



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2016-0041516
(43) 공개일자 2016년04월18일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 8/00 (2006.01) A61B 8/06 (2006.01)
A61B 8/14 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2014-0135620

(22) 출원일자 2014년10월08일

심사청구일자 없음

(71) 출원인

삼성전자주식회사

경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)

(72) 발명자

김배형

경기도 용인시 기흥구 금화로11번길 10 금화마을
주공3단지아파트 305동 1403호

김규홍

서울특별시 강남구 남부순환로363길 30 쌍용예가
103동 1202호

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인세림

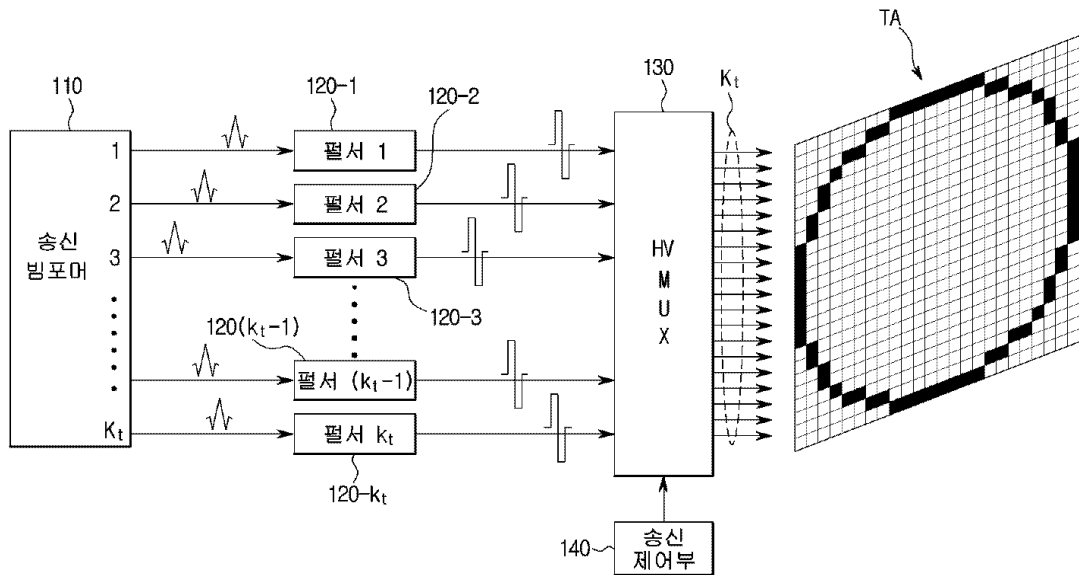
전체 청구항 수 : 총 34 항

(54) 발명의 명칭 **빔포밍 장치 및 이를 포함하는 초음파 진단장치**

(57) 요약

2차원 어레이의 트랜스듀서를 구성하는 엘리먼트 중 특정 형태의 어퍼처를 구성하는 일부 엘리먼트에서 초음파를 송수신하여 시스템의 복잡도를 감소시킬 수 있는 빔포밍 장치, 이를 포함한 초음파 프로브 및 초음파 진단장치를 제공한다. 개시된 실시예의 일 측면에 따른 빔포밍 장치는 트랜스듀서 어레이를 구성하는 엘리먼트 중 일부 엘리먼트를 구동시키기 위한 송신펄스를 출력하는 송신부; 상기 송신펄스가 미리 정해진 형태의 어퍼처를 형성하는 엘리먼트로 인가되도록 상기 어퍼처를 형성하는 엘리먼트를 선택하는 송신 스위치;를 포함한다.

대표도



(72) 발명자

박수현

경기도 화성시 동탄지성로 42 시범한빛마을동탄아
이파크아파트 222동 604호

이승현

경기도 성남시 분당구 미금일로 136 까치마을 건영
빌라 508동 401호

이호택

경기도 용인시 기흥구 보정로 87 (보정동, 현대아
이파크1차아파트) 212동 1001호

조경일

서울특별시 송파구 양재대로 1218 올림픽선수촌2단
지아파트 229동 502호

명세서

청구범위

청구항 1

2차원 어레이의 초음파 트랜스듀서를 통해 송신되는 초음파를 빔포밍하는 빔포밍 장치에 있어서,

상기 트랜스듀서 어레이를 구성하는 엘리먼트 중 일부 엘리먼트를 구동시키기 위한 송신펄스를 출력하는 송신부;

상기 송신펄스가 미리 정해진 형태의 어퍼처를 형성하는 엘리먼트로 인가되도록 상기 어퍼처를 형성하는 엘리먼트를 선택하는 송신 스위치;를 포함하는 빔포밍 장치.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 트랜스듀서 어레이는 MXN 개의 엘리먼트를 가지고 상기 선택된 일부의 엘리먼트의 개수는 $(MXN)/2$ 개 보다 적은 빔포밍 장치.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 송신 스위치는 상기 어퍼처가 링 형태를 갖도록 엘리먼트를 선택하는 빔포밍 장치.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 송신 스위치는 시간이 경과함에 따라 상기 링 형태의 어퍼처가 형성되는 위치가 변하도록 엘리먼트를 선택하는 빔포밍 장치.

청구항 5

제3항에 있어서,

상기 송신 스위치는 시간이 경과함에 따라 상기 링 형태의 어퍼처가 회전하도록 엘리먼트를 선택하는 빔포밍 장치.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 송신 스위치는 상기 어퍼처가 원형 또는 다각형 형태를 갖도록 엘리먼트를 선택하는 빔포밍 장치.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 송신 스위치는 시간이 경과함에 따라 상기 원형 또는 다각형 형태의 어퍼처가 형성되는 위치가 변하도록 엘리먼트를 선택하는 빔포밍 장치.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 송신 스위치는 시간이 경과함에 따라 상기 원형 또는 다각형 형태의 어퍼처가 회전하도록 엘리먼트를 선택하는 빔포밍 장치.

청구항 9

제1항에 있어서,

상기 송신 스위치는 상기 어퍼처의 형태가 선(line) 형태를 갖도록 엘리먼트를 선택하는 빔포밍 장치.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 송신 스위치는 시간이 경과함에 따라 상기 선 형태의 어퍼처가 형성되는 위치가 변화도록 엘리먼트를 선택하는 빔포밍 장치

청구항 11

제9항에 있어서,

상기 송신 스위치는 시간이 경과함에 따라 상기 선 형태의 어퍼처가 회전하도록 엘리먼트를 선택하는 빔포밍 장치.

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 송신부는 송신신호에 지연 시간을 가하여 송신 신호 패턴을 형성하는 송신 빔포머 및 상기 송신 신호 패턴에 따라 상기 트랜스듀서 어레이를 구성하는 엘리먼트로 인가되는 송신펄스를 생성하는 펄서를 포함하는 빔포밍 장치.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 송신 빔포머와 펄서는 상기 트랜스듀서 어레이를 구성하는 엘리먼트의 개수보다 적은 개수로 마련되는 빔포밍 장치.

청구항 14

제1항에 있어서,

상기 트랜스듀서 어레이의 송수신 상태를 결정하는 송수신 스위치;를 더 포함하는 빔포밍 장치.

청구항 15

제1항에 있어서,

상기 송신 스위치는 고전압 멀티플렉서(high voltage multiplexer)를 포함하는 빔포밍 장치.

청구항 16

2차원 어레이의 초음파 트랜스듀서에서 수신한 초음파 에코신호를 빔포밍하는 빔포밍 장치에 있어서,

미리 정해진 형태의 어퍼처를 형성하는 엘리먼트를 선택하는 수신 스위치; 및

상기 어퍼처를 구성하는 엘리먼트에서 수신한 초음파 에코신호를 집속하는 수신부;를 포함하는 빔포밍 장치.

청구항 17

제 16항에 있어서,

상기 트랜스듀서 어레이는 MXN개의 엘리먼트를 가지고 상기 선택된 엘리먼트의 개수는 (MXN)/2개 보다 적은 빔포밍 장치.

청구항 18

제16항에 있어서,

상기 수신 스위치에서 선택되는 엘리먼트가 미리 정해진 형태의 어퍼처를 형성하도록 상기 수신 스위치를 제어

하는 수신 제어부;를 더 포함하는 빔포밍 장치.

청구항 19

제16항에 있어서,

상기 수신 스위치는 상기 어퍼처가 링 형태를 갖도록 엘리먼트를 선택하는 빔포밍 장치.

청구항 20

제19항에 있어서,

상기 수신 스위치는 시간이 경과함에 따라 상기 링 형태의 어퍼처가 형성되는 위치가 변하도록 엘리먼트를 선택하는 빔포밍 장치.

청구항 21

제19항에 있어서,

상기 수신 스위치는 시간이 경과함에 따라 상기 링 형태의 어퍼처가 회전하도록 엘리먼트를 선택하는 빔포밍 장치.

청구항 22

제16항에 있어서,

상기 수신 스위치는 상기 어퍼처가 원형 또는 다각형 형태를 갖도록 엘리먼트를 선택하는 빔포밍 장치.

청구항 23

제22항에 있어서,

상기 수신 스위치는 시간이 경과함에 따라 상기 원형 또는 다각형 형태의 어퍼처가 형성되는 위치가 변하도록 엘리먼트를 선택하는 빔포밍 장치.

청구항 24

제22항에 있어서,

상기 수신 스위치는 시간이 경과함에 따라 상기 원형 또는 다각형 형태의 어퍼처가 회전하도록 엘리먼트를 선택하는 빔포밍 장치.

청구항 25

제16항에 있어서,

상기 수신 스위치는 상기 어퍼처의 형태가 선(line) 형태를 갖도록 엘리먼트를 선택하는 빔포밍 장치.

청구항 26

제16항에 있어서,

상기 수신 스위치는 시간이 경과함에 따라 상기 선 형태의 어퍼처가 형성되는 위치가 변하도록 엘리먼트를 선택하는 빔포밍 장치.

청구항 27

제16항에 있어서,

상기 수신 스위치는 시간이 경과함에 따라 상기 선 형태의 어퍼처가 회전하도록 엘리먼트를 선택하는 빔포밍 장치.

청구항 28

제16항에 있어서,

상기 수신부는 상기 초음파 에코신호의 잡음을 감소시키는 저잡음 증폭기, 이득값을 조절할 수 있는 가변 이득 증폭기 및 초음파 에코신호를 집속하여 수신빔을 형성하는 수신 빔포머를 포함하는 빔포밍 장치.

청구항 29

2차원 어레이의 트랜스듀서를 구성하는 각각의 엘리먼트에 연결되고, 상기 엘리먼트 중 미리 정해진 형태의 어퍼처를 구성하는 엘리먼트로 송신펄스를 인가하는 송신부;

상기 엘리먼트 중 미리 정해진 형태의 어퍼처를 구성하는 엘리먼트에서 수신한 초음파 에코신호를 집속하여 수신 빔을 형성하는 수신부; 및

상기 트랜스듀서 어레이를 구성하는 각각의 엘리먼트와 연결되어 상기 송신부의 구동 시 발생하는 고전압으로부터 상기 수신부를 보호하는 리미터;를 포함하는 빔포밍 장치.

청구항 30

제 29항에 있어서,

상기 트랜스듀서 어레이는 MXN 개의 엘리먼트를 가지고 상기 미리 정해진 형태의 어퍼처를 구성하는 엘리먼트의 개수는 $(MXN)/2$ 개 보다 적은 빔포밍 장치.

청구항 31

제29항에 있어서,

상기 송신부는,

송신신호에 지연 시간을 가하여 송신 신호 패턴을 형성하는 송신 빔포머; 및

상기 트랜스듀서 어레이를 구성하는 각각의 엘리먼트와 연결되어 상기 송신 신호 패턴에 따라 각각의 엘리먼트로 송신펄스를 인가하는 펄서;를 포함하는 빔포밍 장치.

청구항 32

제29항에 있어서,

상기 수신부는,

상기 각각의 엘리먼트에서 수신한 초음파 에코신호를 증폭하는 전치 증폭기;

미리 정해진 형태의 어퍼처를 구성하는 엘리먼트를 선택하는 수신 스위치; 및

상기 수신 스위치에서 선택된 엘리먼트에서 수신한 초음파 에코신호를 집속하여 수신 빔을 형성하는 수신 빔포머;를 포함하는 빔포밍 장치.

청구항 33

제31항 또는 제32항에 있어서,

상기 빔포밍 장치는, 펄서 중 미리 정해진 형태의 어퍼처를 구성하는 엘리먼트와 연결된 펄서만 선택하여 구동시키고, 상기 수신 스위치가 미리 정해진 형태의 어퍼처를 구성하는 엘리먼트를 선택하도록 상기 수신 스위치를 제어하는 펄서 제어부를 더 포함하는 빔포밍 장치.

청구항 34

제32항에 있어서,

상기 수신 스위치는 저전압 멀티플렉서(low voltage multiplexer)를 포함하는 빔포밍 장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 초음파 빔을 집속하는 빔포밍 장치 및 이들을 포함하는 초음파 진단장치에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 초음파 진단장치는 대상체의 표면으로부터 체내의 목표 부위를 향하여 초음파 신호를 조사하고, 반사된 초음파 신호(초음파 에코신호)의 정보를 이용하여 연부조직의 단층 영상이나 혈류에 관한 영상을 무침습으로 얻는 장치이다. 초음파 진단장치는 X선 영상 장치, 자기 공명 영상 장치, 핵의학 진단장치 등의 다른 화상 진단장치와 비교할 때, 소형이고 저렴하며, 실시간으로 영상을 표시할 수 있고, X선 등의 피폭이 없어 안전성이 높은 장점을 갖고 있어 심장, 복부, 비뇨기 및 산부인과 진단을 위해 널리 이용되고 있다.

[0003] 일반적인 초음파 진단장치는 1차원 어레이의 트랜스듀서(1D array transducer)를 이용하여 대상체 내부의 단면에 대한 정보를 2차원 영상으로써 제공한다. 그리고, 대상체 내부의 볼륨(volume) 정보(3차원 정보)를 획득하기 위해서는, 1차원 어레이의 트랜스듀서를 사용자(진단자, 주로 의사)가 손으로 또는 기계적으로 이동시키는 방식(free-hand scan 또는 mechanical scan)이 주로 사용되고 있다. 그러나 이러한 1차원 트랜스듀서 어레이의 수동적 이동이나 기계적 이동을 통한 3차원 영상의 획득 방식은 시간 해상도(temporal resolution)나 공간 해상도(spatial resolution) 측면에서 그 성능이 제한적일 수밖에 없기 때문에 2차원 어레이의 트랜스듀서를 이용한 3차원 영상 획득 기술에 대한 관심이 증가하고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 2차원 어레이의 트랜스듀서를 구성하는 엘리먼트 중 특정 형태의 어퍼처를 구성하는 일부 엘리먼트에서 초음파를 송수신하여 시스템의 복잡도를 감소시킬 수 있는 빔포밍 장치, 이를 포함한 초음파 프로브 및 초음파 진단장치를 제공한다.

과제의 해결 수단

[0005] 개시된 실시예의 일 측면에 따른 빔포밍 장치는 2차원 어레이의 초음파 트랜스듀서를 통해 송신되는 초음파를 빔포밍하는 빔포밍 장치에 있어서, 상기 트랜스듀서 어레이를 구성하는 엘리먼트 중 일부 엘리먼트를 구동시키기 위한 송신펄스를 출력하는 송신부; 상기 송신펄스가 미리 정해진 형태의 어퍼처를 형성하는 엘리먼트로 인가되도록 상기 어퍼처를 형성하는 엘리먼트를 선택하는 송신 스위치;를 포함한다.

[0006] 또한, 상기 트랜스듀서 어레이는 MXN 개의 엘리먼트를 가지고 상기 선택된 일부의 엘리먼트의 개수는 $(MXN)/2$ 개 보다 적을 수 있다.

[0007] 또한, 상기 송신 스위치에서 선택되는 엘리먼트가 미리 정해진 형태의 어퍼처를 형성하도록 상기 송신 스위치를 제어하는 송신 제어부;를 더 포함할 수 있다.

[0008] 또한, 상기 송신 스위치는 상기 어퍼처가 링 형태를 갖도록 엘리먼트를 선택하는 빔포밍 장치.

[0009] 또한, 상기 송신 스위치는 상기 어퍼처가 원형 또는 다각형 형태를 갖도록 엘리먼트를 선택할 수 있다.

[0010] 또한, 상기 송신 스위치는 상기 어퍼처의 형태가 선(line) 형태를 갖도록 엘리먼트를 선택할 수 있다.

[0011] 또한 상기 송신 스위치는 시간이 경과함에 따라 상기 선 형태의 어퍼처가 회전하도록 엘리먼트를 선택할 수 있다.

[0012] 개시된 실시예의 일 측면에 따른 빔포밍 장치는 2차원 어레이의 초음파 트랜스듀서에서 수신한 초음파 에코신호를 빔포밍하는 빔포밍 장치에 있어서, 미리 정해진 형태의 어퍼처를 형성하는 엘리먼트를 선택하는 수신 스위치; 및 상기 어퍼처를 구성하는 엘리먼트에서 수신한 초음파 에코신호를 집속하는 수신부;를 포함한다.

[0013] 또한, 상기 트랜스듀서 어레이는 MXN 개의 엘리먼트를 가지고 상기 선택된 엘리먼트의 개수는 $(MXN)/2$ 개 보다 적을 수 있다.

[0014] 또한, 상기 수신 스위치에서 선택되는 엘리먼트가 미리 정해진 형태의 어퍼처를 형성하도록 상기 수신 스위치를 제어하는 수신 제어부;를 더 포함할 수 있다.

[0015] 개시된 실시예의 일 측면에 따른 빔포밍 장치는 2차원 어레이의 트랜스듀서를 구성하는 각각의 엘리먼트에 연결되고, 상기 엘리먼트 중 미리 정해진 형태의 어퍼처를 구성하는 엘리먼트로 송신펄스를 인가하는 송신부; 상기

엘리먼트 중 미리 정해진 형태의 어퍼처를 구성하는 엘리먼트에서 수신한 초음파 에코신호를 집속하여 수신 빔을 형성하는 수신부; 및 상기 트랜스듀서 어레이를 구성하는 각각의 엘리먼트와 연결되어 상기 송신부의 구동시 발생하는 고전압으로부터 상기 수신부를 보호하는 리미터;를 포함한다.

[0016] 또한, 상기 트랜스듀서 어레이는 MXN개의 엘리먼트를 가지고 상기 미리 정해진 형태의 어퍼처를 구성하는 엘리먼트의 개수는 (MXN)/2개 보다 적을 수 있다.

[0017] 또한, 상기 송신부는, 송신신호에 지연 시간을 가하여 송신 신호 패턴을 형성하는 송신 빔포머; 및 상기 트랜스듀서 어레이를 구성하는 각각의 엘리먼트와 연결되어 상기 송신 신호 패턴에 따라 각각의 엘리먼트로 송신펄스를 인가하는 펄서;를 포함할 수 있다.

[0018] 또한, 상기 수신부는, 상기 각각의 엘리먼트에서 수신한 초음파 에코신호를 증폭하는 전치 증폭기; 미리 정해진 형태의 어퍼처를 구성하는 엘리먼트를 선택하는 수신 스위치; 및 상기 수신 스위치에서 선택된 엘리먼트에서 수신한 초음파 에코신호를 집속하여 수신 빔을 형성하는 수신 빔포머;를 포함할 수 있다.

발명의 효과

[0019] 개시된 빔포밍 장치, 이를 포함하는 초음파 프로브 및 초음파 진단장치에 따르면, 특정 어퍼처를 구성하는 일부 트랜스듀서 엘리먼트를 이용하여 초음파를 송수신함으로써, 2차원 어레이의 트랜스듀서를 사용함으로써 발생하는 급격한 채널의 증가와 그에 따른 장치의 복잡성이 증가하는 문제를 해결할 수 있다.

[0020] 또한, 공간 상의 어떠한 영역에서도 동일한 빔패턴을 유지할 수 있도록 어퍼처의 형태를 제어함으로써 공간상에서 해상도의 등방성이 유지될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0021] 도 1은 일 실시예에 따른 초음파 진단장치의 외관도이다.
- 도 2는 일 실시예에 따른 초음파 진단장치의 제어 블록도다.
- 도 3은 실시예에 따른 초음파 진단장치의 본체의 구성을 구체적으로 나타낸 제어블럭도이다.
- 도 4는 일 실시예에 따른 송신장치의 구성을 구체적으로 나타낸 제어블럭도이다.
- 도 5는 1차원 어레이 트랜스듀서를 이용한 송신 빔포밍의 동작을 나타낸 도면이다.
- 도 6은 송신 빔포밍 시에 적용되는 송신 신호의 지연을 나타낸 도면이다.
- 도 7은 일 실시예에 따른 송신장치에서 트랜스듀서 어레이를 구성하는 엘리먼트 중 일부 엘리먼트를 선택하여 송신신호를 인가하는 것을 나타낸 도면이다.
- 도 8은 개시된 실시예에 따른 송신 스위치에 의해 선택된 엘리먼트들이 형성하는 어퍼처의 형태를 나타낸 도면이다.
- 도 9는 일 실시예에 따른 수신장치의 구성을 구체적으로 나타낸 제어블럭도이다.
- 도 10은 수신 빔포밍 시에 적용되는 수신 신호의 지연을 나타내는 도면이다.
- 도 11은 일 실시예에 따른 수신장치에서 트랜스듀서 어레이를 구성하는 엘리먼트 중 일부 선택된 엘리먼트에서 생성된 전기신호를 수신하는 것을 나타낸 도면이다.
- 도 12는 다른 실시예에 따른 초음파 진단장치의 구성을 나타낸 블록도다.
- 도 13은 다른 실시예에 따른 초음파 프로브의 구성을 나타낸 블록도이다.
- 도 14는 또 다른 실시예에 따른 초음파 진단장치의 구성을 나타낸 블록도이다.
- 도 15 및 도 16은 또 다른 실시예에 따른 초음파 프로브의 송신장치와 수신장치의 세부 구성을 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0022] 이하 첨부된 도면을 참조하여 실시예들을 상세하게 설명하도록 한다.

- [0023] 도 1은 일 실시예에 따른 초음파 진단장치의 외관도이고, 도 2는 일 실시예에 따른 초음파 진단장치의 제어 블록도다. 그리고 도 3은 실시예에 따른 초음파 진단장치의 본체의 구성을 구체적으로 나타낸 제어블록도이다.
- [0024] 도 1을 참조하면, 초음파 진단장치(1)는 대상체에 초음파를 송신하고 대상체로부터 에코 초음파를 수신하여 전기적 신호로 변환하는 초음파 프로브(p)와, 초음파 프로브(p)와 연결되며 입력부(540) 및 표시부(550)를 갖추고 초음파 영상을 표시하는 본체(M)를 포함한다. 초음파 프로브(P)는 케이블(5)을 통해 초음파 진단장치의 본체(M)와 연결되어 초음파 프로브(P)의 제어에 필요한 각종 신호를 입력 받거나, 초음파 프로브(P)가 수신한 초음파 에코신호에 대응되는 아날로그 신호 또는 디지털 신호를 본체(M)로 전달할 수 있다. 그러나, 초음파 프로브(P)의 실시예가 이에 한정되는 것은 아니며, 무선 프로브(wireless probe)로 구현되어 초음파 프로브(P)와 본체(M) 사이에 형성된 네트워크를 통해 신호를 주고 받는 것도 가능하다.
- [0025] 케이블(5)의 일 측 말단은 초음파 프로브(P)와 연결되고, 타 측 말단에는 본체(M)의 슬롯(7)에 결합 또는 분리가 가능한 커넥터(6)가 마련될 수 있다. 본체(M)와 초음파 프로브(P)는 케이블(5)을 이용하여 제어 명령이나 데이터를 주고 받을 수 있다. 예를 들어, 사용자가 입력부(540)를 통해 초점 깊이, 어퍼처(aperture)의 크기나 형태 또는 스티어링 각도 등에 관한 정보를 입력하면, 이 정보들은 케이블(5)을 통해 초음파 프로브(P)로 전달되어 송신장치(100)와 수신장치(200)의 송수신 빔포밍에 사용될 수 있다. 또는, 전술한 바와 같이 초음파 프로브(P)가 무선 프로브로 구현되는 경우에는, 초음파 프로브(P)는 케이블(5)이 아닌 무선 네트워크를 통해 본체(M)와 연결된다. 무선 네트워크를 통해 본체(M)와 연결되는 경우에도 본체(M)와 초음파 프로브(P)는 전술한 제어 명령이나 데이터를 주고 받을 수 있다.
- [0026] 본체(M)는 도 2에 도시한 바와 같이, 제어부(500), 영상처리부(530), 입력부(540) 및 표시부(550)를 포함할 수 있다.
- [0027] 제어부(500)는 초음파 진단장치(1)의 전반적인 동작을 제어한다. 구체적으로, 제어부(500)는 초음파 진단장치(1)의 각 구성 요소, 일례로 도 2에 도시한 송신장치(100), T/R스위치(10), 수신장치(200), 영상처리부(530) 및 표시부(550) 등을 제어하기 위한 제어신호를 생성하여 전술한 각 구성 요소의 동작을 제어한다. 특히, 제어부(500)는 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(TA)를 이루는 복수의 초음파 트랜스듀서 엘리먼트(e)들에 대한 지연 프로파일(delay profile)을 산출하고, 산출된 지연 프로파일에 기초하여 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(TA) 내에 포함된 복수의 초음파 트랜스듀서 엘리먼트(e)와 대상체의 집속점(focal point)의 거리 차에 따른 시간 지연값을 산출한다. 그리고 제어부(500)는 이에 따라 송수신 빔포머를 제어하여 송수신 신호가 생성되도록 한다.
- [0028] 또한 제어부(500)는 입력부(540)를 통해 입력되는 사용자의 지시 또는 명령에 따라 초음파 진단장치(1)의 각 구성 요소에 대한 제어명령을 생성하여 초음파 진단장치(100)를 제어할 수 있다.
- [0029] 영상처리부(530)는 수신장치(200)를 통해 집속된 초음파 신호에 기초하여 대상체 내부의 목표 부위에 대한 3차원 초음파 영상을 생성한다.
- [0030] 도 3을 참조하면, 영상처리부(530)는 다시 영상형성부(531), 신호 처리부(533), 스캔컨버터(535), 저장부(537) 및 볼륨 렌더링부(539)를 포함할 수 있다.
- [0031] 영상형성부(531)는 수신장치(200)를 통해 집속된 초음파 신호에 기초하여 대상체 내부의 목표 부위에 대한 코히런트(coherent) 2차원 영상 또는 3차원 영상을 생성한다.
- [0032] 신호 처리부(533)는 영상형성부(531)에 의해 형성된 코히런트 영상 정보를 B-모드나 도플러 모드 등의 진단 모드에 따른 초음파 영상 정보로 변환한다. 예를 들면, 신호 처리부(533)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(533)는 촬영 모드가 D-모드(도플러 모드)로 설정되어 있는 경우에는, 초음파 신호로부터 위상 변화 정보를 추출하고, 속도, 파워, 분산과 같은 촬영 단면의 각 점에 대응하는 혈류 등의 정보를 산출하고 D-모드 영상용의 초음파 영상 정보를 실시간으로 작성한다.
- [0033] 스캔컨버터(535)는 신호 처리부(533)로부터 입력받은 변환된 초음파 영상 정보 또는 저장부(537)에 저장되어 있는 변환된 초음파 영상 정보를 표시부(550)용의 일반 비디오 신호로 변환하여 볼륨 렌더링부(539)로 전송한다.
- [0034] 저장부(537)는 신호 처리부(533)를 통해 변환된 초음파 영상 정보를 일시적 또는 비일시적으로 저장한다.
- [0035] 볼륨 렌더링부(539)는 스캔컨버터(535)로부터 전송된 비디오 신호를 기초로 볼륨 렌더링(volume rendering)을 수행하고, 렌더링된 영상 정보를 보정하여 최종적인 결과 영상을 생성한 후 생성된 결과 영상을 표시부(550)로

전송한다.

- [0036] 입력부(540)는 사용자가 초음파 진단장치(100)의 동작에 관한 명령을 입력할 수 있도록 마련된다. 사용자는 입력부(540)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 등을 입력하거나 설정할 수 있다.
- [0037] 입력부(540)는 키보드, 마우스, 트랙볼(trackball), 태블릿(tablet) 또는 터치스크린 모듈 등과 같이 사용자가 데이터, 지시나 명령을 입력할 수 있는 다양한 수단을 포함할 수 있다.
- [0038] 표시부(550)는 초음파 진단에 필요한 메뉴나 안내 사항 및 초음파 진단 과정에서 획득한 초음파 영상 등을 표시한다. 표시부(550)는 영상처리부(530)에서 생성된 대상체 내부의 목표 부위에 대한 초음파 영상을 표시한다. 표시부(550)에 표시되는 초음파 영상은 A-모드의 초음파 영상이나 B-모드의 초음파 영상일 수도 있고, 3차원 입체 초음파 영상일 수도 있다. 표시부(550)는 브라운관(Cathode Ray Tube; CRT), 액정 표시 장치(Liquid Crystal Display; LCD) 등 공지된 다양한 디스플레이 방식으로 구현될 수 있다.
- [0039] 일 실시예에 따른 초음파 프로브(P)는 도 2에 도시된 것처럼, 트랜스듀서 어레이(TA), T/R스위치(10), 송신장치(100), 수신장치(200)를 포함할 수 있다.
- [0040] 트랜스듀서 어레이(TA)는 초음파 프로브(p)의 단부에 마련된다. 초음파 트랜스듀서 어레이(TA)는 복수의 초음파 트랜스듀서 엘리먼트(e)를 배열(array)상으로 배치한 것을 의미한다. 개시된 실시예에 따른 트랜스듀서 어레이(TA)는 2차원 어레이 형태를 갖는다. 초음파 트랜스듀서 어레이(TA)는 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. 다시 말해, 생성된 초음파는 복수의 목표 부위로 멀티 포커싱(multi-focusing)되어 송신될 수도 있다.
- [0041] 초음파 트랜스듀서 어레이(TA)에서 발생된 초음파는 대상체 내부의 목표 부위에서 반사되어 다시 초음파 트랜스듀서 어레이(TA)로 돌아온다. 초음파 트랜스듀서 어레이(TA)는 목표 부위에서 반사되어 돌아오는 에코 초음파를 수신한다. 에코 초음파가 도달하면 초음파 트랜스듀서 어레이(TA)는 에코 초음파의 주파수에 상응하는 소정의 주파수로 진동하면서, 진동 주파수에 상응하는 주파수의 교류 전류를 출력한다. 이에 따라 초음파 트랜스듀서 어레이(TA)는 수신한 에코 초음파를 소정의 전기적 신호로 변환할 수 있게 된다.
- [0042] 각각의 엘리먼트(e)는 에코 초음파를 수신하여 전기적 신호를 출력하므로, 초음파 트랜스듀서 어레이(TA)는 복수 채널의 전기적 신호를 출력할 수 있다. 채널의 개수는 초음파 트랜스듀서 어레이(TA)를 이루는 초음파 트랜스듀서 엘리먼트(e)의 개수와 동일하게 마련되는 것이 바람직하다. 그러나, 개시된 실시예처럼 트랜스듀서 어레이(TA)가 2차원 어레이를 형성하게 되면, 1차원 어레이를 형성할 때에 비해 채널 수가 급격히 증가하게 된다. 채널 수의 증가는 시스템을 복잡하게 하고 시스템을 구현하는데 필요한 비용을 증가시키며, 콤팩트한 장치의 구현을 어렵게 한다. 이에 개시된 실시예는 채널 수의 증가없이 2차원 어레이의 트랜스듀서를 사용하여 3차원 볼륨영상을 획득할 수 있는 초음파 진단장치(1)를 제공한다. 구체적인 내용에 대해서는 후술하도록 한다.
- [0043] 초음파 트랜스듀서 엘리먼트(e)는 압전 진동자나 박막을 포함할 수 있다. 압전 진동자나 박막은 전원으로부터 교류 전류가 인가되면, 인가되는 교류 전류에 따라 소정의 주파수로 진동하고, 진동하는 주파수에 따라 소정 주파수의 초음파를 생성한다. 반대로 압전 진동자나 박막은 소정 주파수의 에코 초음파가 압전 진동자나 박막에 도달하면, 에코 초음파에 따라 진동하여, 진동 주파수에 대응하는 주파수의 교류 전류를 출력한다.
- [0044] 초음파 트랜스듀서는 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 하나로 구현될 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.
- [0045] 송신장치(100)는 트랜스듀서 어레이(TA)에 송신펄스를 인가하여 트랜스듀서 어레이(TA)로 하여금 대상체 내 목표 부위로 초음파 신호를 송신하도록 한다.
- [0046] 도 4는 일 실시예에 따른 송신장치의 구성을 구체적으로 나타낸 제어블럭도이다. 도 4에 도시된 것처럼, 송신장치(100)는 송신 빔포머(110)와 펄서(120)를 포함하는 송신 빔포밍 장치(101), 송신 스위치(130) 및 송신 제어부

(140)를 포함한다.

- [0047] 송신 빔포머(110)는 본체(M)의 제어부(500)의 제어신호에 따라 송신 신호 패턴을 형성하여 펄스(120)로 출력한다. 송신 빔포머(110)는 제어부(500)를 통해 산출된 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(TA)를 이루는 각각의 초음파 트랜스듀서 엘리먼트(e)에 대한 시간 지연값에 기초하여 송신 신호 패턴을 형성하고, 형성된 송신 신호 패턴을 펄스(120)로 전송한다.
- [0048] 송신 빔포밍에 대해 도 5 및 도 6을 참조하여 보다 구체적으로 설명한다. 도 5는 1차원 어레이 트랜스듀서를 이용한 송신 빔포밍의 동작을 나타낸 도면이고, 도 6은 송신 빔포밍 시에 적용되는 송신 신호의 지연을 나타낸 도면이다.
- [0049] 개시된 실시예에서는 2차원 어레이의 트랜스듀서를 이용하나, 설명의 편의를 위해 1차원 어레이의 트랜스듀서를 일 예로 들어 송신 빔포밍에 대해 설명한다. 도 5에 도시된 바와 같이, 초음파 영상화가 이루어지는 3차원 공간은 고도 방향(elevational direction)에 해당하는 z축, 측 방향(lateral direction)에 해당하는 y축 및 축 방향(axial direction)에 해당하는 x축으로 정의될 수 있다.
- [0050] 2차원 초음파 영상의 공간 해상도(spatial resolution)는 축 방향 해상도와 측 방향 해상도에 의해 결정될 수 있다. 축 방향 해상도는 초음파 빔의 축을 따라 나열된 두 물체를 구별할 수 있는 능력을 의미하고, 측 방향 해상도는 초음파 빔의 축과 직각으로 나열된 두 물체를 구별할 수 있는 능력을 의미한다.
- [0051] 측 방향 해상도는 송신하는 초음파 신호의 펄스 폭(pulse width)에 의해 결정되는데, 짧은 펄스 폭을 갖는 고주파 초음파 신호일수록 우수한 측 방향 해상도를 갖는다. 측 방향 해상도와 고도 방향 해상도는 초음파 빔의 폭(width)에 의해 결정되는데, 초음파 빔의 폭이 좁을수록 우수한 측 방향 해상도를 갖는다.
- [0052] 따라서, 초음파 영상의 해상도, 특히 측 방향 해상도를 향상시키기 위해 복수의 트랜스듀서 엘리먼트(e)로부터 송신되는 초음파 신호를 스캔 라인 상의 집속점(focal point)에 집속시킴으로써 폭이 좁은 초음파 빔을 형성할 수 있으며, 이를 송신 빔포밍(transmit beamforming)이라 한다.
- [0053] 1차원 어레이 트랜스듀서(1D array transducer)는 1차원으로 배열된 복수의 트랜스듀서 엘리먼트(e)로 이루어진다. 2차원의 초음파 단면 영상을 얻기 위해서는 복수의 스캔 라인(scan line)이 필요하고, 첫 번째 스캔 라인부터 마지막 스캔 라인까지 상술한 바와 같은 집속점에 대한 빔포밍을 수행할 수 있다.
- [0054] 모든 스캔 라인에 대해 초음파 신호를 송신하고, 대상체의 내부 물질들로부터 반사되어 돌아오는 초음파 에코신호를 수신하면 xy 평면 상의 2차원 초음파 단면 영상을 얻을 수 있다.
- [0055] 초음파 빔을 한 점에 집속시키기 위해서는, 복수의 트랜스듀서 엘리먼트(e)로부터 송신되는 초음파 신호가 한 집속점에 동시에 도달할 수 있어야 한다. 도 6에 도시된 바와 같이, 각각의 엘리먼트(e)마다 집속점까지의 거리가 다르기 때문에, 각 엘리먼트(e)로부터 송신되는 초음파 신호에 적절한 시간 지연(time delay)을 주어 동일한 집속점에 동시에 도달할 수 있도록 한다.
- [0056] 도 6을 참조하면, 모든 엘리먼트(e)로부터 초음파 신호가 집속점을 향해 동시에 송신된다면, 집속점에 가장 가까운 엘리먼트로부터 송신되는 초음파 신호는 집속점에 가장 먼저 도달하게 되고, 집속점에서 먼 엘리먼트일수록 도달하는 시간이 지연된다.
- [0057] 따라서, 도 6에 도시된 바와 같이, 엘리먼트에 송신 신호를 줄 때부터 상기 시간 지연을 고려하여, 집속점에 가장 가까운 엘리먼트에는 송신 신호를 가장 늦게 주고, 집속점에서 먼 엘리먼트일수록 송신 신호를 빨리 줄 수 있다. 여기서, 송신 신호는 엘리먼트에서 초음파 신호로 변환되는 전기신호를 의미한다.
- [0058] 전술한 송신 빔포머(110)와 펄스(120)를 포함하는 송신 빔포밍 장치(101)는 트랜스듀서 어레이(TA)를 구성하는 엘리먼트(e)의 개수에 대응되는 개수만큼 마련될 수 있으나, 그렇게 되면 장치의 채널 수가 엘리먼트(e)의 개수만큼 증가하게 되어 초음파 진단장치(1)의 복잡성이 증가하게 되고, 그 구현이 어렵게 된다.
- [0059] 이에 개시된 실시예는 2차원 어레이의 트랜스듀서를 사용함에도 1차원 어레이의 트랜스듀서를 사용하는 초음파 진단장치의 채널 수 정도의 채널 수만으로도 3차원 볼륨영상을 획득할 수 있는 초음파 프로브(P) 및 초음파 진단장치(1)를 제공한다. 개시된 실시예에 따른 송신 빔포밍 장치(101)는 2차원 어레이의 트랜스듀서를 구성하는 엘리먼트(e)의 개수 ($M \times N$)보다 적은 개수(Kt)로 마련된다. 예를 들면, 2차원 어레이의 트랜스듀서가 $M \times N$ 의 배열 가질 때, 송신 빔포밍 장치(101)의 개수(Kt)는 N 개 만큼 마련될 수도 있다. 구체적으로, 송신 빔포밍 장치(101)의 개수(Kt)는 2차원 어레이 트랜스듀서의 개수($M \times N$)의 1/2, 1/4, 1/8 또는 1/16보다 적을 수 있다.

- [0060] 따라서 송신 빔포밍 장치(101)는 Kt 개의 송신신호를 출력하고, $M \times N$ 의 엘리먼트(e) 중 Kt 개의 엘리먼트(e)로만 송신신호가 인가된다. 송신 스위치(130)는 $M \times N$ 의 엘리먼트(e) 중 송신 빔포밍 장치(101)로부터 출력되는 Kt 개의 송신신호가 인가될 엘리먼트(e)를 선택하는데, 선택되는 엘리먼트(e)가 미리 정해진 형태의 어퍼처(aperture)를 형성하도록 스위칭한다. 송신 제어부(140)는 송신 스위치(130)를 제어하여 송신 스위치(130)에 의해 선택된 엘리먼트(e)가 미리 정해진 형태의 어퍼처(AP)를 구성하도록 한다. 도 7은 일 실시예에 따른 송신장치(100)에서 트랜스듀서 어레이(TA)를 구성하는 엘리먼트(e) 중 일부 엘리먼트(e)를 선택하여 송신신호를 인가하는 것을 나타낸 도면으로, 도 7을 참조하여 송신 스위치(130)에서 엘리먼트(e)를 선택하는 것에 대해 보다 구체적으로 설명한다.
- [0061] 도 7에 도시된 것처럼, 송신장치(100)는 펄서(120)와 트랜스듀서 어레이(TA) 사이에 트랜스듀서 엘리먼트(e)를 선택적으로 활성화시키는 송신 스위치(130)를 구비한다. 도 7에 도시된 것처럼, 고전압 멀티플렉서(HV MUX)가 송신 스위치(130)로 사용될 수 있으나 이는 일 예이고 엘리먼트(e)를 선택적으로 활성화시킬 수 있는 수단은 모두 송신 스위치(130)에 포함될 수 있다.
- [0062] 도 7에 도시된 것처럼, 송신 빔포머(110)는 송신 빔포밍이 수행된 Kt 개의 송신신호를 출력한다. 송신 빔포머(110)로부터 출력되는 Kt 개의 시간 지연된 송신신호를 입력받을 수 있도록 Kt 개의 펄서(120)가 마련된다. 각각의 펄서(120)는 Kt 개의 시간 지연된 송신신호를 각각 수신하여 Kt 개의 고전압의 송신 펄스를 생성하고 이를 $M \times N$ 의 엘리먼트(e) 중 송신 스위치(130)에 의해 선택된 Kt 개의 엘리먼트(e)로 인가한다.
- [0063] 송신 스위치(130)는 $M \times N$ 의 엘리먼트(e) 중 Kt 개의 엘리먼트(e)를 선택하여 선택된 Kt 개의 엘리먼트(e)로 펄서(120)로부터 출력되는 Kt 개의 송신펄스가 전달되도록 한다. 송신 제어부(140)는 송신 스위치(130)에 의해 선택되는 Kt 개의 엘리먼트(e)가 미리 정해진 형태의 어퍼처(AP)를 형성할 수 있도록 송신 스위치(130)의 스위칭을 제어한다. 예를 들면, 도 7에 도시된 것처럼, 송신 제어부(140)는 송신 스위치(130)에 의해 선택된 엘리먼트(e)로 구성되는 어퍼처(AP)가 링(ring) 형태를 가질 수 있도록 송신 스위치(130)를 제어한다.
- [0064] 어퍼처(AP)의 형태는 입력부(540)를 통해 사용자에게 의해 선택되거나, 특정 모드의 선택 시 정해진 어퍼처(AP)가 자동적으로 선택될 수 있고, 특정 형태의 어퍼처(AP)가 선택되면, 본체(M)의 제어부(500)는 초음파 프로브(P)의 송신 제어부(140)로 선택된 어퍼처(AP)의 형태와 관련된 정보를 전송할 수 있다. 송신 제어부(140)는 본체(M)의 제어부(500)로부터 전송된 정보에 기초하여 송신 스위치(130)의 동작을 제어함으로써, 어퍼처(AP)가 도 7에 도시된 것처럼 링 형태가 되도록 한다. 본체(M)의 제어부(500)의 제어를 받지 않고, 송신 제어부(140)가 바로 어퍼처(AP)의 형태에 대한 명령의 입력에 대응하여 송신 스위치(130)를 제어할 수도 있다.
- [0065] 구현 가능한 어퍼처(AP)의 형태에 제한은 없으나, 개시된 실시예는 공간 상에서 해상도의 등방성을 유지할 수 있도록 어퍼처(AP)가 원형이나 타원형 또는 도 7에 도시된 것처럼, 링 형태를 갖도록 송신 스위치(130)를 제어할 수 있다.
- [0066] 도 8a 내지 도 8d는 개시된 실시예에 따른 송신 스위치(130)에 의해 선택된 엘리먼트(e)들이 형성하는 어퍼처(AP)의 형태를 나타낸 도면이다. 도 8a에 도시된 것처럼, 어퍼처(AP)는 원형으로 구현될 수 있다. 도면에는 도시하지 않았으나 타원형으로 구현될 수 있음은 물론이다. 원형의 어퍼처(AP)의 크기나 형태 그리고 형성되는 위치에 제한은 없다. 그리고 도 8a에 도시된 것처럼, 원형의 어퍼처(AP)는 한 번의 송수신 이벤트가 끝나면 다른 위치에 형성될 수 있다. 다시 말해, 어퍼처(AP)가 시간이 경과함에 따라 이동하면서 송수신 이벤트를 수행할 수 있다. 도면에 도시된 어퍼처(AP)의 이동경로나 이동방향은 일 예에 불과하고 정해진 규칙 없이 랜덤하게 이동할 수 있고, 이동하면서 크기나 형태가 변할 수도 있다.
- [0067] 또한, 도 8b에 도시된 것처럼, 어퍼처(AP)는 사각형을 포함하는 다각형 형태로 구현될 수 있다. 다각형의 어퍼처(AP)의 크기나 형태 그리고 형성되는 위치에 제한은 없다. 그리고 도 8b에 도시된 것처럼, 다각형의 어퍼처(AP)는 한 번의 송수신 이벤트가 끝나면 다른 위치에 형성될 수 있다. 다시 말해, 어퍼처(AP)가 시간이 경과함에 따라 이동하면서 송수신 이벤트를 수행할 수 있다. 도면에 도시된 어퍼처(AP)의 이동경로나 이동방향은 일 예에 불과하고 정해진 규칙 없이 랜덤하게 이동할 수 있고, 이동하면서 크기나 형태가 변할 수도 있다. 또한, 다각형 형태의 어퍼처(AP)는 도 8c에 도시된 것처럼, 트랜스듀서 어레이(TA)를 횡단 또는 종단하는 다각형 형태를 가질 수 있다. 이와 같은 다각형 형태의 어퍼처(AP)는 시간이 경과함에 따라 회전하면서 송수신 이벤트를 수행할 수 있다. 다각형의 크기나 형태 그리고 회전하는 방향에는 제한이 없고, 회전하면서 크기나 형태가 변할 수도 있다. 또한, 다각형이 아닌 타원 형태로 트랜스듀서 어레이(TA)를 횡단 또는 종단하는 어퍼처(AP)가 형성될 수도 있고, 시간이 경과함에 따라 회전하면서 송수신 이벤트를 수행할 수도 있다.

- [0068] 또한, 도 8d에 도시된 것처럼, 어퍼처(AP)는 선(line) 형태로 구현될 수 있다. 예를 들면, 1차원 어레이 형태로 어퍼처(AP)가 구현될 수 있다. 1차원 어레이 형태의 선보다 두꺼운 선 형태는 전술한 다각형 형태에 포함될 것이다. 선 형태로 구현된 어퍼처(AP)는 트랜스듀서 어레이(TA)를 횡단 또는 중단하는 형태를 가질 수 있다. 도 8d에 도시된 것처럼, 선 형태의 어퍼처(AP)는 시간이 경과함에 따라 회전하면서 송수신 이벤트를 수행할 수 있다.
- [0069] 송신 스위치(130)는 송신 제어부(140)의 제어 하에 엘리먼트(e)를 선택하여 상술한 도 8a 내지 도 8d에 도시된 형태의 어퍼처(AP)를 형성하여 송수신 이벤트를 수행할 수 있다. 그리고, 초음파 진단장치(1)는 상술한 어퍼처(AP)에서 수신한 초음파 에코신호로부터 3차원 볼륨영상을 획득할 수 있다. 도 8a 내지 도 8d에 도시된 어퍼처(AP)의 형태들은 일 예이고 다른 형태의 어퍼처(AP)를 형성할 수도 있다.
- [0070] 도 2의 수신장치는 트랜스듀서 어레이(TA)에서 수신한 초음파 에코신호에 대한 소정의 처리를 수행하고 수신 빔포밍을 수행한다.
- [0071] 도 9는 일 실시예에 따른 수신장치의 구성을 구체적으로 나타낸 제어블럭도이다. 도 9에 도시된 것처럼, 수신장치(200)는 수신 스위치(230), 수신 스위치(230)의 스위칭을 제어하는 수신 제어부(240) 및 수신신호 처리부(220)와 수신 빔포머(210)를 포함하는 수신 빔포밍 장치(201)를 포함한다.
- [0072] 우선 수신 빔포밍 장치(201)와 함께 수신 빔포밍에 대해 설명하고 수신 스위치(230) 및 수신 제어부(240)에 대해 설명한다.
- [0073] 집속점으로부터 반사되어 돌아오는 초음파 에코신호는 트랜스듀서 어레이(TA)에 입력되고, 트랜스듀서 어레이(TA)는 입력된 초음파 에코신호를 아날로그 전기신호로 변환한다.
- [0074] 트랜스듀서 어레이(TA)에서 변환된 전기신호는 수신신호 처리부(220)로 입력된다. 수신신호 처리부(220)는 초음파 에코신호가 변환된 전기신호에 대해 신호 처리나 시간 지연 처리를 하기 전에 신호를 증폭시키고, 이득(gain)을 조절하거나 깊이에 따른 감쇠를 보상할 수 있다. 보다 구체적으로, 수신 신호 처리부(220)는 초음파 트랜스듀서 어레이(TA)로부터 입력된 전기신호에 대하여 잡음을 감소시키는 저잡음 증폭기(low noise amplifier; LNA) 및 입력되는 신호에 따라 이득(gain) 값을 제어하는 가변 이득 증폭기(variable gain amplifier; VGA)를 포함할 수 있다. 가변 이득 증폭기는 집속점과의 거리에 따른 이득을 보상하는 TGC(Time Gain compensation)가 될 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.
- [0075] 수신 빔포머(210)는 수신신호 처리부(220)로부터 입력되는 전기적 신호에 대해 빔포밍(beam forming)을 수행한다. 수신 빔포머(210)는 수신신호 처리부(220)로부터 입력되는 전기적 신호를 중첩(superposition)시키는 방식을 통해 신호의 세기를 강하게 한다. 도 10을 참조하여 수신 빔포밍에 대해 구체적으로 설명한다. 도 10은 수신 빔포밍 시에 적용되는 수신 신호의 지연을 나타내는 도면이다. 전술한 도 6에서 설명한 바와 같이 송신 빔포밍을 수행함으로써 집속점에 동일한 위상의 초음파가 도달하게 되면, 집속점으로부터 초음파 에코신호가 발생하여 다시 트랜스듀서 어레이(TA)로 돌아가게 된다.
- [0076] 집속점에 초음파를 송신할 때와 마찬가지로, 집속점으로부터 초음파 에코신호를 수신할 때에도 트랜스듀서 엘리먼트(e)마다 집속점과의 거리가 다르기 때문에 초음파 에코신호가 도달하는 시간이 각각 달라지게 된다. 구체적으로, 집속점과 가장 가까운 엘리먼트에 초음파 에코신호가 가장 먼저 도달하고, 집속점과 가장 먼 엘리먼트에 초음파 에코신호가 가장 늦게 도달한다.
- [0077] 초음파 에코신호의 크기는 매우 작기 때문에 각각의 엘리먼트(e)에서 수신한 단일 신호만으로는 필요한 정보를 얻기 어렵다. 수신 빔포밍은 송신 빔포밍과 마찬가지로, 시간 차이를 두고 각각의 엘리먼트(e)에 도달한 수신 신호들에 적절한 지연 시간을 주어 같은 시간에 합산함으로써 신호 대 잡음비를 향상시킨다.
- [0078] 수신 빔포머(210)에서 빔포밍된 신호는 아날로그-디지털 변환기를 거쳐 디지털 신호로 변환되어 본체(M)의 영상 처리부(530)로 전송된다. 아날로그-디지털 변환기가 본체(M)에 마련되는 경우, 수신 빔포머(210)에서 빔포밍된 아날로그 신호를 본체(M)로 전송하여 본체(M)에서 디지털 신호로 변환될 수도 있다. 또는 수신 빔포머(210)가 디지털 빔포머일 수도 있다. 디지털 빔포머의 경우 아날로그 신호를 샘플링하여 저장할 수 있는 저장부와, 샘플링 주기를 제어할 수 있는 샘플링 주기 제어부와 샘플의 크기를 조절할 수 있는 증폭기와, 샘플링 전 aliasing을 방지하기 위한 anti-aliasing low pass filter와, 원하는 주파수 대역을 선택할 수 있는 bandpass filter와, 빔포밍 시의 샘플링 레이트를 증가시킬 수 있는 interpolation filter와, DC성분 또는 저주파 대역의 신호를 제거할 수 있는 high-pass filter 등을 포함할 수 있다.

- [0079] 개시된 실시예에서는 수신 빔포머(210)를 한 번 거치도록 기재하였으나, 수신 빔포머(210)를 복수 회 거치도록 하여 채널 수를 더 감소시킬 수도 있다. 수신 빔포머(210)에서 출력되는 신호들은 입력되는 신호들이 합산되어 출력되므로, 수신 빔포머(210)에서 출력되는 신호의 개수는 입력신호보다 작다. 따라서, 이런 수신 빔포머(210)를 여러 번 거치도록 하여 채널 수를 감소시킬 수도 있다.
- [0080] 도 9에 도시된 것처럼, 개시된 실시예에 따른 수신장치는 전술한 수신신호 처리부(220) 및 수신 빔포머(210)를 포함하는 수신 빔포밍 장치(201)와 트랜스듀서 엘리먼트(e) 중 선택된 엘리먼트(e)에서 생성된 전기적 신호가 수신 빔포밍 장치(201)로 입력되도록 엘리먼트(e)를 선택하는 수신 스위치(230)를 포함한다. 개시된 실시예에 따른 수신 스위치(230)는 전술한 송신 스위치(130)와 마찬가지로 2차원 어레이의 트랜스듀서를 구성하는 엘리먼트(e)의 개수 ($M \times N$)보다 적은 개수(K_r)의 엘리먼트(e)를 선택한다. 수신 스위치(230)가 송신 스위치(130)와 마찬가지로 엘리먼트(e)의 개수 ($M \times N$)보다 적은 개수(K_r)의 엘리먼트(e)를 선택함으로써, 개시된 실시예에 따른 초음파 진단장치(1)는 2차원 어레이의 트랜스듀서를 사용함에도 불구하고 1차원 어레이의 트랜스듀서를 사용하는 초음파 진단장치(1)의 채널 수만큼의 채널 수만으로도 3차원 볼륨영상을 획득할 수 있다. 수신 스위치(230)는 트랜스듀서 엘리먼트(e) 중 K_r 개의 엘리먼트(e)를 선택하여 선택된 엘리먼트(e)에서 초음파 에코신호를 수신하여 생성된 전기신호를 수신 빔포밍 장치(201)로 전달한다. 수신 제어부(240)는 수신 스위치(230)에서 선택되는 엘리먼트(e)가 미리 정해진 형태의 어퍼처(AP)를 형성하도록 수신 스위치(230)의 동작을 제어한다.
- [0081] 도 11은 일 실시예에 따른 수신장치(200)에서 트랜스듀서 어레이(TA)를 구성하는 엘리먼트(e) 중 일부 선택된 엘리먼트(e)에서 생성된 전기신호를 수신하는 것을 나타낸 도면으로, 도 11을 참조하여 수신 스위치(230)에서 엘리먼트(e)를 선택하는 것에 대해 보다 구체적으로 설명한다.
- [0082] 도 11에 도시된 것처럼, 수신장치(200)는 수신신호 처리부(220)와 트랜스듀서 어레이(TA) 사이에 트랜스듀서 엘리먼트(e)를 선택적으로 활성화시키는 수신 스위치(230)를 구비한다. 도 11에 도시된 것처럼, 저전압 멀티플렉서(LV MUX)가 수신 스위치(230)로 사용될 수 있으나 이는 일 예이고 엘리먼트(e)를 선택적으로 활성화시킬 수 있는 수단은 모두 수신 스위치(230)에 포함될 수 있다.
- [0083] 도 11에 도시된 것처럼, 수신 스위치(230)는 수신 제어부(240)의 제어 하에 $M \times N$ 개의 엘리먼트(e) 중 K_r 개의 엘리먼트(e)를 선택하여 선택된 엘리먼트(e)에서 생성된 전기신호가 수신신호 처리부(220)로 입력되도록 한다. 수신 제어부(240)는 수신 스위치(230)에 의해 선택되는 K_r 개의 엘리먼트(e)가 미리 정해진 형태의 어퍼처(AP)를 형성할 수 있도록 수신 스위치(230)의 스위칭을 제어한다. 예를 들면, 수신 제어부(240)는 수신 스위치(230)에 의해 선택된 엘리먼트(e)로 구성되는 어퍼처(AP)가 도 7에 도시된 송신 어퍼처(AP)처럼 링(ring) 형태를 가질 수 있도록 수신 스위치(230)를 제어할 수 있다. 수신 스위치(230)가 선택하는 엘리먼트(e)의 개수(K_r)는 송신 스위치(130)에서 선택된 엘리먼트(e)의 개수(K_t)와 같을 수 있다.
- [0084] 어퍼처(AP)의 형태는 입력부(540)를 통해 사용자에게 의해 선택되거나, 특정 모드의 선택 시 정해진 어퍼처(AP)가 자동적으로 선택될 수 있고, 특정 형태의 어퍼처(AP)가 선택되면, 본체(M)의 제어부(500)는 초음파 프로브(P)의 수신 제어부(240)로 선택된 어퍼처(AP)의 형태와 관련된 정보를 전송할 수 있다. 수신 제어부(240)는 본체(M)의 제어부(500)로부터 전송된 정보에 기초하여 수신 스위치(230)의 동작을 제어함으로써, 어퍼처(AP)의 형태를 결정한다. 본체(M)의 제어부(500)의 제어를 받지 않고, 수신 제어부(240)가 바로 어퍼처(AP)의 형태에 대한 명령의 입력에 대응하여 수신 스위치(230)를 제어할 수도 있다.
- [0085] 구현 가능한 어퍼처(AP)의 형태에 제한은 없으나, 개시된 실시예는 공간 상에서 해상도의 등방성을 유지할 수 있도록 어퍼처(AP)가 원형이나 타원형 또는 링 형태를 갖도록 송신 스위치(130)를 제어할 수 있다. 어퍼처(AP)의 형태에 대한 설명은 도 8을 참조한 설명과 동일하므로 생략한다.
- [0086] 도 12는 다른 실시예에 따른 초음파 진단장치의 구성을 나타낸 블록도고, 도 13은 다른 실시예에 따른 초음파 프로브의 구성을 나타낸 블록도이다. 다른 실시예에 따른 초음파 진단장치(1)의 본체(M)는 전술한 실시예의 본체(M)의 구성과 동일하므로 그 설명을 생략한다.
- [0087] 다른 실시예에 따른 초음파 프로브(P)는 트랜스듀서 어레이(TA), 스위치(5), T/R스위치(10), 송신장치(150), 수신장치(250)를 포함한다.
- [0088] 초음파 송신 시 엘리먼트(e)를 선택하는 송신 스위치(130)와 초음파의 수신 시 엘리먼트를 선택하는 수신 스위치가 송신장치(150)와 수신장치(250)에 각각 별도로 마련되는 전술한 실시예와 달리, 본 실시예에서는 하나의 스위치(5)가 초음파 송수신 시에 엘리먼트를 선택한다.

- [0089] T/R스위치(10)에 의해 송신장치(150)의 펄서(153)가 스위치(5)와 연결되면, 스위치(5)에 의해 선택된 엘리먼트로 송신펄스가 인가된다.
- [0090] 보다 구체적으로 설명하면, 송신 빔포머(151)는 본체(M)의 제어부(500)의 제어신호에 따라 송신 신호 패턴을 형성하여 펄서(153)로 출력한다. 송신 빔포머(151)는 제어부(500)를 통해 산출된 2차원 초음파 트랜스듀서 어레이(TA)를 이루는 각각의 초음파 트랜스듀서 엘리먼트(e)에 대한 시간 지연값에 기초하여 송신 신호 패턴을 형성하고, 형성된 송신 신호 패턴을 펄서(153)로 전송한다.
- [0091] 송신 빔포머(151)는 송신 빔포밍이 수행된 K 개의 송신신호로 구성된 송신신호패턴을 출력한다. 송신 빔포머(151)로부터 출력되는 K 개의 시간 지연된 송신신호를 입력받을 수 있도록 K 개의 펄서(153)가 마련된다. 각각의 펄서(153)는 K 개의 시간 지연된 송신신호를 각각 수신하여 K 개의 송신 펄스를 생성하고 이를 MxN의 엘리먼트(e) 중 스위치(5)에 의해 선택된 K 개의 엘리먼트(e)로 인가한다.
- [0092] 스위치(5)는 MxN의 엘리먼트(e) 중 K 개의 엘리먼트(e)를 선택하여 선택된 K개의 엘리먼트(e)로 펄서(153)로부터 출력되는 K 개의 송신펄스가 전달되도록 한다. 스위치 제어부(6)는 스위치(5)에 의해 선택되는 K 개의 엘리먼트(e)가 미리 정해진 형태의 어퍼처(AP)를 형성할 수 있도록 스위치(5)의 스위칭을 제어한다. 예를 들면, 스위치 제어부(6)는 스위치(5)에 의해 선택된 엘리먼트(e)로 구성되는 어퍼처(AP)가 링(ring) 형태를 가질 수 있도록 스위치(5)를 제어할 수 있다.
- [0093] 어퍼처(AP)의 형태는 입력부(540)를 통해 사용자에게 의해 선택되거나, 특정 모드의 선택 시 정해진 어퍼처(AP)가 자동적으로 선택될 수 있고, 특정 형태의 어퍼처(AP)가 선택되면, 본체(M)의 제어부(500)는 초음파 프로브(P)의 스위치 제어부(6)로 선택된 어퍼처(AP)의 형태와 관련된 정보를 전송할 수 있다. 스위치 제어부(6)는 본체(M)의 제어부(500)로부터 전송된 정보에 기초하여 스위치(5)의 동작을 제어함으로써, 어퍼처(AP)의 형태를 결정할 수 있다. 본체(M)의 제어부(500)의 제어를 받지 않고, 스위치 제어부(6)가 바로 어퍼처(AP)의 형태에 대한 명령의 입력에 대응하여 스위치(5)를 제어할 수도 있다. 구현 가능한 어퍼처(AP)의 형태에 제한은 없으나, 본 실시예는 전술한 실시예와 마찬가지로 공간 상에서 해상도의 등방성을 유지할 수 있도록 어퍼처(AP)가 원형이나 타원형 또는 도 7에 도시된 것처럼, 링 형태를 갖도록 스위치(5)를 제어할 수 있다.
- [0094] T/R스위치(10)에 의해 수신장치(250)의 수신신호 처리부(253)가 스위치(5)와 연결되면, 스위치(5)에 의해 선택된 엘리먼트에서 생성된 전기신호가 수신신호 처리부(253)로 입력된다.
- [0095] 보다 구체적으로 설명하면, 수신상태에서의 스위치(5)는 송신상태에서의 스위치(5)와 마찬가지로 2차원 어레이의 트랜스듀서를 구성하는 엘리먼트(e)의 개수(MxN)보다 적은 개수(K)의 엘리먼트(e)를 선택한다. 스위치(5)는 스위치 제어부(6)의 제어 하에 MxN 개의 엘리먼트 중 K개의 엘리먼트(e)를 선택하여 선택된 엘리먼트(e)에서 생성된 전기신호가 수신신호 처리부(253)로 입력되도록 한다. 스위치 제어부(6)는 스위치(5)에 의해 선택되는 K개의 엘리먼트(e)가 미리 정해진 형태의 어퍼처(AP)를 형성할 수 있도록 스위치(5)의 스위칭을 제어한다. 예를 들면, 스위치 제어부(6)는 스위치(5)에 의해 선택된 엘리먼트로 구성되는 어퍼처(AP)가 송신 어퍼처(AP)처럼 링(ring) 형태를 가질 수 있도록 스위치(5)를 제어할 수 있다. 스위치(5)가 선택하는 엘리먼트(e)의 개수(K)는 송신상태에서 스위치(5)에 의해 선택된 엘리먼트의 개수(K)와 같을 수 있다.
- [0096] 어퍼처(AP)의 형태는 입력부(540)를 통해 사용자에게 의해 선택되거나, 특정 모드의 선택 시 정해진 어퍼처(AP)가 자동적으로 선택될 수 있고, 특정 형태의 어퍼처(AP)가 선택되면, 본체(M)의 제어부(500)는 초음파 프로브(P)의 스위치 제어부(6)로 선택된 어퍼처(AP)의 형태와 관련된 정보를 전송할 수 있다. 스위치 제어부(6)는 본체(M)의 제어부(500)로부터 전송된 정보에 기초하여 스위치(5)의 동작을 제어함으로써, 어퍼처(AP)의 형태를 결정한다. 본체(M)의 제어부(500)의 제어를 받지 않고, 스위치 제어부(6)가 바로 어퍼처(AP)의 형태에 대한 명령의 입력에 대응하여 스위치(5)를 제어할 수도 있다. 송신상태와 마찬가지로 구현 가능한 어퍼처(AP)의 형태에 제한은 없으나, 스위치 제어부(6)는 공간 상에서 해상도의 등방성을 유지할 수 있도록 수신 어퍼처(AP) 또한 원형이나 타원형 또는 링 형태를 갖도록 스위치(5)를 제어할 수 있다.
- [0097] 트랜스듀서 어레이(TA)에서 변환된 전기신호는 수신신호 처리부(253)로 입력된다. 수신신호 처리부(253)는 초음파 에코신호가 변환된 전기신호에 대해 신호 처리나 시간 지연 처리를 하기 전에 신호를 증폭시키고, 이득(gain)을 조절하거나 깊이에 따른 감쇠를 보상할 수 있다. 보다 구체적으로, 수신 신호 처리부(253)는 초음파 트랜스듀서 어레이(TA)로부터 입력된 전기신호에 대하여 잡음을 감소시키는 저잡음 증폭기(low noise amplifier; LNA) 및 입력되는 신호에 따라 이득(gain) 값을 제어하는 가변 이득 증폭기(variable gain amplifier; VGA)를 포함할 수 있다. 가변 이득 증폭기는 집속점과의 거리에 따른 이득을 보상하는 TGC(Time

Gain compensation)가 될 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.

- [0098] 수신 빔포머(251)는 수신신호 처리부(253)로부터 입력되는 전기적 신호에 대해 빔포밍(beam forming)을 수행한다. 수신 빔포머(251)는 수신신호 처리부(253)로부터 입력되는 전기적 신호를 중첩(superposition)시키는 방식을 통해 신호의 세기를 강하게 한다.
- [0099] 송신 빔포밍을 수행함으로써 집속점에 동일한 위상의 초음파가 도달하게 되면, 집속점으로부터 초음파 에코신호가 발생하여 다시 트랜스듀서 어레이(TA)로 돌아가게 된다. 집속점에 초음파를 송신할 때와 마찬가지로, 집속점으로부터 초음파 에코신호를 수신할 때에도 트랜스듀서 엘리먼트(e)마다 집속점과의 거리가 다르기 때문에 초음파 에코신호가 도달하는 시간이 각각 달라지게 된다. 구체적으로, 집속점과 가장 가까운 엘리먼트(e)에 초음파 에코신호가 가장 먼저 도달하고, 집속점과 가장 먼 엘리먼트(e)에 초음파 에코신호가 가장 늦게 도달한다. 초음파 에코신호의 크기는 매우 작기 때문에 각각의 엘리먼트(e)에서 수신한 단일 신호만으로는 필요한 정보를 얻기 어렵다. 수신 빔포밍은 송신 빔포밍과 마찬가지로, 시간 차이를 두고 각각의 엘리먼트(e)에 도달한 수신 신호들에 적절한 지연 시간을 주어 같은 시간에 합산함으로써 신호 대 잡음비를 향상시킨다.
- [0100] 수신 빔포머(251)에서 빔포밍된 신호는 아날로그-디지털 변환기를 거쳐 디지털 신호로 변환되어 본체(M)의 영상 처리부(530)로 전송된다. 아날로그-디지털 변환기가 본체(M)에 마련되는 경우, 수신 빔포머(251)에서 빔포밍된 아날로그 신호를 본체(M)로 전송하여 본체(M)에서 디지털 신호로 변환될 수도 있다. 또는 수신 빔포머(251)가 디지털 빔포머일 수도 있다. 디지털 빔포머의 경우 아날로그 신호를 샘플링하여 저장할 수 있는 저장부와, 샘플링 주기를 제어할 수 있는 샘플링 주기 제어부와 샘플의 크기를 조절할 수 있는 증폭기와, 샘플링 전 aliasing을 방지하기 위한 anti-aliasing low pass filter와, 원하는 주파수 대역을 선택할 수 있는 bandpass filter와, 빔포밍 시의 샘플링 레이트를 증가시킬 수 있는 interpolation filter와, DC성분 또는 저주파 대역의 신호를 제거할 수 있는 high-pass filter 등을 포함할 수 있다. 개시된 실시예에서는 수신 빔포머(251)를 한 번 거치도록 기재하였으나, 수신 빔포머(251)를 복수 회 거치도록 하여 채널 수를 더 감소시킬 수도 있다. 즉, 수신 빔포머(251)에서 출력되는 신호들은 입력되는 신호들이 합산되어 출력되므로, 수신 빔포머(251)에서 출력되는 신호의 개수는 입력신호보다 작다. 따라서, 이런 수신 빔포머(251)를 여러 번 거치도록 하여 채널 수를 감소시킬 수도 있다.
- [0101] 도 14는 또 다른 실시예에 따른 초음파 진단장치의 구성을 나타낸 블록도이고, 도 15 및 도 16은 또 다른 실시예에 따른 초음파 프로브의 송신장치와 수신장치의 세부 구성을 나타낸 도면이다. 본 실시예에 따른 초음파 진단장치(1)의 본체(M)는 전술한 실시예들의 본체(M)의 구성과 동일하므로 그 설명을 생략한다.
- [0102] 본 실시예에 따른 초음파 프로브(P)는 트랜스듀서 어레이(TA), 송신장치(170), 수신장치(270)를 포함한다.
- [0103] 본 실시예에 따른 초음파 프로브(P)는 송수신 상태를 조절하는 T/R스위치를 포함하지 않고, 초음파 송신 시 엘리먼트(e)를 선택하는 별도의 송신 스위치를 포함하지 않는다. 본 실시예에 따른 펄서(173)는 MxN 개의 엘리먼트(e) 각각에 연결되도록 MxN 개가 마련된다. 다시 말해, 각각의 엘리먼트(e)마다 펄서(173)가 연결된다. 펄서(173)는 송신펄스를 생성하는 본래의 기능과 함께 송신펄스가 인가될 엘리먼트(e)를 선택할 수 있는 스위치 기능을 수행한다. 펄서(173)가 on되면, 해당 펄서(173)와 연결되어 있는 엘리먼트(e)로 송신펄스가 인가되고, 펄서(173)가 off되면 해당 펄서(173)와 연결되어 있는 엘리먼트(e)로는 송신펄스가 인가되지 않는다. 펄서(173)는 송신펄스가 인가되는 엘리먼트(e)가 미리 정해진 형태의 어퍼처(AP)를 형성할 수 있도록 엘리먼트(e)를 선택한다. 구현하고자 하는 어퍼처(AP) 형태를 구성하는 엘리먼트(e)에 연결된 펄서(173)들은 on되고, 그 외의 엘리먼트(e)에 연결된 펄서(173)들은 off되어, 특정 형태의 어퍼처(AP)를 구현할 수 있는 것이다.
- [0104] 본 실시예에 따른 초음파 프로브(P)는 T/R스위치를 포함하지 않기 때문에 펄서(173)에서 고전압의 송신펄스가 인가되는 송신상태라고 할지라도 수신회로와 펄서(173)를 포함하는 송신회로와의 연결이 차단되지 않는다. 송신상태에서 수신회로와 송신회로의 연결이 차단되지 않게 되면, 송신상태에서 송신회로에서 인가되는 고전압이 수신회로로도 인가되어 수신회로에 고장이 발생할 수 있다. 이에 본 실시예에 따른 초음파 프로브(P)는 송신상태에서 송신회로로부터 인가되는 고전압에 의해 수신회로에 고장이 발생하는 것을 방지하기 위해, 도 15에 도시된 것처럼, 펄서(173)를 포함하는 송신회로와 연결되어 고전압을 차단할 수 있는 리미터(limiter)(277)를 포함한다. 리미터(277)는 다이오드를 사용하여 전압의 상한을 한정하는 진폭제한기로, 피크 클리퍼와 베이스 클리퍼를 조합한 형태로 구현될 수 있다.
- [0105] 도 15 및 도 16에 도시한 것처럼, 리미터(277) 또한 펄서(173)와 마찬가지로 MxN개의 모든 엘리먼트(e)에 각각 연결되어, 송신상태에서 발생하는 고전압을 차단함으로써 수신장치(270)를 보호한다. 도 16은 각각의 엘리먼트

(e)마다 펄스와 리미터가 연결되는 것을 나타내고 있다. 수신장치(270)가 리미터(277)에 의해 고전압의 인가로부터 보호될 수 있기 때문에, 수신장치(270)의 수신 스위치(273)는 저전압 멀티플렉서(LV MUX)를 사용하여 구현될 수 있다. 따라서, 본 실시예에 따른 초음파 프로브(P)는 T/R스위치가 생략될 수 있고, T/R스위치가 생략되었음에도 수신장치(270)에 수신 스위치(273)로 저전압 스위치를 사용할 수 있으므로, 초음파 프로브(P)의 제조비용이나 구현측면에서 유리하다.

[0106] 이하 기술한 스위치 기능을 함께 수행하는 펄서(173)가 포함된 송신장치(170)와 고전압을 차단하는 리미터(277)를 포함하는 수신장치(270)에 대해 보다 구체적으로 설명한다.

[0107] 도 15를 참조하면, 송신 빔포머(171)는 송신 빔포밍이 수행된 MxN개의 송신신호를 출력한다. 송신 빔포머(171)로부터 출력되는 MxN개의 시간 지연된 송신신호는 펄서(173)로 입력된다. 본 실시예에 따른 펄서(173)는 전술한 것처럼 트랜스듀서 어레이(TA)를 구성하는 모든 엘리먼트(e)에 각각 연결된다. 펄서 제어부(175)는 엘리먼트(e) 중 미리 정해진 특정 형태의 어퍼처(AP)를 구성하는 Kt개의 엘리먼트(e)로 송신펄스가 인가될 수 있도록 각 펄서(173)의 on, off를 제어한다. 예를 들면, 펄서 제어부(175)는 펄서(173)에 의해 선택된 엘리먼트로 구성되는 어퍼처(AP)가 링(ring) 형태를 가질 수 있도록 펄서(173)들을 제어할 수 있다. 어퍼처(AP)의 형태는 입력부(540)를 통해 사용자에게 의해 선택되거나, 특정 모드의 선택 시 정해진 어퍼처(AP)가 자동적으로 선택될 수 있고, 특정 형태의 어퍼처(AP)가 선택되면, 본체(M)의 제어부(500)는 초음파 프로브(P)의 펄서 제어부(175)로 선택된 어퍼처(AP)의 형태와 관련된 정보를 전송할 수 있다. 펄서 제어부(175)는 본체(M)의 제어부(500)로부터 전송된 정보에 기초하여 펄서(173)의 on, off를 제어함으로써, 어퍼처(AP)의 형태를 결정할 수 있다. 본체(M)의 제어부(500)의 제어를 받지 않고, 펄서 제어부(175)가 바로 어퍼처(AP)의 형태에 대한 명령의 입력에 대응하여 펄서(173)를 제어할 수도 있다. 구현 가능한 어퍼처(AP)의 형태에 제한은 없으나, 본 실시예는 전술한 실시예와 마찬가지로 공간 상에서 해상도의 등방성을 유지할 수 있도록 어퍼처(AP)가 원형이나 타원형 또는 링 형태를 갖도록 펄서(173)를 제어할 수 있다.

[0108] 펄서 제어부(175)에 의해 턴 온된 펄서(173)에서 고전압의 송신펄스가 출력되면, 각각의 엘리먼트(e)마다 펄서(173)와 함께 설치된 리미터(277)에서 고전압 신호를 차단하여 수신장치(270)가 고전압에 의해 파괴되거나 고장나는 것을 방지한다.

[0109] 집속점으로부터 반사되어 돌아오는 초음파 에코신호는 트랜스듀서 어레이(TA)에 입력되고, 트랜스듀서 어레이(TA)는 입력된 초음파 에코신호를 전기신호로 변환한다.

[0110] 트랜스듀서 어레이(TA)에서 변환된 전기신호는 리미터(277)와 함께 각각의 엘리먼트(e)에 연결된 전치 증폭기(275)를 거쳐 증폭된다. 이렇게 전치 증폭기(275)를 거쳐 증폭된 MxN개의 전기신호는 수신 스위치(273)로 입력된다. 도면에는 전치 증폭기(275)만 도시하였으나, 수신장치(270)는 전기신호에 대해 신호 처리나 시간 지연 처리를 하기 전에 이득(gain)을 조절하거나 깊이에 따른 감쇠를 보상할 수 있는 소자들을 더 포함할 수도 있다.

[0111] 수신 스위치(273)는 전술한 전치 증폭기(275)를 거쳐 입력되는 MxN개의 신호에서 MxN개보다 적은 Kr개의 신호를 선택한다. 수신 스위치(273)가 엘리먼트(e)의 개수(MxN)보다 적은 개수(Kr)의 신호를 선택함으로써, 개시된 실시예에 따른 초음파 진단장치(1)는 2차원 어레이의 트랜스듀서를 사용함에도 불구하고 1차원 어레이의 트랜스듀서를 사용하는 초음파 진단장치(1)의 채널 수만큼의 채널 수만으로도 3차원 볼륨영상을 획득할 수 있다. 전술한 펄서 제어부(175)는 펄서(173)의 제어와 함께 수신 스위치(273)에서 선택되는 Kr개의 신호를 생성한 엘리먼트(e)가 미리 정해진 형태의 어퍼처(AP)를 형성하도록 수신 스위치(273)의 동작을 제어한다. 본 실시예에서는 펄서 제어부(175)가 수신 스위치(273)의 동작을 제어하지만, 수신 스위치(273)의 동작을 제어하는 별도의 수신 제어부가 수신장치(270)에 마련될 수도 있다.

[0112] 수신 스위치(273)는 펄서 제어부(175)의 제어 하에 MxN 개의 엘리먼트(e) 중 Kr개의 엘리먼트(e)에서 생성된 전기신호를 선택하여 수신 빔포머(271)로 입력되도록 한다. 펄서 제어부(175)는 수신 스위치(273)에 의해 선택되는 Kr 개의 엘리먼트(e)가 미리 정해진 형태의 어퍼처(AP)를 형성할 수 있도록 수신 스위치(273)의 스위칭을 제어한다. 예를 들면, 펄서 제어부(175)는 수신 스위치(273)에 의해 선택된 엘리먼트(e)로 구성되는 어퍼처(AP)가 링(ring) 형태를 가질 수 있도록 수신 스위치(273)를 제어할 수 있다. 수신 스위치(273)가 선택하는 엘리먼트의 개수(Kr)는 펄서(173)에서 선택된 엘리먼트의 개수(Kt)와 같을 수 있다.

[0113] 어퍼처(AP)의 형태는 입력부(540)를 통해 사용자에게 의해 선택되거나, 특정 모드의 선택 시 정해진 어퍼처(AP)가 자동적으로 선택될 수 있고, 특정 형태의 어퍼처(AP)가 선택되면, 본체(M)의 제어부(500)는 초음파 프로브(P)의 펄서 제어부(175)로 선택된 어퍼처(AP)의 형태와 관련된 정보를 전송할 수 있다. 펄서 제어부(175)는 본체(M)의

제어부(500)로부터 전송된 정보에 기초하여 수신 스위치(273)의 동작을 제어함으로써, 어퍼처(AP)의 형태를 결정한다. 본체(M)의 제어부(500)의 제어를 받지 않고, 펄서 제어부(175)가 바로 어퍼처(AP)의 형태에 대한 명령의 입력에 대응하여 수신 스위치(273)를 제어할 수도 있다. 구현 가능한 어퍼처(AP)의 형태에 제한은 없으나, 개시된 실시예는 공간 상에서 해상도의 등방성을 유지할 수 있도록 어퍼처(AP)가 원형이나 타원형 또는 링 형태를 갖도록 수신 스위치(273)를 제어할 수 있다. 어퍼처(AP)의 형태에 대한 설명은 도 8을 참조한 설명과 동일하므로 생략한다.

[0114] 수신 빔포머(271)는 수신 스위치(273)로부터 입력되는 전기적 신호에 대해 빔포밍(beam forming)을 수행한다. 수신 빔포머(271)는 수신 스위치(273)로부터 입력되는 전기적 신호를 중첩(superposition)시키는 방식을 통해 신호의 세기를 강하게 한다. 송신 빔포밍을 수행함으로써 집속점에 동일한 위상의 초음파가 도달하게 되면, 집속점으로부터 초음파 에코신호가 발생하여 다시 트랜스듀서 어레이(TA)로 돌아가게 된다. 집속점에 초음파를 송신할 때와 마찬가지로, 집속점으로부터 초음파 에코신호를 수신할 때에도 트랜스듀서 엘리먼트(e)마다 집속점과의 거리가 다르기 때문에 초음파 에코신호가 도달하는 시간이 각각 달라지게 된다. 구체적으로, 집속점과 가장 가까운 엘리먼트(e)에 초음파 에코신호가 가장 먼저 도달하고, 집속점과 가장 먼 엘리먼트(e)에 초음파 에코신호가 가장 늦게 도달한다. 초음파 에코신호의 크기는 매우 작기 때문에 각각의 엘리먼트(e)에서 수신한 단일 신호만으로는 필요한 정보를 얻기 어렵다. 수신 빔포밍은 송신 빔포밍과 마찬가지로, 시간 차이를 두고 각각의 엘리먼트(e)에 도달한 수신 신호들에 적절한 지연 시간을 주어 같은 시간에 합산함으로써 신호 대 잡음비를 향상시킨다.

[0115] 수신 빔포머(271)에서 빔포밍된 신호는 아날로그-디지털 변환기를 거쳐 디지털 신호로 변환되어 본체(M)의 영상처리부(530)로 전송된다. 아날로그-디지털 변환기가 본체(M)에 마련되는 경우, 수신 빔포머(271)에서 빔포밍된 아날로그 신호를 본체(M)로 전송하여 본체(M)에서 디지털 신호로 변환될 수도 있다. 또는 수신 빔포머(271)가 디지털 빔포머일 수도 있다. 디지털 빔포머의 경우 아날로그 신호를 샘플링하여 저장할 수 있는 저장부와, 샘플링 주기를 제어할 수 있는 샘플링 주기 제어부와 샘플의 크기를 조절할 수 있는 증폭기와, 샘플링 전 aliasing을 방지하기 위한 anti-aliasing low pass filter와, 원하는 주파수 대역을 선택할 수 있는 bandpass filter와, 빔포밍 시의 샘플링 레이트를 증가시킬 수 있는 interpolation filter와, DC성분 또는 저주파 대역의 신호를 제거할 수 있는 high-pass filter 등을 포함할 수 있다.

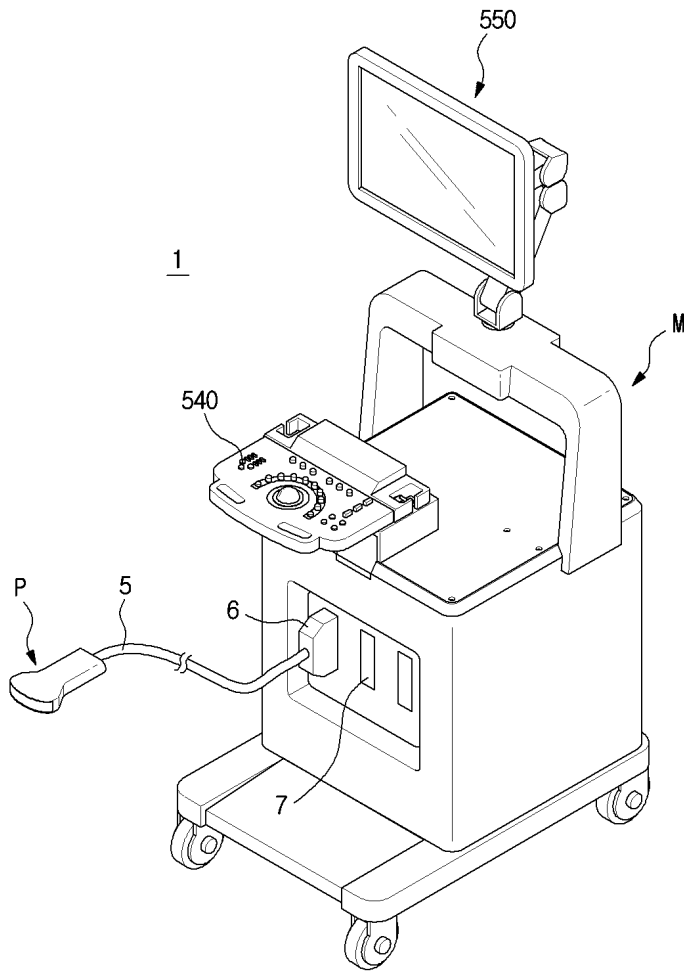
[0116] 개시된 실시예에서는 수신 빔포머(271)를 한 번 거치도록 기재하였으나, 수신 빔포머(271)를 복수 회 거치도록 하여 채널 수를 더 감소시킬 수도 있다. 수신 빔포머(271)에서 출력되는 신호들은 입력되는 신호들이 합산되어 출력되므로, 수신 빔포머(271)에서 출력되는 신호의 개수는 입력신호보다 작다. 따라서, 이런 수신 빔포머(271)를 여러 번 거치도록 하여 채널 수를 감소시킬 수도 있다.

부호의 설명

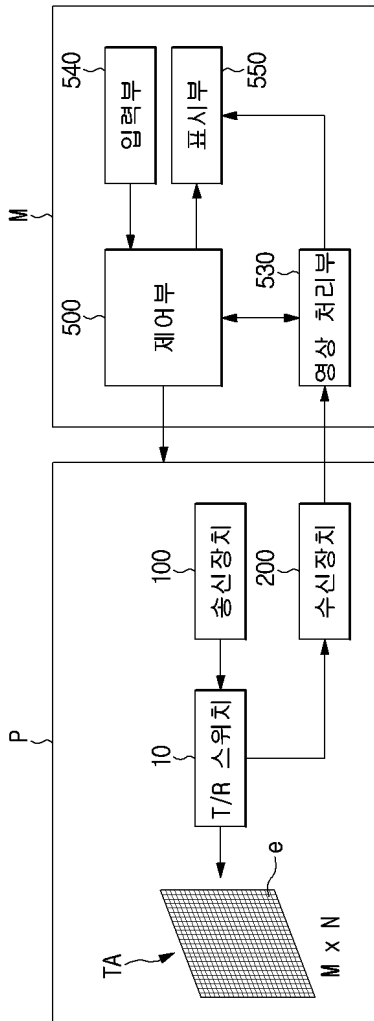
- [0117] 1: 초음파 진단장치
 10: T/R스위치
 100, 150, 170: 송신장치
 130: 송신 스위치
 200, 250, 270: 수신장치
 230, 273: 수신 스위치

도면

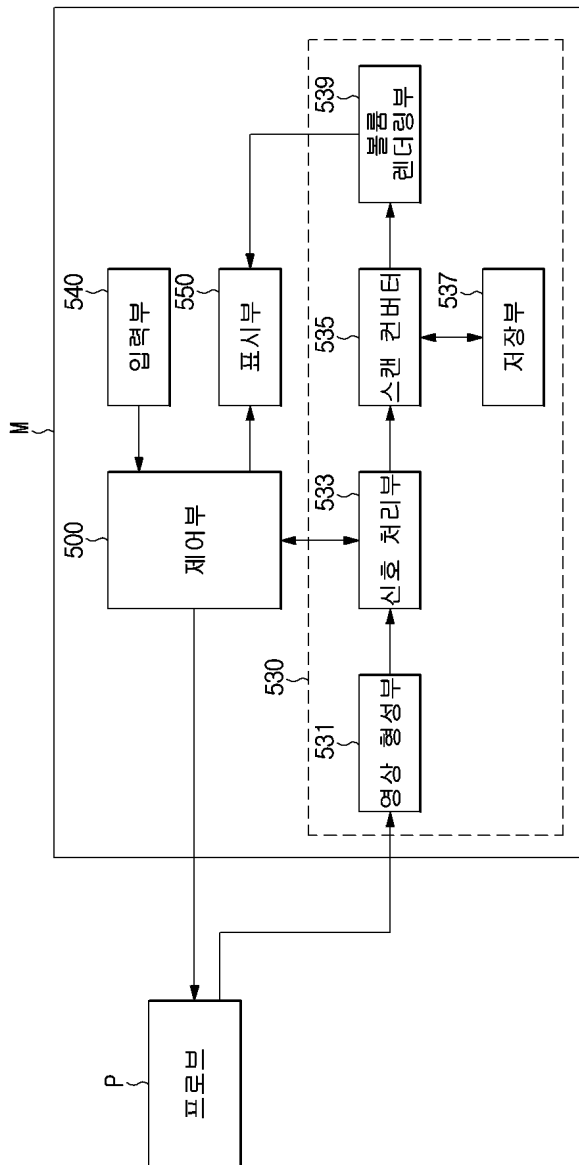
도면1



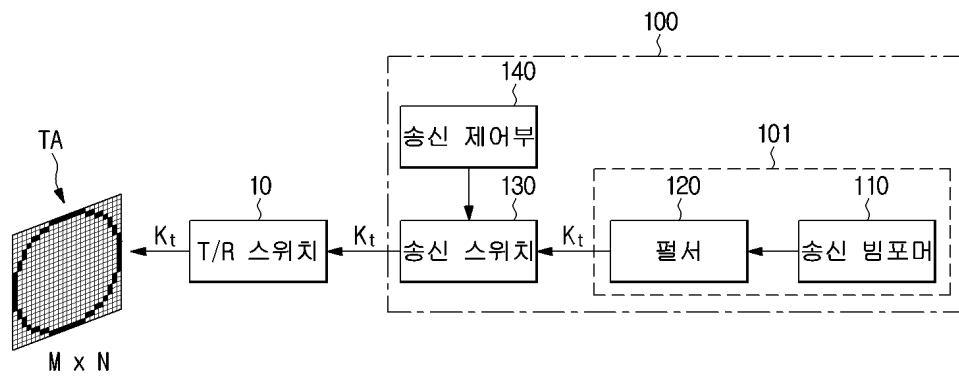
도면2



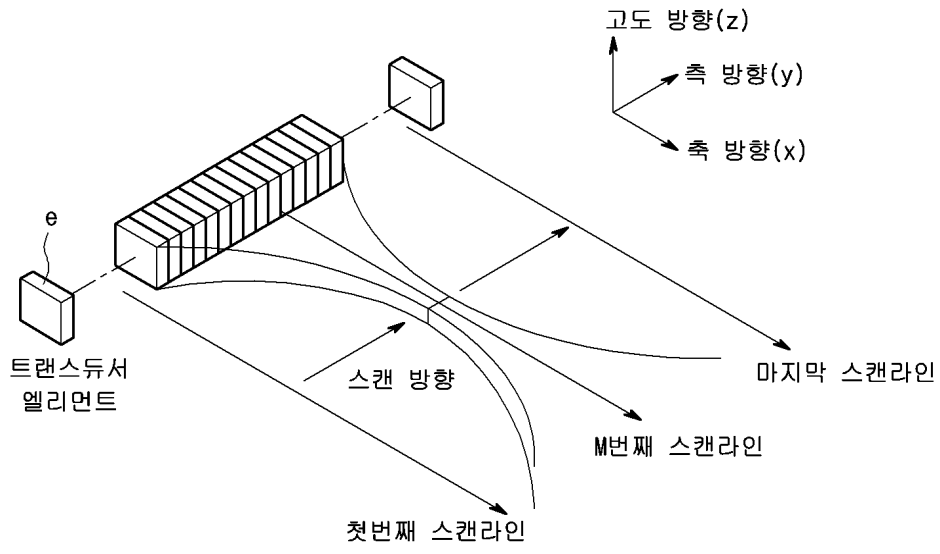
도면3



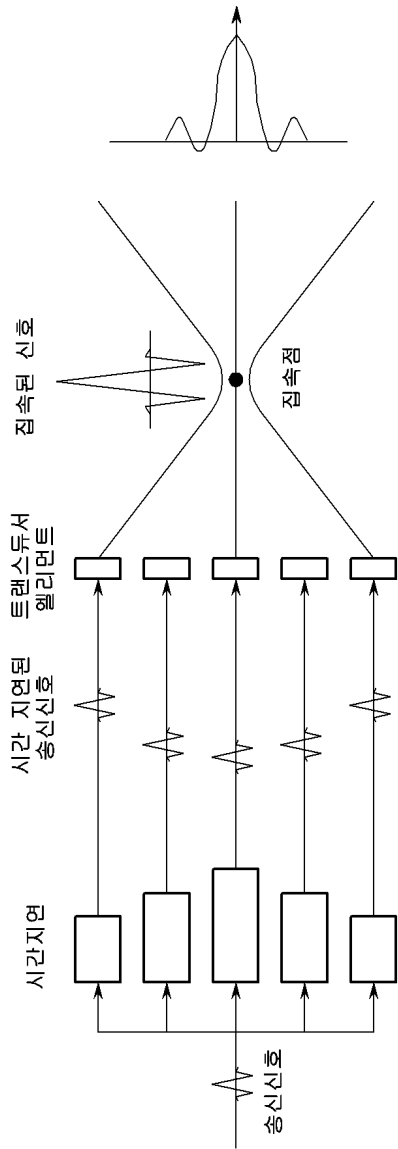
도면4



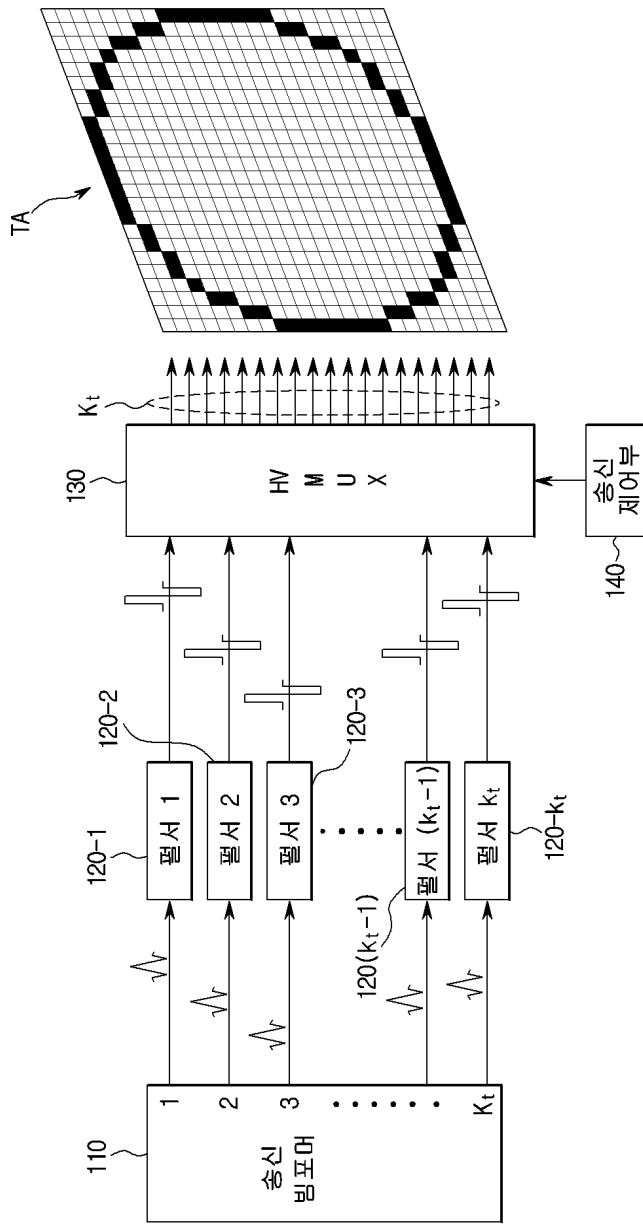
도면5



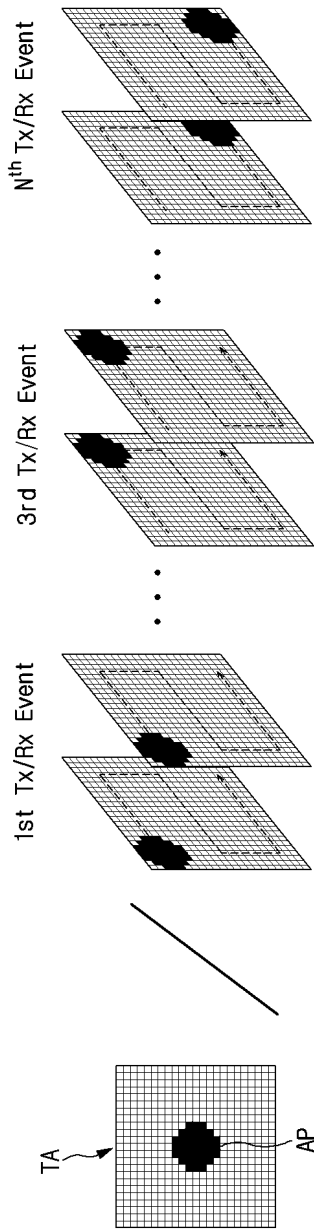
도면6



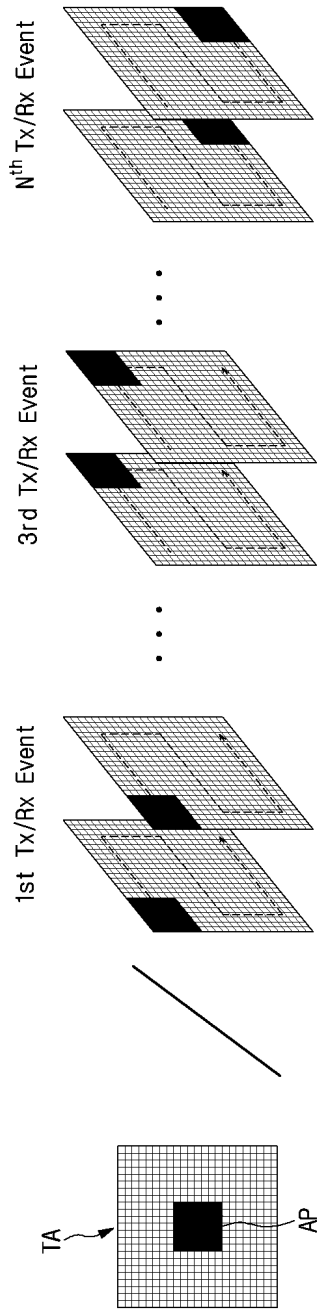
도면7



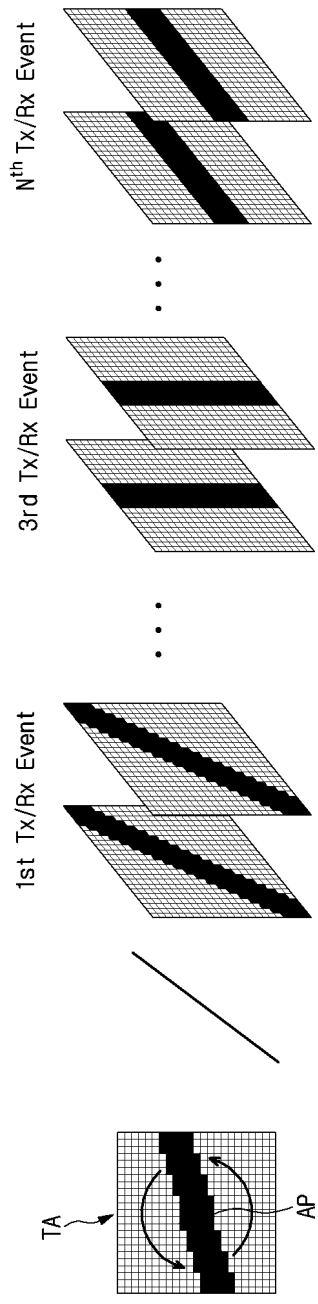
도면8a



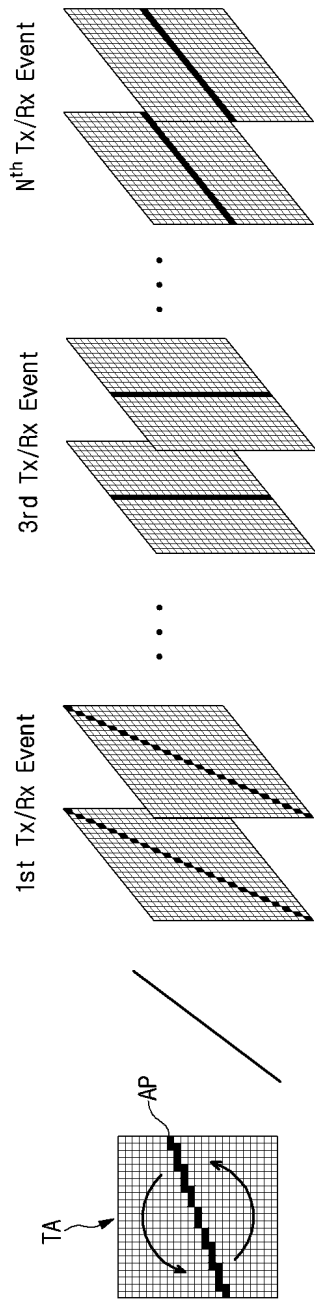
도면8b



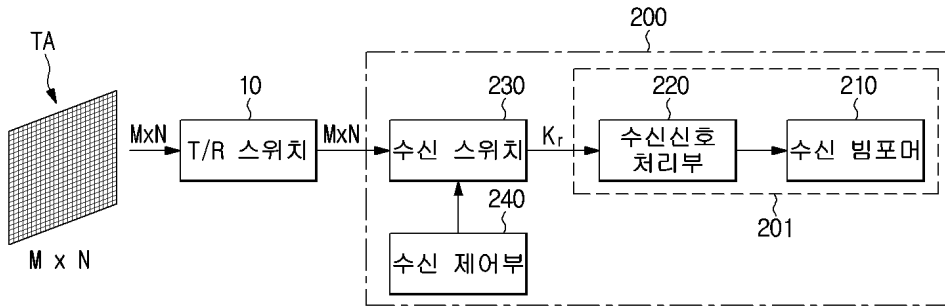
도면8c



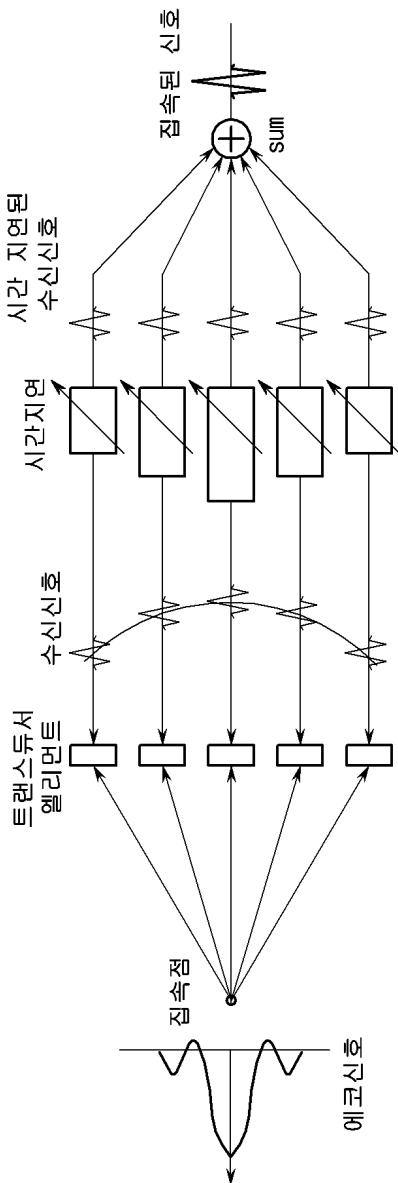
도면8d



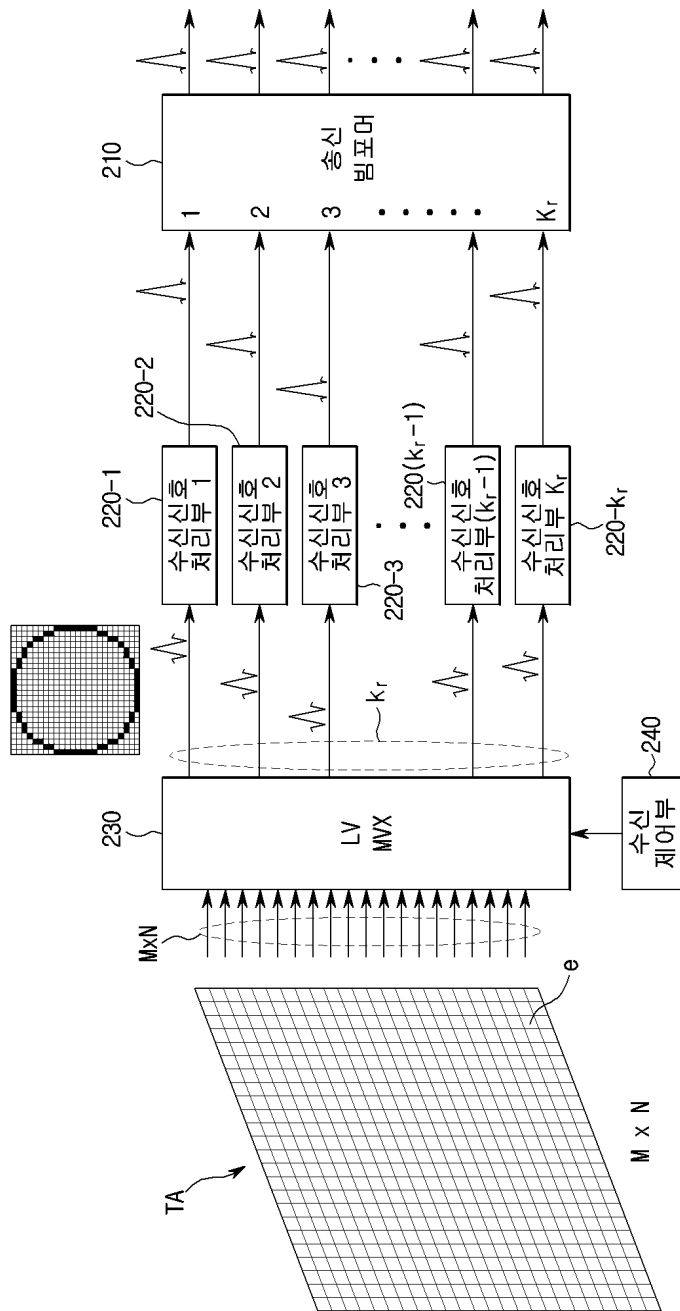
도면9



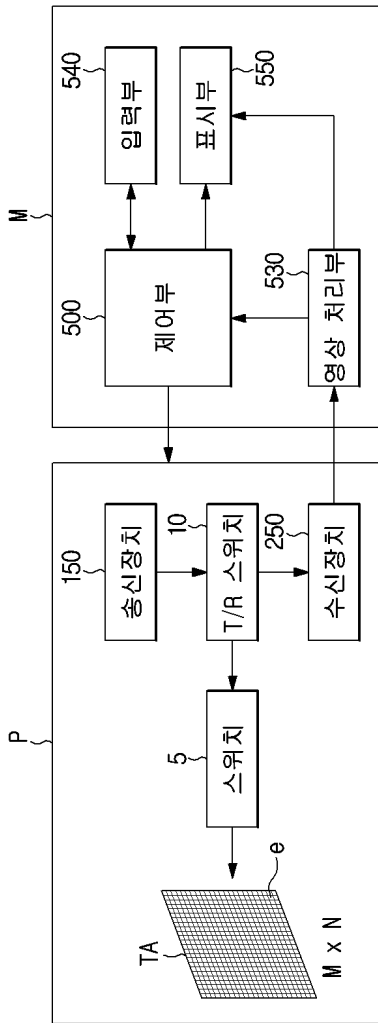
도면10



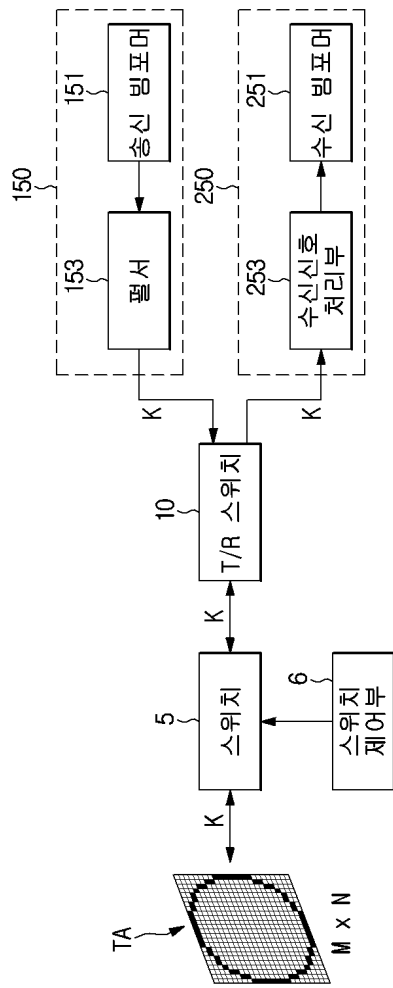
도면11



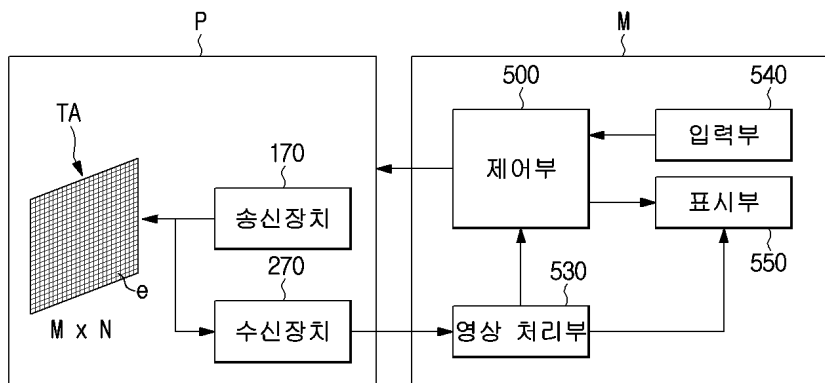
도면12



도면13



도면14



专利名称(译)	标题：波束形成装置和包括其的超声波诊断装置		
公开(公告)号	KR1020160041516A	公开(公告)日	2016-04-18
申请号	KR1020140135620	申请日	2014-10-08
[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 KIMKYUHONG 김규홍 PARKSUHYUN 박수현 LEE SEUNG HEUN 이승헌 LEEHOTAIK 이호택 CHO KYUN GIL 조경일		
发明人	김배형 김규홍 박수현 이승헌 이호택 조경일		
IPC分类号	A61B8/00 A61B8/14 A61B8/06		
CPC分类号	A61B8/4483 A61B8/14 A61B8/4405 A61B8/4411 A61B8/488 A61B8/5207 A61B8/54 G01S7/5202 G01S7/52025 G01S7/52046 G01S15/8925 G01S15/8927 G01S15/8993 G10K11/346		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明提供一种波束形成装置，其允许在构成二维换能器的元件中形成特定形式的孔的元件发送和接收超声波以降低系统的复杂性，并且超声波探头和超声波诊断装置包括：相同。根据本发明的实施例，波束形成装置包括：传输单元，用于输出传输脉冲以驱动构成换能器阵列的元件的一部分；和传输开关，用于选择形成预定形状的孔径的元件，以将传输脉冲施加到形成孔径的元件上。COPYRIGHT KIPO 2016

