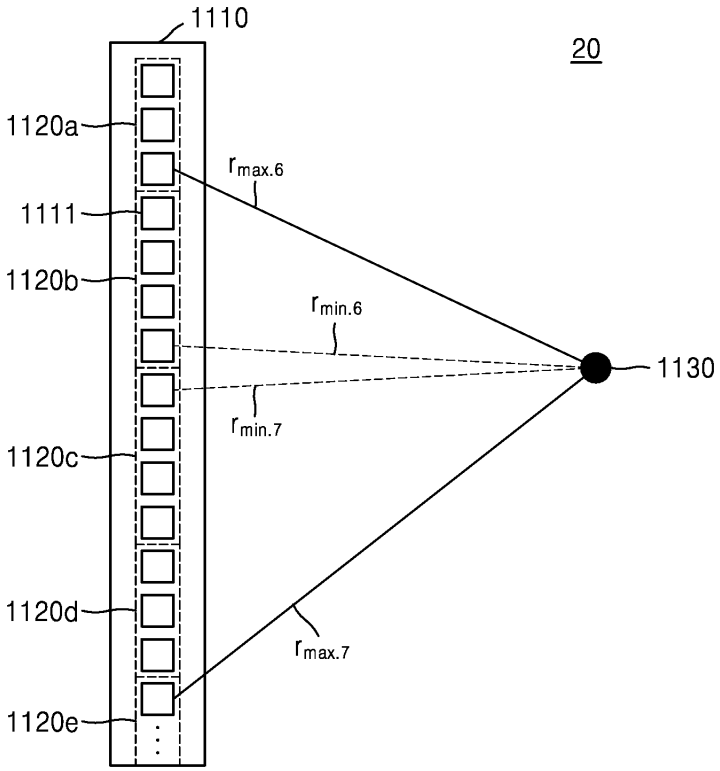
도면9


2200
2000
1800
1600
1400
1200
1000
800
600
5
10
15
20
25
30
35
40
이중 구조
단일 구조
층 커패시터 개수
제1 서브어레이 내의 트랜스 듀서 엘리먼트 수 (K)

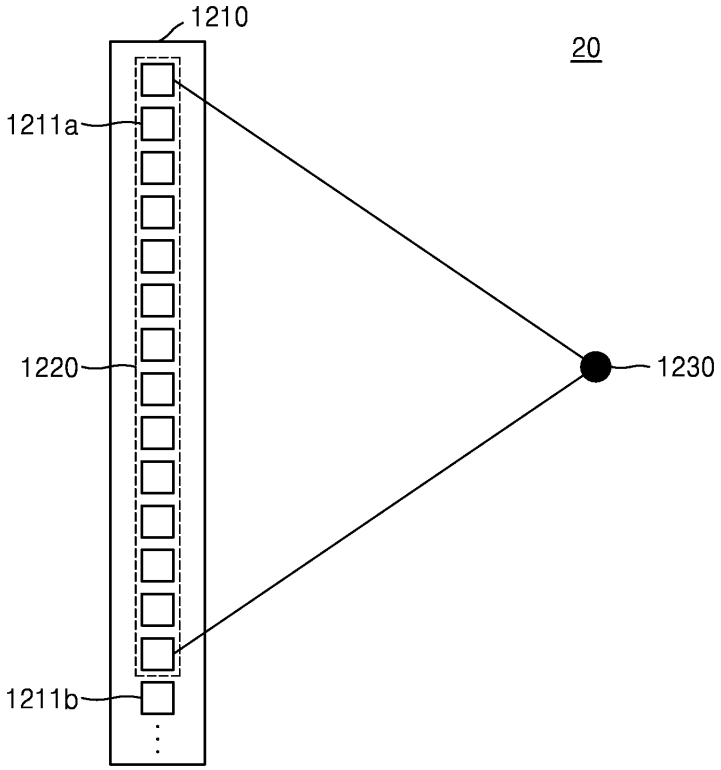
도면10


1010
20
1020a
1011
1020b
1020c
1020d
1020e
1030
$r_{max.1}$
$r_{min.1}$
$r_{max.2}$
$r_{min.2}$
$r_{min.3}$
$r_{max.3}$
$r_{min.4}$
$r_{max.4}$
$r_{min.5}$

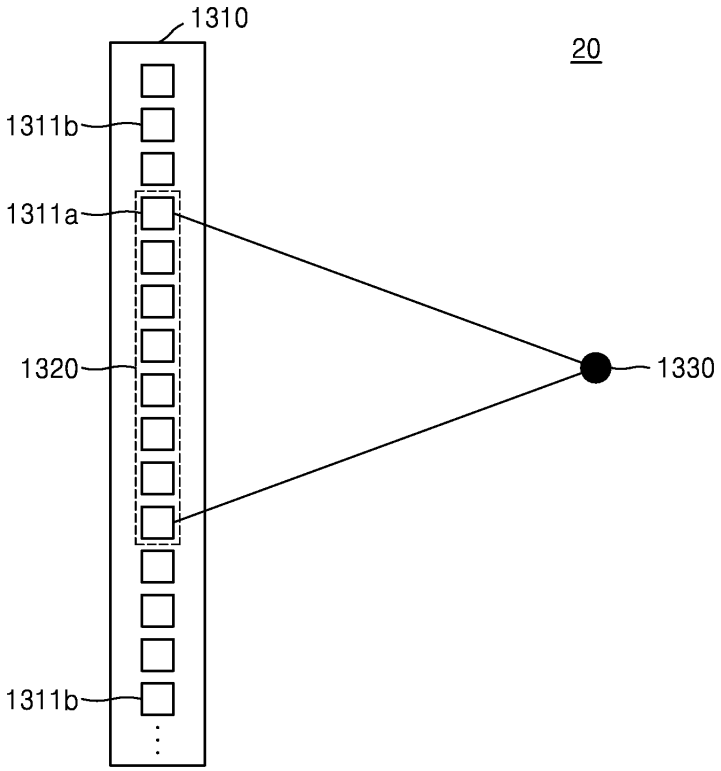
도면11


1110
20
1120a
1111
1120b
1120c
1120d
1120e
1130
$r_{max.6}$
$r_{min.6}$
$r_{min.7}$
$r_{max.7}$

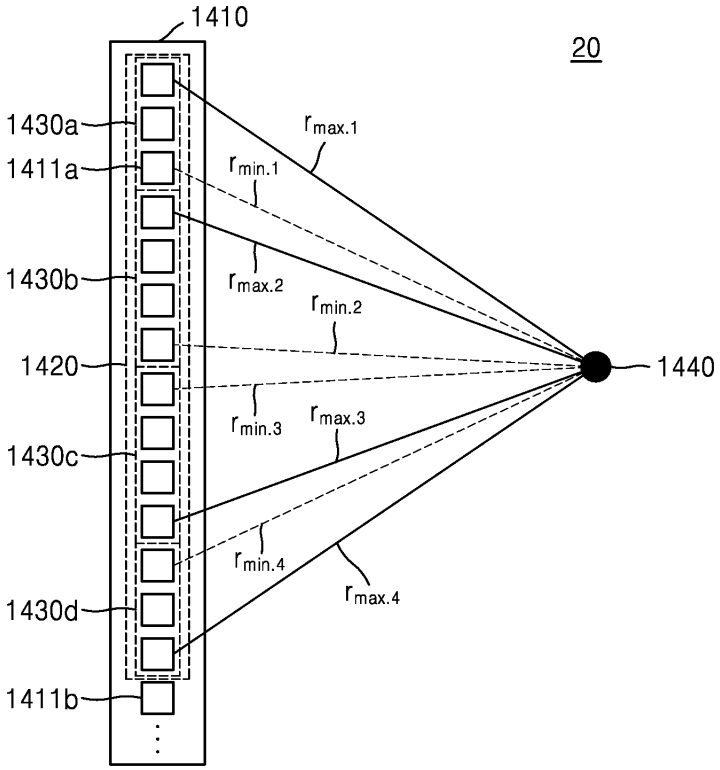
도면12


1210
20
1211a
1220
1230
1211b

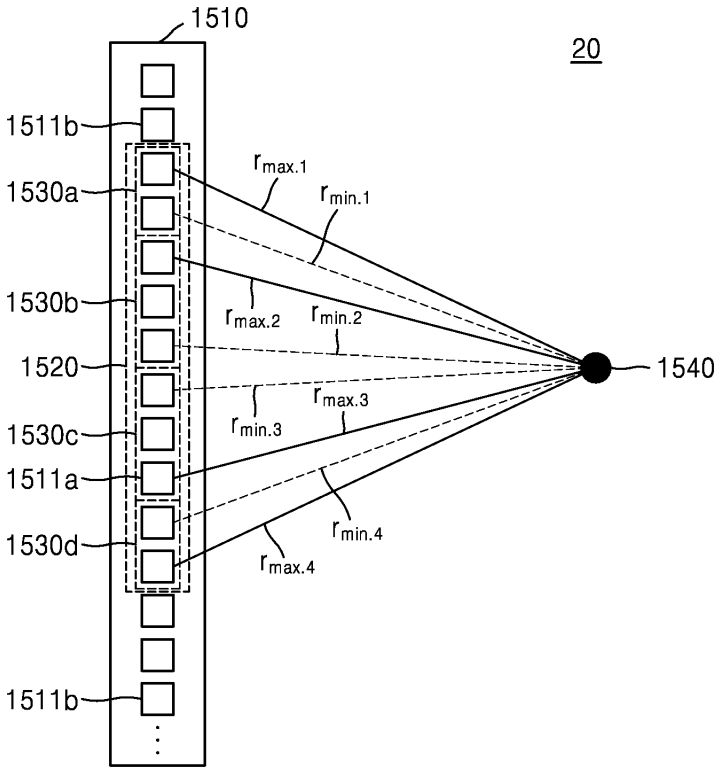
도면13


1310
20
1311b
1311a
1320
1330
1311b

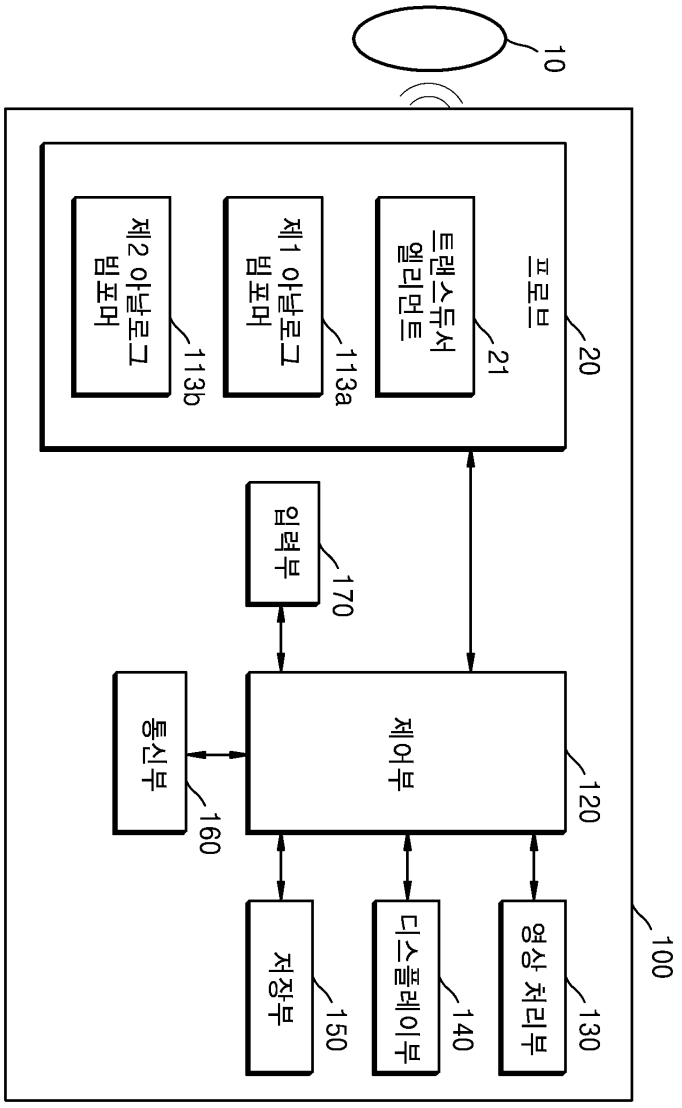
도면14


1410
20
1430a
1411a
1430b
1420
1430c
1430d
1411b
1440
$r_{max.1}$
$r_{min.1}$
$r_{max.2}$
$r_{min.2}$
$r_{min.3}$
$r_{max.3}$
$r_{min.4}$
$r_{max.4}$

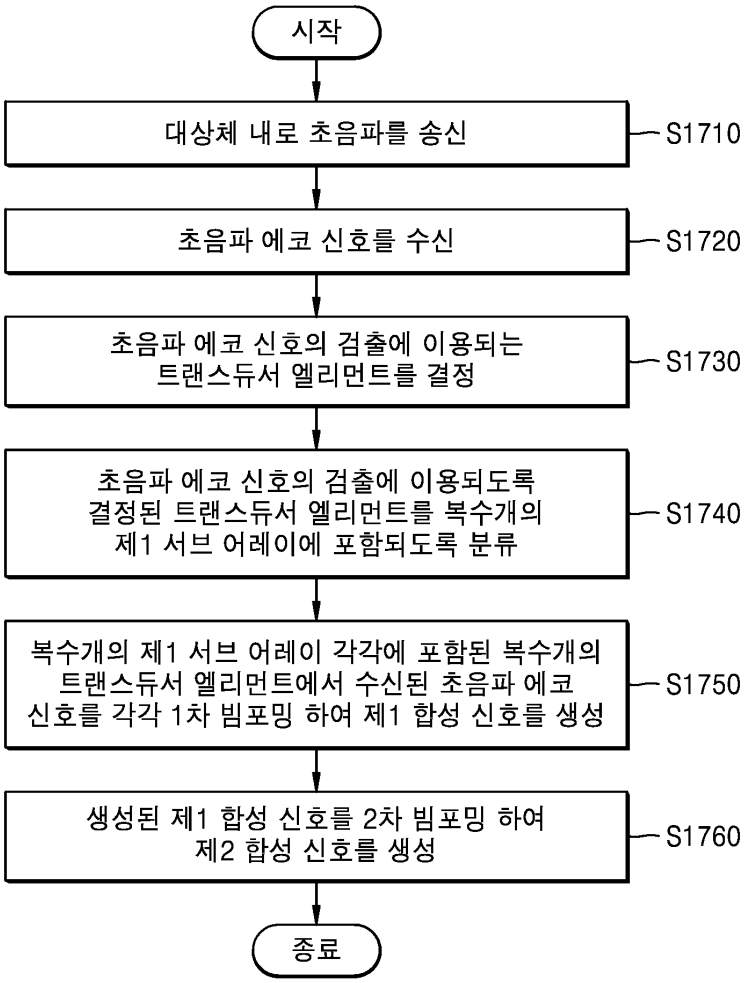
도면15


1510
20
1511b
1530a
1530b
1520
1530c
1511a
1530d
1511b
1540
$r_{max.1}$
$r_{min.1}$
$r_{max.2}$
$r_{min.2}$
$r_{min.3}$
$r_{max.3}$
$r_{min.4}$
$r_{max.4}$

도면16


10
100
프로브
20
트랜스듀서 엘리먼트
21
제1 아날로그 빔포머
113a
제2 아날로그 빔포머
113b
입력부
170
제어부
120
통신부
160
저장부
150
디스플레이부
140
영상 처리부
130

도면17


시작
대상체 내로 초음파를 송신
S1710
초음파 에코 신호를 수신
S1720
초음파 에코 신호의 검출에 이용되는 트랜스듀서 엘리먼트를 결정
S1730
초음파 에코 신호의 검출에 이용되도록 결정된 트랜스듀서 엘리먼트를 복수개의 제1 서브 어레이에 포함되도록 분류
S1740
복수개의 제1 서브 어레이 각각에 포함된 복수개의 트랜스듀서 엘리먼트에서 수신된 초음파 에코 신호를 각각 1차 빔포밍 하여 제1 합성 신호를 생성
S1750
생성된 제1 합성 신호를 2차 빔포밍 하여 제2 합성 신호를 생성
S1760
종료