

 (19) 대한민국특허청(KR) (12) 공개특허공보(A)	(11) 공개번호 10-2016-0098010 (43) 공개일자 2016년08월18일
(51) 국제특허분류(Int. Cl.) A61B 8/00 (2006.01) A61B 8/14 (2006.01) (52) CPC특허분류 A61B 8/54 (2013.01) A61B 8/14 (2013.01) (21) 출원번호 10-2015-0133882 (22) 출원일자 2015년09월22일 심사청구일자 없음 (30) 우선권주장 62/114,192 2015년02월10일 미국(US)	(71) 출원인 삼성전자주식회사 경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동) 서강대학교산학협력단 서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교) (72) 발명자 송태경 서울특별시 종로구 평창문화로 156, 101동 703호 (평창동, 평창동 롯데캐슬 로잔) 이현택 서울특별시 서초구 청두곳2길 36, 302호 (방배동) (뒷면에 계속) (74) 대리인 리엔목특허법인

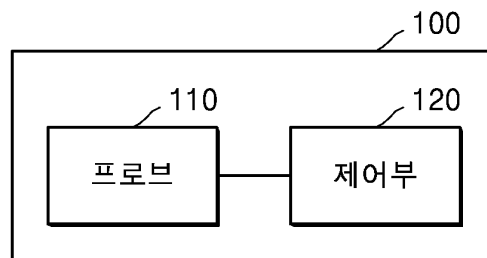
전체 청구항 수 : 총 20 항

(54) 발명의 명칭 **초음파 진단 장치, 초음파 프로브 및 그 제어 방법**

(57) 요약

복수의 스티어링 각도들로 복수의 평면파들을 송신하는 프로브 및 상기 복수의 평면파들에 의한 합성 송신 집속 빔패턴의 그레이팅 로브가 관심 영역 외부에 위치하도록 상기 복수의 평면파들을 결정하는 제어부를 포함하는 초음파 진단 장치가 개시된다.

대표도 - 도2



(52) CPC특허분류

A61B 8/4444 (2013.01)

(72) 발명자

전강원

경기도 용인시 기흥구 관곡로 53, 601동 1801호 (구갈동, 가현마을 신안아파트)

박용섭

서울특별시 성동구 왕십리로 280, 105동 103호 (행당동, 행당동삼부아파트)

황문경

경기도 수원시 영통구 광교로 114, 1121호 (이의동)

배수아

서울특별시 서초구 서초대로64길 31, 902호 (서초동, 서초한일아파트)

명세서

청구범위

청구항 1

복수의 스티어링 각도들로 복수의 평면파들을 송신하는 프로브; 및

상기 복수의 평면파들에 의한 합성 송신 집속 빔패턴의 그레이팅 로브가 관심 영역 외부에 위치하도록 상기 복수의 평면파들을 결정하는 제어부를 포함하는 초음파 진단 장치.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제어부는 상기 복수의 스티어링 각도들의 사인값들의 간격이 제1 기준값 이하가 되도록 상기 복수의 평면파들을 결정하는, 초음파 진단 장치.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 제어부는 파장(wavelength)을 상기 프로브의 구경(aperture)의 크기로 나눈 값으로 상기 제1 기준값을 설정하는, 초음파 진단 장치.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 제어부는 최소 스티어링 각도 및 최대 스티어링 각도를 고정시키고, 상기 복수의 스티어링 각도들의 개수가 제2 기준값 이상이 되도록 상기 복수의 평면파들을 결정하는, 초음파 진단 장치.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 제어부는 상기 관심 영역의 크기가 상기 그레이팅 로브의 위치보다 작아지도록 상기 관심 영역의 크기를 조절하는, 초음파 진단 장치.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 프로브는 에코 신호를 수신하고,

상기 제어부는 상기 에코 신호에 사이드 로브(side lobe)가 낮은 어포다이제이션 윈도우를 적용하는, 초음파 진단 장치.

청구항 7

복수의 스티어링 각도들로 복수의 평면파들을 송신하는 프로브; 및

상기 복수의 평면파들에 의한 합성 송신 집속 빔패턴에서 메인 로브의 크기보다 그레이팅 로브의 크기가 작아지도록 상기 복수의 평면파들을 결정하고, 상기 프로브가 상기 결정된 상기 복수의 평면파들을 송신하도록 상기 프로브를 제어하는 제어부를 포함하는 초음파 진단 장치.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 제어부에 의해 결정된 상기 복수의 평면파들은 복수의 평면파 집합들을 포함하고, 상기 복수의 평면파 집

합들 각각에 의한 그레이팅 로브들은 서로 중첩되지 않는, 초음파 진단 장치.

청구항 9

제7항에 있어서,

상기 제어부에 의해 결정된 상기 복수의 평면파들은 복수의 평면파 집합들을 포함하고, 상기 복수의 평면파 집합들 각각에 대한 복수의 스티어링 각도들의 사인값들의 간격이 서로 다른, 초음파 진단 장치.

청구항 10

제7항에 있어서,

상기 제어부에 의해 결정된 상기 복수의 평면파들은 복수의 평면파 집합들을 포함하고, 상기 복수의 평면파 집합들 각각에 대한 최소 스티어링 각도 및 최대 스티어링 각도는 동일하고, 상기 복수의 평면파 집합들 각각에 대한 스티어링 각도들의 개수는 서로 다른, 초음파 진단 장치.

청구항 11

제7항에 있어서,

상기 제어부에 의해 결정된 상기 복수의 평면파들에 대한 상기 복수의 스티어링 각도들은 임의인, 초음파 진단 장치.

청구항 12

제7항에 있어서,

상기 제어부에 의해 결정된 상기 복수의 평면파들은 복수의 평면파 집합들을 포함하고, 상기 복수의 평면파 집합들 각각에 대한 복수의 스티어링 각도들의 간격은 서로 다른, 초음파 진단 장치.

청구항 13

제7항에 있어서,

상기 프로브는 에코 신호를 수신하고,

상기 제어부는 상기 에코 신호에 사이드 로브(side lobe)가 낮은 어포다이제이션 윈도우를 적용하는, 초음파 진단 장치.

청구항 14

제7항에 있어서,

상기 제어부는 상기 그레이팅 로브가 관심 영역 외부에 위치하도록 상기 복수의 평면파들을 결정하는, 초음파 진단 장치.

청구항 15

복수의 스티어링 각도들로 복수의 평면파들을 송신하는 초음파 송수신부; 및

상기 복수의 평면파들에 의한 합성 송신 집중 빔패턴의 그레이팅 로브가 관심 영역 외부에 위치하도록 상기 초음파 송수신부를 제어하는 제어부를 포함하는 초음파 프로브.

청구항 16

제15항에 있어서,

상기 초음파 송수신부는 에코 신호를 수신하고,

상기 제어부는 상기 에코 신호에 사이드 로브(side lobe)가 낮은 어포다이제이션 윈도우를 적용하는, 초음파 프로브.

청구항 17

복수의 스티어링 각도들로 복수의 평면파들을 송신하는 초음파 송수신부; 및

상기 복수의 평면파들에 의한 합성 송신 집속 빔패턴에서 메인 로브의 크기보다 그레이팅 로브의 크기가 작아지도록 상기 복수의 평면파들을 결정하고, 상기 초음파 송수신부가 상기 결정된 상기 복수의 평면파들을 송신하도록 상기 초음파 송수신부를 제어하는 제어부를 포함하는 초음파 프로브.

청구항 18

초음파 프로브가 복수의 스티어링 각도들로 송신할 복수의 평면파들에 의한 합성 송신 집속 빔패턴의 그레이팅 로브가 관심 영역 외부에 위치하도록 상기 복수의 평면파들을 결정하는 단계; 및

상기 초음파 프로브를 통해 결정된 상기 복수의 평면파들을 송신하는 단계를 포함하는 초음파 프로브 제어 방법.

청구항 19

초음파 프로브가 복수의 스티어링 각도들로 송신할 복수의 평면파들에 의한 합성 송신 집속 빔패턴에서 메인 로브의 크기보다 그레이팅 로브의 크기가 작아지도록 상기 복수의 평면파들을 결정하는 단계; 및

상기 초음파 프로브를 통해 결정된 상기 복수의 평면파들을 송신하는 단계를 포함하는 초음파 프로브 제어 방법.

청구항 20

제18항 또는 제19항의 방법을 구현하기 위한 프로그램이 기록된 컴퓨터로 판독 가능한 기록 매체.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시는 초음파 진단 장치, 초음파 프로브 및 그 제어 방법에 관한 것이며, 더욱 상세하게는 초음파 영상의 화질을 개선시킬 수 있는 초음파 진단 장치, 초음파 프로브 및 그 제어 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 초음파 진단 장치는 프로브(probe)의 트랜스듀서(transducer)로부터 생성되는 초음파 신호를 대상체로 조사하고, 대상체로부터 반사된 에코 신호의 정보를 수신하여 대상체 내부의 부위(예를들면, 연조직 또는 혈류)에 대한 적어도 하나의 영상을 얻는다. 특히, 초음파 진단 장치는 대상체 내부의 관찰, 이물질 검출, 및 상해 측정 등 의학적 목적으로 사용된다. 이러한 초음파 진단 장치는 X선을 이용하는 진단 장치에 비하여 안정성이 높고, 실시간으로 영상의 디스플레이가 가능하며, 방사능 피폭이 없어 안전하다는 장점이 있다. 따라서, 초음파 진단 장치는, 컴퓨터 단층 촬영(computed tomography, CT) 장치, 자기 공명 영상(magnetic resonance imaging, MRI) 장치 등을 포함하는 다른 영상 진단 장치와 함께 널리 이용된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0003] 본 개시의 목적은, 초음파 영상의 화질을 개선시킬 수 있는 초음파 진단 장치, 초음파 프로브 및 그 제어 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0004] 일부 실시예에 따른 초음파 진단 장치는, 복수의 스티어링 각도들로 복수의 평면파들을 송신하는 프로브 및 상기 복수의 평면파들에 의한 합성 송신 집속 빔패턴의 그레이팅 로브가 관심 영역 외부에 위치하도록 상기 복수의 평면파들을 결정하는 제어부를 포함한다.

[0005] 상기 제어부는 상기 복수의 스티어링 각도들의 사인값들의 간격이 제1 기준값 이하가 되도록 상기 복수의 평면파들을 결정할 수 있다.

[0006] 상기 제어부는 파장(wavelength)을 상기 프로브의 구경(aperture)의 크기로 나눈 값으로 상기 제1 기준값을 설

정할 수 있다.

- [0007] 상기 제어부는 최소 스티어링 각도 및 최대 스티어링 각도를 고정시키고, 상기 복수의 스티어링 각도들의 개수가 제2 기준값 이상이 되도록 상기 복수의 평면파들을 결정할 수 있다.
- [0008] 상기 제어부는 상기 관심 영역의 크기가 상기 그레이팅 로브의 위치보다 작아지도록 상기 관심 영역의 크기를 조절할 수 있다.
- [0009] 상기 프로브는 에코 신호를 수신하고, 상기 제어부는 상기 에코 신호에 사이드 로브(side lobe)가 낮은 어포다이제이션 윈도우를 적용할 수 있다.
- [0010] 일부 실시예에 따른 초음파 진단 장치는, 복수의 스티어링 각도들로 복수의 평면파들을 송신하는 프로브 및 상기 복수의 평면파들에 의한 합성 송신 집속 빔패턴에서 메인 로브의 크기보다 그레이팅 로브의 크기가 작아지도록 상기 복수의 평면파들을 결정하고, 상기 프로브가 상기 결정된 상기 복수의 평면파들을 송신하도록 상기 프로브를 제어하는 제어부를 포함한다.
- [0011] 상기 제어부에 의해 결정된 상기 복수의 평면파들은 복수의 평면파 집합들을 포함하고, 상기 복수의 평면파 집합들 각각에 의한 그레이팅 로브들은 서로 중첩되지 않을 수 있다.
- [0012] 상기 제어부에 의해 결정된 상기 복수의 평면파들은 복수의 평면파 집합들을 포함하고, 상기 복수의 평면파 집합들 각각에 대한 복수의 스티어링 각도들의 사인값들의 간격이 서로 다를 수 있다.
- [0013] 상기 제어부에 의해 결정된 상기 복수의 평면파들은 복수의 평면파 집합들을 포함하고, 상기 복수의 평면파 집합들 각각에 대한 최소 스티어링 각도 및 최대 스티어링 각도는 동일하고, 상기 복수의 평면파 집합들 각각에 대한 스티어링 각도들의 개수는 서로 다를 수 있다.
- [0014] 상기 제어부에 의해 결정된 상기 복수의 평면파들에 대한 상기 복수의 스티어링 각도들은 임의일 수 있다.
- [0015] 상기 제어부에 의해 결정된 상기 복수의 평면파들은 복수의 평면파 집합들을 포함하고, 상기 복수의 평면파 집합들 각각에 대한 복수의 스티어링 각도들의 간격은 서로 다를 수 있다.
- [0016] 상기 프로브는 에코 신호를 수신하고, 상기 제어부는 상기 에코 신호에 사이드 로브(side lobe)가 낮은 어포다이제이션 윈도우를 적용할 수 있다.
- [0017] 상기 제어부는 상기 그레이팅 로브가 관심 영역 외부에 위치하도록 상기 복수의 평면파들을 결정할 수 있다.
- [0018] 일부 실시예에 따른 초음파 프로브는, 복수의 스티어링 각도들로 복수의 평면파들을 송신하는 초음파 송수신부 및 상기 복수의 평면파들에 의한 합성 송신 집속 빔패턴의 그레이팅 로브가 관심 영역 외부에 위치하도록 상기 초음파 송수신부를 제어하는 제어부를 포함한다.
- [0019] 상기 초음파 송수신부는 에코 신호를 수신하고, 상기 제어부는 상기 에코 신호에 사이드 로브(side lobe)가 낮은 어포다이제이션 윈도우를 적용할 수 있다.
- [0020] 일부 실시예에 따른 초음파 프로브는, 복수의 스티어링 각도들로 복수의 평면파들을 송신하는 초음파 송수신부 및 상기 복수의 평면파들에 의한 합성 송신 집속 빔패턴에서 메인 로브의 크기보다 그레이팅 로브의 크기가 작아지도록 상기 복수의 평면파들을 결정하고, 상기 초음파 송수신부가 상기 결정된 상기 복수의 평면파들을 송신하도록 상기 초음파 송수신부를 제어하는 제어부를 포함한다.
- [0021] 일부 실시예에 따른 초음파 프로브 제어 방법은, 초음파 프로브가 복수의 스티어링 각도들로 송신할 복수의 평면파들에 의한 합성 송신 집속 빔패턴의 그레이팅 로브가 관심 영역 외부에 위치하도록 상기 복수의 평면파들을 결정하는 단계 및 상기 초음파 프로브를 통해 결정된 상기 복수의 평면파들을 송신하는 단계를 포함한다.
- [0022] 일부 실시예에 따른 초음파 프로브 제어 방법은, 초음파 프로브가 복수의 스티어링 각도들로 송신할 복수의 평면파들에 의한 합성 송신 집속 빔패턴에서 메인 로브의 크기보다 그레이팅 로브의 크기가 작아지도록 상기 복수의 평면파들을 결정하는 단계 및 상기 초음파 프로브를 통해 결정된 상기 복수의 평면파들을 송신하는 단계를 포함한다.

도면의 간단한 설명

- [0023] 도 1은 일부 실시예에 따른 초음파 진단 장치를 설명하기 위한 도면이다.

- 도 2는 일부 실시예에 따른 초음파 장치의 구성도이다.
- 도 3은 프로브가 송신하는 복수의 평면파들의 예시이다.
- 도 4는 관심 영역 내 한 점에서의 합성 송신 집속 빔패턴을 설명하기 위한 도면이다.
- 도 5는 평면파 각도 함수의 예시를 나타내는 그래프이다.
- 도 6은 합성 송신 집속 빔패턴의 예시를 나타내는 그래프이다.
- 도 7은 그레이팅 로브의 위치와 스티어링 각도의 관계를 설명하기 위한 평면파 각도 함수에 따른 합성 송신 집속 빔패턴의 예시들을 나타내는 그래프이다.
- 도 8은 그레이팅 로브의 위치와 관심 영역의 크기의 관계를 설명하기 위한 평면파 각도 함수에 따른 합성 송신 집속 빔패턴의 예시들을 나타내는 그래프이다.
- 도 9는 구경의 크기가 다른 프로브들의 예시이다.
- 도 10은 프로브에 포함되는 복수의 트랜스듀서들에 의해 프로브의 구경의 크기가 조절되는 예시이다.
- 도 11은 복수의 스티어링 각도들의 사인값들의 간격이 서로 다른 복수의 평면파 집합들을 사용하는 경우의 예시이다.
- 도 12는 복수의 스티어링 각도들의 사인값들의 간격이 서로 다른 복수의 평면파 집합들을 사용하는 경우의 다른 예시이다.
- 도 13은 임의의 스티어링 각도들의 사인값들로 평면파 각도 함수를 구성하는 경우의 예시이다.
- 도 14는 스티어링 각도들의 간격이 서로 다른 복수의 평면파 집합들을 사용하는 경우의 예시이다.
- 도 15는 해닝 윈도우 및 사각 윈도우의 예시이다.
- 도 16은 제1 실시예에 따라 그레이팅 로브가 관심 영역 외부에 위치하는 합성 송신 집속 빔패턴의 효과를 설명하기 위한 시뮬레이션 결과이다.
- 도 17 및 도 18은 제2 실시예에 따라 메인 로브의 크기보다 그레이팅 로브의 크기가 작아지도록 평면파 조합이 사용된 경우의 합성 송신 집속 빔패턴의 효과를 설명하기 위한 시뮬레이션 결과이다.
- 도 19는 일부 실시예에 따른 초음파 영상의 예시이다.
- 도 20은 일부 실시예를 따르지 않은 초음파 영상의 예시이다.
- 도 21은 일부 실시예에 따른 초음파 프로브를 설명하기 위한 도면이다.
- 도 22는 일부 실시예에 따른 초음파 프로브의 구성도이다.
- 도 23은 일부 실시예에 따른 초음파 진단 장치의 구성을 도시한 블록도이다.
- 도 24는 일부 실시예와 관련된 무선 프로브의 구성을 도시한 블록도이다.
- 도 25는 일부 실시예에 따른 초음파 프로브 제어 방법의 흐름도를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0024] 본 개시에서 사용되는 용어는 본 개시에서의 기능을 고려하면서 가능한 현재 널리 사용되는 일반적인 용어들을 선택하였으나, 이는 당 분야에 종사하는 기술자의 의도 또는 관례, 새로운 기술의 출현 등에 따라 달라질 수 있다. 또한, 특정한 경우는 출원인이 임의로 선정한 용어도 있으며, 이 경우 해당되는 설명 부분에서 상세히 그 의미를 기재할 것이다. 따라서 본 개시에서 사용되는 용어는 단순한 용어의 명칭이 아닌, 그 용어가 가지는 의미와 본 개시의 전반에 걸친 내용을 토대로 정의되어야 한다.
- [0025] 명세서 전체에서 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있음을 의미한다. 또한, 명세서에 기재된 "...부", "...모듈" 등의 용어는 적어도 하나의 기능이나 동작을 처리하는 단위를 의미하며, 이는 하드웨어 또는 소프트웨어로 구현되거나 하드웨어와 소프트웨어의 결합으로 구현될 수 있다.

- [0026] 명세서 전체에서 "초음파 영상"이란 초음파를 이용하여 획득된 대상체(object)에 대한 영상을 의미한다. 또한, 대상체는 사람 또는 동물, 또는 사람 또는 동물의 일부를 포함할 수 있다. 예를 들어, 대상체는 간, 심장, 자궁, 뇌, 유방, 복부 등의 장기, 및 혈관 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 또한, 대상체는 팬텀(phantom)일 수도 있으며, 팬텀은 생물의 밀도와 실효 원자 번호에 아주 근사하고 생물의 부피와 아주 근사한 물질을 의미할 수 있다. 예를 들어, 팬텀은, 인체와 유사한 특성을 갖는 구형 팬텀일 수 있다.
- [0027] 또한, 명세서 전체에서 "사용자"는 의료 전문가로서 의사, 간호사, 임상 병리사, 의료 영상 전문가 등이 될 수 있으며, 의료 장치를 수리하는 기술자가 될 수 있으나, 이에 한정되지는 않는다.
- [0028] 이하에서는 도면을 참조하여 일부 실시예들을 상세히 설명한다.
- [0029] 도 1은 일부 실시예에 따른 초음파 진단 장치를 설명하기 위한 도면이다.
- [0030] 도 1을 참고하면, 초음파 진단 장치(100)는 프로브(110)를 포함한다. 도 1에서 초음파 진단 장치(100)는 프로브(110)와 유선으로 연결된 것으로 도시되었으나, 초음파 진단 장치(100)는 프로브(110)와 무선으로 연결될 수도 있다. 도 1에서는 초음파 진단 장치(100)에 연결된 하나의 프로브(110)만이 도시되었으나, 초음파 진단 장치(100)는 복수의 프로브들과 유선 또는 무선으로 연결될 수 있다.
- [0031] 초음파 진단 장치(100)는 카트형뿐만 아니라 휴대형으로도 구현될 수 있다. 휴대형 초음파 진단 장치의 예로는 팩스 뷰어(PACS, Picture Archiving and Communication System viewer), 스마트 폰(smart phone), 랩탑 컴퓨터, PDA, 태블릿 PC 등이 있을 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.
- [0032] 프로브(110)는 대상체(10)로 초음파 신호를 송신하고, 대상체(10)로부터 반사된 에코 신호를 수신한다. 프로브(110)는 복수의 트랜스듀서들을 포함할 수 있다. 복수의 트랜스듀서들은 전기적 신호에 따라 진동하며 음향 에너지인 초음파를 발생시킨다. 일부 실시예에 따른 프로브(110)는 초음파 신호를 평면파(plane wave)로 송신할 수 있다.
- [0033] 초음파 진단 장치(100)는 에코 신호로부터 초음파 데이터를 형성할 수 있다. 초음파 진단 장치(100)는 초음파 데이터에 기초해 초음파 영상을 생성할 수 있다. 초음파 진단 장치(100)는 초음파 영상을 디스플레이할 수 있는 디스플레이부를 더 포함할 수 있다. 사용자는 초음파 진단 장치(100)에 의해 디스플레이되는 초음파 영상을 보고 대상체를 진단할 수 있다.
- [0034] 도 2는 일부 실시예에 따른 초음파 장치의 구성도이다.
- [0035] 도 2를 참고하면, 초음파 장치(100)는 프로브(110) 및 제어부(120)를 포함한다.
- [0036] 프로브(110)는 평면파의 초음파 신호를 대상체로 송신할 수 있다. 프로브(110)는 대상체에서 반사된 에코 신호를 수신할 수 있다. 프로브(110)는 복수의 평면파들을 송신할 수 있다. 이때, 프로브(110)는 복수의 평면파들 각각이 프로브(110)와 이루는 각도를 다르게 하여 복수의 평면파들을 송신할 수 있다. 이하, 평면파가 프로브(110)와 이루는 각도를 "스티어링 각도"라 한다. 예를 들어, 프로브(110)는 도 3과 같이 복수의 평면파들을 송신할 수 있다.
- [0037] 도 3은 프로브가 송신하는 복수의 평면파들의 예시이다.
- [0038] 도 3을 참고하면, 프로브(110)는 복수의 각도(θ_1 , θ_2 , θ_3)로 복수의 평면파들(P1, P2, P3)을 송신할 수 있다. 도 3에서 x축은 측방향(lateral)을 나타내고, z축은 대상체의 깊이 방향인 축 방향(axial)을 나타낸다.
- [0039] 프로브(110)와 복수의 평면파들(P1, P2, P3) 각각이 이루는 스티어링 각도들(θ_1 , θ_2 , θ_3)은 서로 다르다. 프로브(110)는 제1 스티어링 각도(θ_1)로 제1 평면파(P1)를 송신하고, 제2 스티어링 각도(θ_2 , 즉 0도)로 제2 평면파(P2)를 송신하고, 제3 스티어링 각도(θ_3)로 제3 평면파(P3)를 송신할 수 있다. 프로브(110)는 복수의 평면파들(P1, P2, P3)을 순차적으로 송신할 수 있다.
- [0040] 도 3은 3개의 평면파들(P1, P2, P3)을 도시하였으나, 도 3은 예시일 뿐, 프로브(110)가 송신하는 평면파들의 개수나 스티어링 각도들을 제한하는 것은 아니다.
- [0041] 프로브(110)와 이루는 각도가 0도인, 즉 스티어링되지 않은 제2 평면파(P2)가 조사되는 대상체의 영역을 관심 영역(ROI; region of interest)이라 할 수 있다. 관심 영역(ROI)은 평면파가 유지되는 영역이라 할 수 있다. 관심 영역 외부는 프로브(110)로부터 송신된 초음파의 도달이 제한되는 영역이고, 에코 신호의 수신에 제한되는 영역으로 볼 수 있다. 또는, 관심 영역(ROI)은 영상화되는 대상체의 영역이라 할 수 있다.

- [0042] 관심 영역(ROI)의 크기는 프로브(110)의 구경(aperture)의 크기(D1)에 따라 결정될 수 있다. 프로브(110)의 구경의 크기(D1)는 프로브(110) 자체의 길이에 의해 결정될 수 있다. 또는, 프로브(110)의 구경의 크기(D1)는 프로브(110)에 포함되는 복수의 트랜스듀서들 중 평면파를 송신하는 트랜스듀서들의 개수에 따라 결정될 수 있다. 또는, 프로브(110)의 구경의 크기(D1)보다 작은 영역을 영상화할 경우, 관심 영역(ROI)의 크기는 프로브(110)의 구경의 크기(D1)보다 작을 수도 있다.
- [0043] 다시 도 2를 참고하면, 제어부(120)는 프로브(110)가 송신할 복수의 평면파들을 결정할 수 있다. 제어부(120)는 프로브(110)가 결정된 복수의 평면파들을 송신하도록 프로브(110)를 제어할 수 있다. 제어부(120)는 구동 신호를 프로브(110)에 공급할 수 있다. 프로브(110)는 제어부(110)로부터 전달받은 구동 신호에 따라 복수의 평면파들을 대상체에 송신할 수 있다.
- [0044] 제어부(120)는 프로브(110)로부터 에코 신호를 전달받을 수 있다. 제어부(120)는 에코 신호를 집속함으로써 초음파 데이터를 형성할 수 있다. 또한, 제어부(120)는 초음파 데이터에 기초하여 초음파 영상을 생성할 수 있다.
- [0045] 일부 실시예에 따른 제어부(120)는 복수의 평면파들에 의한 그레이팅 로브를 억제하도록 복수의 평면파들을 결정할 수 있다. 또한, 제어부(120)는 그레이팅 로브가 억제되도록 에코 신호를 집속할 수도 있다.
- [0046] 일부 실시예에 따라 제어부(120)가 그레이팅 로브를 억제하는 방식을 설명하기 전, 도 4 내지 도 6을 참고하여 복수의 평면파들에 의한 합성 송신 집속 빔패턴에 대해 설명한다.
- [0047] 도 4는 관심 영역 내 한 점에서의 합성 송신 집속 빔패턴을 설명하기 위한 도면이다.
- [0048] 도 4를 참고하면, 프로브(110)는 스티어링 각도(θ)로 평면파를 송신한다. 관심 영역 내 한 점 (x, z_f)에 맺히는 송신 빔 패턴은 수학식 1과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 1

$$\Phi_{\theta}^t(x, z_f) = e^{-j\omega t} e^{jk d_1}, d_1 = z_f \cos \theta - x \sin \theta, k = 2\pi/\lambda$$

[0049]

[0050] 수학식 1에서 k 는 파수(wave number), λ 는 파장(wavelength), d_1 은 평면파가 점 (x, z_f)까지 전파된 거리이다.

[0051] 수학식 1의 송신 빔 패턴은 수학식 2와 같이 변형할 수 있다.

수학식 2

$$\Phi_{\theta}^t(x, z_f) = \Phi_{\alpha}^t(x, z) = e^{-j\omega t} e^{jk z_f \beta} e^{-jk x \alpha}, \alpha = \sin \theta, \beta = \cos \theta, \alpha^2 + \beta^2 = 1$$

[0052]

[0053] 도 3에서 설명하였듯이, 프로브(110)는 복수의 스티어링 각도들로 복수의 평면파들을 송신한다. 프로브(110)가 송신한 복수의 평면파들은 평면파 각도 함수 $A(\alpha)$ 로 나타낼 수 있다. 평면파 각도 함수 $A(\alpha)$ 는 복수의 평면파들의 송신에 이용되는 스티어링 각도의 사인값(sine value)에 대한 평면파의 세기이다.

[0054] 도 4의 점 (x_f, z_f)는 집속점(focal point)으로 영상화하려는 임의의 점일 수 있다. 집속점 (x_f, z_f)에 합성 송신 집속 시 각 평면파에 적용된 송신 딜레이를 $\tau(x_f, z_f, \alpha)$ 라 할 때 합성 송신 집속 빔패턴은 수학식 3과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 3

$$\Phi^t(x, z_f) = \int_{-\infty}^{\infty} A(\alpha) \tau(x_f, z_f, \alpha) \Phi_{\alpha}^t(x, z) d\alpha$$

[0055]

[0056] 송신 딜레이를 통해 평면파가 점 (x_f, z_f) 까지 전파된 거리 d_2 가 보상되어야 하므로, 송신 딜레이는 수학식 4와 같이 나타낼 수 있다.

수학식 4

$$\tau(x_f, z_f, \alpha) = e^{-jk d_2} = e^{-jk(z_f \cos \theta - x_f \sin \theta)} = e^{-jk z_f \beta} e^{jk x_f \alpha}$$

[0058] 수학식 3에 수학식 2 및 수학식 4를 대입하면, 수학식 5와 같이 정리될 수 있다.

수학식 5

$$\Phi^t(x, z_f) = e^{-j\omega t} \int_{-\infty}^{\infty} A(\alpha) e^{-j2\pi \frac{x-x_f}{\lambda} \alpha} d\alpha = e^{-j\omega t} \text{FT}[A(\alpha)]_{f_x = \frac{x-x_f}{\lambda}}$$

[0060] 수학식 5에서 $\text{FT}[\cdot]$ 는 푸리에 변환이다.

[0061] 도 5는 평면파 각도 함수의 예시를 나타내는 그래프이다.

[0062] 도 5를 참고하면, 평면파 각도 함수 $A(\alpha)$ 는 복수의 평면파들의 송신에 이용되는 스티어링 각도(θ)의 사인값($\alpha = \sin \theta$)에 대한 평면파의 세기이다. 평면파 각도 함수 $A(\alpha)$ 는 수학식 6과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 6

$$A(\alpha) = \sum_{n=0}^{N-1} \delta(\alpha - \alpha_n)$$

[0064] 수학식 6에서 N 은 복수의 평면파들의 송신에 이용된 스티어링 각도들의 개수이며, 총 합성 횟수를 의미한다. N 은 평면파들의 개수로 볼 수도 있다. 각 스티어링 각도의 사인값(sine value) α_n 은 수학식 7과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 7

$$\alpha_n = \alpha_{\min} + \Delta \alpha \cdot n, (n = 0, 1, 2, \dots, N-1)$$

[0066] $\alpha_{\min}$ 은 스티어링 각도들의 사인값들 중 최소값이다. 즉, $\alpha_{\min}$ 은 스티어링 각도들 중 최소 각도의 사인값이다. α_{N-1} 은 스티어링 각도들의 사인값들 중 최대값 $\alpha_{\max}$ 이다. 즉, $\alpha_{\max}$ 은 스티어링 각도들 중 최대 각도의 사인값이다.

[0067] $\Delta \alpha$ 는 복수의 스티어링 각도들의 사인값들의 간격이다. $\Delta \alpha$ 는 인접한 스티어링 각도들에 대한 사인값들의 차이이라고도 할 수 있다. 도 5에서 $\Delta \alpha$ 는 일정하다. 도 5에서는 평면파 송신을 위해, 복수의 스티어링 각도들의 사인값들의 간격($\Delta \alpha$)이 일정한 스티어링 각도들이 이용되었다.

[0068] 수학식 6 및 수학식 7로 나타나는 평면파 각도 함수가 사용되는 경우, 프로브(110)가 송신하는 복수의 평면파들의 스티어링 각도들은 $\arcsin \alpha_0, \arcsin \alpha_2, \arcsin \alpha_3, \dots, \arcsin \alpha_{N-1}$ 이다.

[0069] 수학식 6 및 수학식 7로 나타나는 평면파 각도 함수가 사용되는 경우, 합성 송신 집속 빔패턴은 수학식 8과 같이 정리될 수 있다.

수학식 8

$$\psi^t(x', z_f) = c_0 \frac{\sin(kx' N_\alpha \Delta \alpha / 2)}{\sin(kx' \Delta \alpha / 2)}$$

[0070]

[0071] 수학식 8에서 c_0 및 x' 은 각각 다음 수학식 9 및 수학식 10과 같다.

수학식 9

$$c_0 = e^{-jkx'(\alpha_{\min} + (N_\alpha - 1)\Delta \alpha / 2)}$$

[0072]

수학식 10

$$x' = x - x_f$$

[0073]

[0074] 도 6은 합성 송신 집속 빔패턴의 예시를 나타내는 그래프이다. 도 6의 그래프는 집속점 (x_f , z_f)을 중심으로 하는 x' 축에 대한 합성 송신 집속 빔패턴의 예시이다. 도 6의 합성 송신 집속 빔패턴은 수학식 8에 따라 획득될 수 있다.

[0075] 도 6을 참고하면, $x'=0$ 인 집속점 (x_f , z_f)에 메인 로브(main lobe)(M1)가 위치한다. 메인 로브(M1)의 폭은 축 방향 거리에 관계없이 일정하게 유지되므로 초음파 영상의 화질이 향상될 수 있다.

[0076] 합성 송신 집속 빔패턴에서 메인 로브(M1)로부터 일정 간격으로 그레이팅 로브(grating lobe)들(G1, G2, G3, G4)이 위치한다. 각 그레이팅 로브(G1, G2, G3, G4)의 세기(intensity)는 메인 로브(M1)의 세기와 동일하다. 각 그레이팅 로브(G1, G2, G3, G4)의 위치는 수학식 11과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 11

$$x' = \frac{2\pi n}{k\Delta \alpha} = \frac{\lambda}{\Delta \alpha} n, \text{ (n is the integer)}$$

[0077]

[0078] 메인 로브(M1)의 세기를 갖는 초음파는 집속점 (x_f , z_f)에서 반사되고, 집속점 (x_f , z_f)에서 반사된 에코 신호는 프로브(110)를 통해 수신된다. 제어부(120)는 에코 신호를 집속함으로써 초음파 데이터를 형성할 수 있다. 집속점 (x_f , z_f)에 초음파를 강하게 집속시킬수록 초음파 영상의 화질이 증가할 수 있다. 그런데, 그레이팅 로브들(G(-1), G1, G2, G3)로 인해 집속점 (x_f , z_f)이 아닌 위치에서도 초음파 빔이 크게 집속되어, 집속점 (x_f , z_f)이 아닌 위치로부터 큰 세기의 초음파가 반사된다. 집속점 (x_f , z_f)이 아닌 위치로부터 반사된 큰 세기의 에코 신호는 초음파 영상의 화질을 저하시킨다. 그레이팅 로브들(G(-1), G1, G2, G3)로 인해 초음파 영상의 SNR(signal-to-noise ratio) 및 콘트라스트(contrast)가 저하될 수 있고, 초음파 영상에 허상과 같은 아티팩트(artifact)가 나타날 수도 있기 때문이다.

[0079] 진술하였듯이, 일부 실시예에 따른 제어부(120)는 복수의 평면파들에 의한 그레이팅 로브를 억제하도록 복수의 평면파들을 결정할 수 있다. 이하, 일부 실시예에 따라 제어부(120)가 그레이팅 로브를 억제하는 방식을 상술한다.

[0080] 일부 실시예에 따르면, 제어부(120)는 합성 송신 집속 빔패턴의 그레이팅 로브가 관심 영역 외부에 위치하도록

복수의 평면파들을 결정할 수 있다. 이하, 이를 "제1 실시예"라 한다.

[0081] 다른 일부 실시예에 따르면, 제어부(120)는 복수의 평면파들에 의한 합성 송신 집속 빔패턴에서 메인 로브의 크기보다 그레이팅 로브의 크기가 작아지도록 복수의 평면파들을 결정할 수 있다. 다음, 제어부(120)는 프로브(110)가 결정된 복수의 평면파들을 송신하도록 프로브(110)를 제어할 수 있다. 이하, 이를 "제2 실시예"라 한다.

[0082] <제1 실시예>

[0083] 먼저 도 7 내지 도 10을 참고하여, 초음파 진단 장치(100)의 제어부(120)가 제1 실시예에 따라 합성 송신 집속 빔패턴의 그레이팅 로브가 관심 영역 외부에 위치하도록 복수의 평면파들을 결정하는 방식에 대해 상술한다.

[0084] 일부 실시예에 따르면, 제어부(120)는 복수의 평면파들을 송신하기 위한 복수의 스티어링 각도들을 조절하여 그레이팅 로브가 관심 영역 외부에 위치하게 할 수 있다.

[0085] 도 7은 그레이팅 로브의 위치와 스티어링 각도의 관계를 설명하기 위한 평면파 각도 함수에 따른 합성 송신 집속 빔패턴의 예시들을 나타내는 그래프이다. 도 7에서 D1은 프로브(110)의 구경의 크기이다. 도 7에서는 프로브(110)의 구경의 크기(D1)이 관심 영역(ROI)의 크기와 동일하다.

[0086] 도 7(a)는 복수의 스티어링 각도들의 사인값들의 간격이 $\Delta \alpha_1$ 인 평면파 각도 함수 $A_1(\alpha)$ 를 사용하는 경우의 합성 송신 집속 빔패턴의 그래프이다. 도 7(a)에서 합성 송신 집속 빔패턴의 메인 그레이팅 로브(G1a)는 관심 영역(ROI) 안에 위치한다.

[0087] 도 7(b)는 복수의 스티어링 각도들의 사인값들의 간격이 $\Delta \alpha_2$ 인 평면파 각도 함수 $A_2(\alpha)$ 를 사용하는 경우의 합성 송신 집속 빔패턴의 그래프이다. 도 7에서 $\Delta \alpha_2$ 는 $\Delta \alpha_1$ 보다 작다. 도 7(b)에서 관심 영역(ROI)은 도 7(a)에서의 관심 영역(ROI)과 동일하다. 도 7(b)에서 합성 송신 집속 빔패턴에서 그레이팅 로브(G1b)는 관심 영역(ROI) 외부에 위치한다.

[0088] 수학식 11을 참고하면, 합성 송신 집속 빔패턴에서 그레이팅 로브의 위치(x')는 복수의 스티어링 각도들의 사인값들의 간격인 $\Delta \alpha$ 에 반비례함을 알 수 있다. 따라서, $\Delta \alpha$ 를 작게 할수록 그레이팅 로브의 위치는 메인 로브의 위치($x'=0$)로부터 멀어짐을 알 수 있다. 따라서 메인 로브에서 가장 가까운 그레이팅 로브의 위치가 프로브(110)의 구경의 크기(D1)보다 커지도록 $\Delta \alpha$ 를 조절한다면, 그레이팅 로브의 위치는 관심 영역(ROI) 외부에 위치하게 될 것이다.

[0089] 따라서, 제어부(120)는 복수의 스티어링 각도들의 사인값들의 간격인 $\Delta \alpha$ 를 제1 기준값 이하가 되도록 복수의 평면파들을 결정할 수 있다. 이는 수학식 12와 같이 나타낼 수 있다.

수학식 12

$$\Delta \alpha \leq \frac{\lambda}{D1}$$

[0090]

[0091] 수학식 12에 따라 제어부(120)는 파장을 프로브의 구경의 크기로 나눈 값으로 제1 기준값을 설정할 수 있다. 제어부(120)는 수학식 12를 만족하는, 제1 기준값 이하의 $\Delta \alpha$ 에 기초해 복수의 스티어링 각도들을 조절함으로써 복수의 평면파들을 결정할 수 있다. 이를 통해, 그레이팅 로브는 관심 영역(ROI) 외부에 위치할 수 있다.

[0092] 도 7에서 설명한 것과 같이, 제어부(120)는 복수의 평면파들을 송신하기 위한 복수의 스티어링 각도들을 조절하여 그레이팅 로브가 관심 영역 외부에 위치하게 할 수 있다.

[0093] 또는, 일부 실시예에 따르면, 제어부(120)는 프로브(110)가 송신하는 복수의 평면파들의 스티어링 각도들의 개수를 조절함으로써, 그레이팅 로브의 위치를 관심 영역(ROI) 외부에 위치하게 할 수 있다. 최소 스티어링 각도 및 최대 스티어링 각도에 따라 $\alpha_{\min}$ 및 $\alpha_{\max}$ 가 고정되어 있다면, 스티어링 각도들의 개수 N을 조절함으로써, $\Delta \alpha$ 가 조절될 수 있기 때문이다.

[0094] 도 7(b)에서와 같이, 제어부(120)는 최소 스티어링 각도 및 최대 스티어링 각도에 따라 $\alpha_{\min 2}$ 및 $\alpha_{\max 2}$ 를 고정하

고, 그레이팅 로브의 위치를 관심 영역(ROI) 외부에 위치시키는 스티어링 각도들의 개수(예를 들어, N_2 는 9)를 결정할 수 있다. 제어부(120)는 스티어링 각도들의 개수를 제2 기준값 이상으로 조절할 수 있다. 제2 기준값은 수학적 식 12를 변형한 수학적 식 13을 통해 획득될 수 있다.

수학적 식 13

$$N \geq D1(\alpha_{\max} - \alpha_{\min})/\lambda + 1$$

[0095]

[0096]

제어부(120)는 수학적 식 13을 만족하는, 제2 기준값 이상의 스티어링 각도들의 개수 N 에 기초해 복수의 스티어링 각도들을 조절함으로써 복수의 평면파들을 결정할 수 있다. 이를 통해, 그레이팅 로브는 관심 영역(ROI) 외부에 위치할 수 있다.

[0097]

일부 실시예에 따르면, 제어부(120)는 관심 영역의 크기를 조절하여 그레이팅 로브가 관심 영역 외부에 위치하게 할 수 있다.

[0098]

도 8은 그레이팅 로브의 위치와 관심 영역의 크기의 관계를 설명하기 위한 평면파 각도 함수에 따른 합성 송신 집속 빔패턴의 예시들을 나타내는 그래프이다.

[0099]

도 8(a) 및 도 8(b)은 평면파 각도 함수가 동일하고, 따라서 합성 송신 집속 빔패턴 역시 동일하다. 도 8(a) 및 도 8(b) 모두 복수의 스티어링 각도들의 사인값들의 간격은 $\Delta \alpha$ 이다. 다만, 도 8(a)에서 관심 영역(ROIa)의 크기가 $D1$ 이고, 도 8(b)에서는 관심 영역(ROI)의 크기가 $D1$ 보다 작은 $D2$ 이다. 도 8(a)에서 그레이팅 로브($G1$)는 관심 영역(ROIa) 안에 위치하나, 도 8(b)에서 그레이팅 로브($G1$)는 관심 영역(ROIb)의 외부에 위치한다.

[0100]

따라서 도 8(b)와 같이 그레이팅 로브($G1$)의 위치보다 관심 영역(ROIb)의 크기($D2$)가 작아지도록 조절한다면, 그레이팅 로브($G1$)는 관심 영역(ROIb)의 외부에 위치할 수 있다. 관심 영역(ROIb)의 크기($D2$)의 크기가 수학적 식 14를 만족하는 경우, 그레이팅 로브($G1$)는 관심 영역(ROIb)의 외부에 위치할 수 있다.

수학적 식 14

$$D2 \leq \frac{\lambda}{\Delta \alpha}$$

[0101]

[0102]

관심 영역의 크기는 프로브(110)의 구경의 크기에 의해 결정될 수 있다. 따라서, 제어부(120)는 프로브(110)의 구경의 크기가 그레이팅 로브의 위치보다 작아지도록 조절할 수 있다. 구체적으로는 수학적 식 12를 만족하도록 프로브(110)의 구경의 크기가 조절될 수 있다.

[0103]

아니면, 제어부(120)는 프로브(110)의 구경의 크기를 조절할 필요 없이, 영상화되는 영역을 제한할 수도 있다. 예를 들어, 프로브(110)의 구경의 크기는 $D1$ 이나, 영상화되는 영역의 크기를 프로브(110)의 구경의 크기($D1$)보다 작은 $D2$ 로 결정함으로써, 관심 영역의 크기를 조절할 수도 있다.

[0104]

다음 도 9 및 도 10에서 관심 영역의 크기를 조절하기 위해 프로브(110)의 구경의 크기를 조절하는 예시들을 설명한다.

[0105]

도 9는 구경의 크기가 다른 프로브들의 예시이다.

[0106]

도 9(a)를 참고하면, 프로브(110a)의 구경의 크기는 $D1$ 이고, 프로브(110b)의 구경의 크기는 $D2$ 이다. 즉, 복수의 프로브들(110a, 110b) 중 조절하고자 하는 관심 영역의 크기에 기초해 프로브가 선택될 수 있다. 도 8 및 도 9를 참고하면, 구경의 크기가 $D2$ 인 프로브(110b)가 선택되어, 관심 영역(ROIb)의 크기가 $D2$ 로 조절되고, 그레이팅 로브가 관심 영역(ROIb)에 위치하도록 할 수 있다.

[0107]

도 10은 프로브에 포함되는 복수의 트랜스듀서들에 의해 프로브의 구경의 크기가 조절되는 예시이다.

[0108]

도 10을 참고하면, 프로브(110)는 복수의 트랜스듀서들(115)을 포함한다. 프로브(110)에 포함되는 복수의 트랜스듀서들(115) 중 평면파를 송신하는 트랜스듀서들의 개수에 따라 프로브(110)의 구경의 크기가 조절될 수

있다.

- [0109] 도 10(a)에서는 프로브(110)에 포함되는 모든 트랜스듀서들(115)이 평면파를 송신하고, 프로브(110)의 구경의 크기는 D1이다. 도 10(b)에서는 프로브(110)에 포함되는 트랜스듀서들(115) 중 일부의 트랜스듀서들만이 평면파를 송신하고, 프로브(110)의 구경의 크기는 D2이다. 도 10(b)에서는 8개의 트랜스듀서(115)들 중 4개의 트랜스듀서들만이 활성화된 경우이다.
- [0110] 도 8 및 도 10을 참고하면, 프로브(110)의 구경의 크기가 D2가 되도록 활성화되는 트랜스듀서들의 개수를 조절함으로써, 관심 영역(ROIb)의 크기가 D2로 조절되고, 그레이팅 로브가 관심 영역(ROIb)에 위치하도록 할 수 있다.
- [0111] 도 10은 설명의 편의를 위한 예시이고, 도 10은 프로브(110)에 포함되는 트랜스듀서들의 개수 및 활성화되는 트랜스듀서들의 개수를 제한하는 것은 아니다.
- [0112] 도 9 및 도 10과 같이 프로브(110)의 구경의 크기를 통해 관심 영역의 크기가 조절될 수 있고, 그레이팅 로브를 관심 영역 외부에 위치시킬 수 있다.
- [0113] 지금까지 도 7 내지 도 10에서 스티어링 각도 및 관심 영역의 크기 중 하나를 조절함으로써 그레이팅 로브를 관심 영역 외부에 위치시키는 제1 실시예를 설명하였다. 초음파 진단 장치(100)의 제어부(120)는 스티어링 각도 및 관심 영역의 크기 중 하나, 또는 스티어링 각도 및 관심 영역의 크기 모두를 조절함으로써, 그레이팅 로브를 관심 영역 외부에 위치시킬 수 있을 것이다. 즉, 제어부(120)는 스티어링 각도 및 관심 영역의 크기 중 적어도 하나를 조절함으로써 그레이팅 로브를 관심 영역 외부에 위치시킬 수 있다. 관심 영역 외부는 평면파가 유지되지 않기 때문에 정상적인 합성 집속이 수행되지 않는다. 따라서 그레이팅 로브의 세기가 메인 로브의 세기에 비해 크게 줄어든 것이고, 초음파 영상의 화질이 개선될 수 있다.
- [0114] <제2 실시예>
- [0115] 초음파 진단 장치(100)의 제어부(120)는 제2 실시예에 따라 복수의 평면파들에 의한 합성 송신 집속 빔패턴에서 메인 로브의 크기보다 그레이팅 로브의 크기가 작아지도록 평면파 조합인 복수의 평면파들을 결정할 수 있다. 제어부(120)에 의해 결정된 복수의 평면파들은 복수의 평면파 집합들을 포함하고, 복수의 평면파 집합들 각각에 의한 그레이팅 로브들은 서로 중첩되지 않을 수 있다.
- [0116] 다음 도 11 내지 도 14를 참고하여, 제2 실시예에 따라 메인 로브의 크기보다 그레이팅 로브의 크기가 작아지도록 복수의 평면파들을 결정하는 방식에 대해 상술한다.
- [0117] 도 11은 복수의 스티어링 각도들의 사인값들의 간격이 서로 다른 복수의 평면파 집합들을 사용하는 경우의 예시이다.
- [0118] 도 11(a)는 복수의 스티어링 각도들의 사인값들의 간격이 $\Delta \alpha_1$ 인 제1 평면파 각도 함수 $A_1(\alpha)$ 를 사용하는 경우의 제1 합성 송신 집속 빔패턴의 그래프이고, 도 11(b)는 복수의 스티어링 각도들의 사인값들의 간격이 $\Delta \alpha_2$ 인 평면파 각도 함수 $A_2(\alpha)$ 를 사용하는 경우의 제2 합성 송신 집속 빔패턴의 그래프이다.
- [0119] 도 11(a) 및 도 11(b)를 참고하면, 각 메인 로브(M1a, M1b)는 동일한 위치($x'=0$)에 위치하지만, 그레이팅 로브들(G1a, G1b)의 위치는 서로 중첩되지 않는다. 각 그레이팅 로브(G1a, G1b)의 위치를 결정하는 복수의 스티어링 각도들의 사인값들의 간격인 $\Delta \alpha_1$ 및 $\Delta \alpha_2$ 가 서로 다르기 때문이다.
- [0120] 도 11(c)와 같이 제1 평면파 각도 함수 $A_1(\alpha)$ 및 제2 평면파 각도 함수 $A_2(\alpha)$ 를 합한 평면파 각도 함수 $A(\alpha)$ 를 사용하는 경우, 합성 송신 집속 빔패턴은 도 11(a)의 제1 합성 송신 집속 빔패턴 및 도 11(b)의 제2 합성 송신 집속 빔패턴을 합한 것이다. 도 11(c)의 합성 송신 집속 빔패턴에서 메인 로브(M1)의 세기에 비해 그레이팅 로브들(G1a, G1b)의 크기는 작다. 제1 평면파 각도 함수 $A_1(\alpha)$ 에 의한 메인 로브(M1a) 및 제2 평면파 각도 함수 $A_2(\alpha)$ 에 의한 메인 로브(M1b)는 동일한 위치(즉 $x'=0$)에 위치하므로 중첩된 메인 로브(M1)의 세기가 커진다. 반면, 제1 평면파 각도 함수 $A_1(\alpha)$ 에 의한 그레이팅 로브(G1a) 및 제2 평면파 각도 함수 $A_2(\alpha)$ 에 의한 그레이팅 로브(G1b)는 중첩되지 않게 위치하기 때문에 메인 로브(M1)의 크기에 비해 그 크기가 작다.
- [0121] 즉, 초음파 진단 장치(100)의 제어부(120)는 도 11과 같이 복수의 스티어링 각도들의 사인값들의 간격 $\Delta \alpha$ 가 서로 다른 복수의 평면파 집합들을 이용할 수 있다. 도 11에서는 복수의 평면파들이 2개의 평면파 집합들을 포

함하나, 이에 제한되는 것은 아니다. 복수의 평면파들은 2개 이상의 평면파 집합들을 포함할 수도 있을 것이다. 제어부(120)는 복수의 $\Delta \alpha$ 를 사용함으로써 메인 로브에 대한 그레이팅 로브의 상대적인 크기를 감소시킬 수 있다.

- [0122] 도 11에서와 같이, 제어부(120)에 의해 결정된 복수의 평면파들은 복수의 평면파 집합들을 포함하고, 복수의 평면파 집합들 각각에 대한 복수의 스티어링 각도들의 사인값들의 간격은 서로 다를 수 있다.
- [0123] 도 12는 복수의 스티어링 각도들의 사인값들의 간격이 서로 다른 복수의 평면파 집합들을 사용하는 경우의 다른 예시이다.
- [0124] 도 12를 참고하면, 제1 평면파 각도 함수 $A_1(\alpha)$ 및 제2 평면파 각도 함수 $A_2(\alpha)$ 의 $\alpha_{\min}$ 과 $\alpha_{\max}$ 는 동일하고, 각 평면파 각도 함수에 포함되는 스티어링 각도들의 개수(N_1 , N_2)는 다르다. 즉, 제1 평면파 각도 함수 $A_1(\alpha)$ 및 제2 평면파 각도 함수 $A_2(\alpha)$ 에서 모두 최소 스티어링 각도 및 최대 스티어링 각도가 동일하나, 스티어링 각도들의 개수(N_1 , N_2)는 다르다. 이를 통해, 복수의 스티어링 각도들의 사인값들의 간격($\Delta \alpha_1$, $\Delta \alpha_2$)이 서로 달라진다.
- [0125] 서로 다른 스티어링 각도들의 개수(N_1 , N_2)를 가지는 평면파 각도 함수들($A_1(\alpha)$, $A_2(\alpha)$)을 합한 평면파 각도 함수($A_1(\alpha) + A_2(\alpha)$)를 사용함으로써, 도 11과 같이 스티어링 각도들의 사인값들의 간격($\Delta \alpha_1$, $\Delta \alpha_2$)이 서로 다른 복수의 평면파 각도 함수들을 사용할 수 있다. 이를 통해, 제어부(120)는 메인 로브의 크기보다 그레이팅 로브의 크기를 작게 할 수 있다.
- [0126] 도 12에서와 같이, 제어부(120)에 의해 결정된 복수의 평면파들은 복수의 평면파 집합들을 포함하고, 복수의 평면파 집합들 각각에 대한 최소 스티어링 각도 및 최대 스티어링 각도는 동일하고, 복수의 평면파 집합들 각각에 대한 스티어링 각도들의 개수는 서로 다를 수 있다.
- [0127] 도 13은 임의의 스티어링 각도들의 사인값들로 평면파 각도 함수를 구성하는 경우의 예시이다.
- [0128] 도 13을 참고하면, 임의의 스티어링 각도들을 사용함으로써 임의의 스티어링 각도들의 사인값(α)으로 평면파 각도 함수($A(\alpha)$)를 구성할 수 있다. 이전 도면들에서는 주로 스티어링 각도들의 사인값들의 간격이 일정한 평면파 각도 함수가 사용되었으나, 도 13에서는 인접하는 스티어링 각도들의 사인값들의 간격이 일정하지 않다.
- [0129] 도 13에서와 같이, 제어부(120)에 의해 결정된 복수의 평면파들에 대한 복수의 스티어링 각도들은 임의일 수 있다. 이를 통해, 제어부(120)는 메인 로브의 크기보다 그레이팅 로브의 크기를 작게 할 수 있다.
- [0130] 도 14는 스티어링 각도들의 간격이 서로 다른 복수의 평면파 집합들을 사용하는 경우의 예시이다.
- [0131] 도 14(a)는 스티어링 각도들의 간격, 즉 인접하는 스티어링 각도들의 차이가 제1 각도($\Delta \theta_1$)인 제1 평면파 각도 함수($A_1(\theta)$)이고, 도 14(b)는 스티어링 각도들의 간격이 제2 각도($\Delta \theta_2$)인 제2 평면파 각도 함수($A_2(\theta)$)이다.
- [0132] 따라서 제1 평면파 각도 함수($A_1(\theta)$) 및 제2 평면파 각도 함수($A_2(\theta)$)를 합한 평면파 각도 함수를 사용할 경우, 복수의 스티어링 각도들의 사인값들의 간격이 서로 다른 복수의 평면파 집합들을 사용하는 경우(예를 들어, 도 11)와 유사할 것이다.
- [0133] 지금까지 도 11 내지 도 14에서 복수의 평면파들에 의한 합성 송신 집속 빔패턴에서 메인 로브의 크기보다 그레이팅 로브의 크기가 작아지도록 복수의 평면파들을 결정하는 제2 실시예를 설명하였다. 도 11 내지 도 14와 같이 제2 실시예에 따라 복수의 평면파들은 다양하게 결정될 수 있을 것이다. 또한 도 11 내지 도 14의 방식들은 다양하게 조합되어 사용될 수 있을 것이다.
- [0134] 또한, 도 11 내지 도 14의 방식들 외 다른 방식에 따라, 제어부(120)는 메인 로브의 크기보다 그레이팅 로브의 크기가 작아지도록 복수의 평면파들을 결정할 수도 있을 것이다.
- [0135] 예를 들어, 제어부(120)는 수신 집속된 일련의 초음파 영상을 합성하는 컴파운딩(compounding) 기술을 사용할 때, 매번 서로 다른 평면파 조합을 사용할 수 있다. 이를 통해, 컴파운딩 단계에서 그레이팅 로브에 의한 영향을 완화시킬 수 있다.
- [0136] 또한, 그레이팅 로브를 관심 영역 외부에 위치시키도록 복수의 평면파들을 결정하는 제1 실시예 및 메인 로브의

크기보다 그레이팅 로브의 크기가 작아지도록 복수의 평면파들을 결정하는 제2 실시예를 분리해서 설명하였으나, 제1 실시예 및 제2 실시예는 서로 조합하여 사용될 수도 있을 것이다.

- [0137] 전술한 것과 같이, 초음파 진단 장치(100)의 제어부(120)는 제1 실시예 및 제2 실시예 중 적어도 하나에 따라 복수의 평면파들을 결정할 수 있다. 제어부(120)는 프로브(110)가 결정된 복수의 평면파들을 송신하도록 프로브(110)를 제어할 수 있다.
- [0138] 프로브(110)는 대상체를 반사한 에코 신호를 수신할 수 있다. 제어부(120)는 프로브(110)가 수신한 에코 신호를 어포다이제이션 윈도우(apodization window)를 적용할 수 있다. 이때, 제어부(120)는 사이드 로브(side lobe)가 낮은 어포다이제이션 윈도우를 사용할 수 있다. 예를 들어, 해닝 윈도우(Hanning window), 해밍 윈도우와 같이 사이드 로브가 낮은 어포다이제이션 윈도우가 사용될 수 있다. 이를 통해, 에코 신호의 그레이팅 로브를 감소시킬 수 있다.
- [0139] 도 15는 해닝 윈도우 및 사각 윈도우의 예시이다.
- [0140] 도 15(a)는 해닝 윈도우(W1)의 예시이고, 도 15(b)는 사각 윈도우(rectangular window)(W2)의 예시이다. 일부 실시예에서, 제어부(120)는 프로브(110)가 수신하는 에코 신호에 도 15(a)와 같은 해닝 윈도우(W1)를 적용할 수 있다. 사각 윈도우(W2) 대신 해닝 윈도우(W1)가 적용됨으로써, 수신된 에코 신호에서 메인 로브의 크기에 비해 그레이팅 로브의 크기를 감소시킬 수 있다.
- [0141] 도 15(a)에 도시된 해닝 윈도우(W2) 외에도 해밍 윈도우 등과 같이 사이드 로브가 낮은 윈도우가 어포다이제이션 윈도우로 사용될 수 있다.
- [0142] 도 16은 제1 실시예에 따라 그레이팅 로브가 관심 영역 외부에 위치하는 합성 송신 집속 빔패턴의 효과를 설명하기 위한 시뮬레이션 결과이다. 도 16(a)는 그레이팅 로브가 관심 영역 안에 위치하는 합성 송신 집속 빔패턴의 시뮬레이션 결과이고, 도 16(b)는 그레이팅 로브가 관심 영역 외부에 위치하는 합성 송신 집속 빔패턴의 시뮬레이션 결과이다.
- [0143] 도 16(a)는 $\Delta \alpha = 0.05 (2.866^\circ)$, $N=5$ 인 평면파 조합인 복수의 평면파들을 사용했을 때의 합성 송신 집속 빔패턴이다. 합성 송신 집속 빔패턴의 크기는 관심 영역($-20 \text{ mm} < x < 20 \text{ mm}$) 안에서 일정 간격으로 커진다. 이는 메인 로브가 위치하는 곳($x=0$) 외에도 관심 영역($-20 \text{ mm} < x < 20 \text{ mm}$) 안에 그레이팅 로브들이 위치하기 때문이다. 영상화되는 영역인 관심 영역($-20 \text{ mm} < x < 20 \text{ mm}$) 안에 그레이팅 로브들이 위치하게 되어 초음파 영상의 화질을 저하시킨다.
- [0144] 도 16(b)는 $\Delta \alpha = 0.005 (0.287^\circ)$, $N=40$ 인 평면파 조합인 복수의 평면파들을 사용했을 때의 합성 송신 집속 빔패턴이다. 합성 송신 집속 빔패턴의 크기는 메인 로브가 위치하는 곳($x=0$) 외에는 관심 영역($-20 \text{ mm} < x < 20 \text{ mm}$) 안에서 크지 않다. 이는 $\Delta \alpha$ 를 작게 함으로써 그레이팅 로브들이 관심 영역($-20 \text{ mm} < x < 20 \text{ mm}$) 외부에 위치하기 때문이다. 관심 영역($-20 \text{ mm} < x < 20 \text{ mm}$) 외부는 초음파 빔의 에너지가 크게 도달하지 못하기 때문에 그레이팅 로브의 크기가 메인 로브의 크기에 비해 감소된다.
- [0145] 도 17 및 도 18은 제2 실시예에 따라 메인 로브의 크기보다 그레이팅 로브의 크기가 작아지도록 평면파 조합이 사용된 경우의 합성 송신 집속 빔패턴의 효과를 설명하기 위한 시뮬레이션 결과이다. 도 17은 하나의 $\Delta \alpha$ 를 이용한 평면파 조합이 사용된 경우 합성 송신 집속 빔패턴이고, 도 18은 복수의 $\Delta \alpha$ 를 이용한 평면파 조합이 사용된 경우 합성 송신 집속 빔패턴이다.
- [0146] 도 17은 $\Delta \alpha = 0.019 (1.083^\circ)$, $N=23$ 인 평면파 조합을 사용했을 때의 합성 송신 집속 빔패턴이다. 도 17(a)는 측면 방향 거리(lateral distance) 및 축 방향 거리(axial distance)에 따른 합성 송신 집속 빔패턴의 크기를 나타내고, 도 17(b)는 측면 방향 거리(lateral distance)에 따른 합성 송신 집속 빔패턴의 크기를 나타낸다.
- [0147] 도 17을 참고하면, 관심 영역($-20 \text{ mm} < x < 20 \text{ mm}$) 내 2개의 그레이팅 로브들이 위치하고, 그레이팅 로브들의 크기는 메인 로브의 크기와 거의 동일하다. 따라서 초음파 영상의 화질이 저하된다.
- [0148] 도 18은 $\Delta \alpha = 0.406, 0.207, 0.139, 0.084, 0.060 (24^\circ, 12^\circ, 8^\circ, 4.8^\circ, 3.43^\circ)$, $N=2, 3, 4, 6, 8$ (총 합 23)인 복수의 평면파 조합들을 포함하는 평면파 조합을 사용했을 때의 합성 송신 집속 빔패턴이다. 도 18(a)는 측면 방향 거리(lateral distance) 및 축 방향 거리(axial distance)에 따른 합성 송신 집속 빔패턴의 크기를 나타내고, 도 18(b)는 측면 방향 거리(lateral distance)에 따른 합성 송신 집속 빔패턴의 크기를 나타낸다. $\Delta \alpha$ 가 다른 각 평면파 조합에 의한 그레이팅 로브의 위치가 모두 다르다. 각 평면파 조합에 의한 메인 로브들은 중첩되어 메인 로브의 크기가 커지나, 각 평면파 조합에 의한 그레이팅 로브들은 서로 중첩되지 않으므로 그레이

이팅 로브들의 크기는 메인 로브에 비해 작아진다.

- [0149] 따라서 도 17과 같이 하나의 Δa 를 사용하는 경우보다 도 18과 같이 복수의 Δa 를 사용하는 경우에 초음파 영상의 화질이 향상될 수 있다.
- [0150] 도 19는 일부 실시예에 따른 초음파 영상의 예시이다.
- [0151] 도 19(a)는 일부 실시예에 따라 그레이팅 로브의 크기를 줄여 합성한 평면 초음파 영상의 시뮬레이션 결과이고, 도 19(b)는 그레이팅 로브의 크기를 줄여 합성한 인체 모사 팬텀의 실제 평면 초음파 영상이다.
- [0152] 도 20은 일부 실시예를 따르지 않은 초음파 영상의 예시이다.
- [0153] 도 20(a)는 그레이팅 로브를 고려하지 않고 합성한 평면 초음파 영상의 시뮬레이션 결과이고, 도 20(b)는 그레이팅 로브를 고려하지 않고 합성한 인체 모사 팬텀의 실제 평면 초음파 영상이다.
- [0154] 도 20에서는 도 19와 달리 그레이팅 로브의 영향으로 인해 포인트 타깃인 영상 내 밝은 점들 주위에 허상들이 나타남을 알 수 있다.
- [0155] 일부 실시예에 따르면, 평면파를 이용한 초음파 영상의 화질이 개선될 수 있다. 화질 열화의 원인이 되는 그레이팅 로브를 관심 영역 외부에 위치시키거나, 메인 로브에 비해 상대적인 크기를 감소시킴으로써, 초음파 영상의 SNR, 콘트라스트를 증가시킬 수 있고, 초음파 영상에서 아티팩트를 제거하거나 감소시킬 수 있다.
- [0156] 지금까지 설명한 일부 실시예는 도 1 및 도 2의 초음파 진단 장치(100)에서 수행되는 것으로 설명하였다. 그런데, 지금까지 설명한 일부 실시예는 모두 초음파 진단 장치(100)뿐 아니라 초음파 프로브에서도 수행될 수 있다. 이하에서는 일부 실시예에 따른 초음파 프로브에 대해 설명한다.
- [0157] 도 21은 일부 실시예에 따른 초음파 프로브를 설명하기 위한 도면이다.
- [0158] 도 21을 참고하면, 초음파 프로브(200)는 의료 영상 장치(300)와 무선으로 연결될 수 있다. 초음파 프로브(200)는 "무선 프로브"라고도 할 수 있다.
- [0159] 초음파 프로브(200)는 대상체로 초음파 신호를 송신하고, 대상체(10)로부터 반사된 에코 신호를 수신한다. 초음파 프로브(200)는 에코 신호로부터 초음파 데이터를 생성할 수 있다. 초음파 프로브(200)는 초음파 데이터에 기초해 초음파 영상을 생성할 수도 있다. 초음파 프로브(200)는 초음파 데이터 또는 초음파 영상을 의료 영상 장치(300)에 무선으로 전송할 수 있다.
- [0160] 의료 영상 장치(300)는 초음파 프로브(200)로부터 수신한 초음파 데이터 또는 초음파 영상에 기초해 초음파 영상을 디스플레이할 수 있다. 의료 영상 장치(300)는 초음파 프로브(200)와 무선으로 연결 가능하고, 초음파 영상을 디스플레이할 수 있는 모든 가능한 장치일 수 있다. 의료 영상 장치(300)는 도 1 및 도 2에서 설명한 초음파 진단 장치(100)일 수도 있다.
- [0161] 도 22는 일부 실시예에 따른 초음파 프로브의 구성도이다.
- [0162] 도 22를 참고하면, 초음파 프로브(200)는 초음파 송수신부(210), 통신부(220) 및 제어부(230)를 포함할 수 있다.
- [0163] 제어부(230)는 전술한 초음파 진단 장치(100)의 제어부(120)에서 수행하는 동작과 유사하게 동작할 수 있다.
- [0164] 제어부(230)는 제1 실시예 및 제2 실시예 중 적어도 하나에 따라 복수의 평면파들을 결정할 수 있다. 이에 대해서는 전술한 내용이 적용될 수 있으므로 중복되는 설명은 생략한다.
- [0165] 제어부(230)는 초음파 송수신부(210)가 제어부(230)에서 결정된 복수의 평면파들을 송신하도록 제어할 수 있다.
- [0166] 초음파 송수신부(210)는 제어부(230)의 제어 하에 복수의 평면파들을 송신하고, 에코 신호를 수신할 수 있다.
- [0167] 제어부(230)는 에코 신호에 사이드 로브가 낮은 어포다이제이션 윈도우를 적용할 수도 있다. 제어부(230)는 에코 신호를 집속함으로써 초음파 데이터를 형성할 수 있다. 제어부(230)는 초음파 데이터에 기초해 초음파 영상을 획득할 수 있다.
- [0168] 제어부(230)는 통신부(220)를 통해 초음파 데이터 또는 초음파 영상이 의료 영상 장치(300)로 전송되도록 통신부(220)를 제어할 수 있다.
- [0169] 통신부(220)는 초음파 프로브(200)가 의료 영상 장치(300)와 무선 통신 가능하도록 무선 통신 모듈을 포함할 수

있다.

- [0170] 도 23은 일부 실시예에 따른 초음파 진단 장치(1000)의 구성을 도시한 블록도이다. 일부 실시예에 의한 초음파 진단 장치(1000)는 프로브(20), 초음파 송수신부(1100), 영상 처리부(1200), 통신부(1300), 디스플레이(1400), 메모리(1500), 입력 디바이스(1600), 및 제어부(1700)를 포함할 수 있으며, 상술한 여러 구성들은 버스(1800)를 통해 서로 연결될 수 있다.
- [0171] 도 23의 초음파 진단 장치(1000)는 도 1 및 도 2에 도시된 초음파 진단 장치(100)의 일부 실시예일 수 있다. 초음파 진단 장치(1000)의 프로브(20) 및 제어부(1700)는 도 2의 초음파 진단 장치(100)의 프로브(110) 및 제어부(120)에 대응하는 구성이다. 따라서 중복되는 설명은 생략한다.
- [0172] 초음파 진단 장치(1000)는 카트형뿐만 아니라 휴대형으로도 구현될 수 있다. 휴대형 초음파 진단 장치의 예로는 팩스 뷰어(PACS, Picture Archiving and Communication System viewer), 스마트 폰(smartphone), 랩탑 컴퓨터, PDA, 태블릿 PC 등이 있을 수 있으나, 이에 제한되지 않는다.
- [0173] 프로브(20)는, 초음파 송수신부(1100)로부터 인가된 구동 신호(driving signal)에 따라 대상체(10)로 초음파 신호를 송출하고, 대상체(10)로부터 반사된 에코 신호를 수신한다. 프로브(20)는 복수의 트랜스듀서를 포함하며, 복수의 트랜스듀서는 전달되는 전기적 신호에 따라 진동하며 음향 에너지인 초음파를 발생시킨다. 또한, 프로브(20)는 초음파 진단 장치(1000)의 본체와 유선 또는 무선으로 연결될 수 있으며, 초음파 진단 장치(1000)는 구현 형태에 따라 복수 개의 프로브(20)를 구비할 수 있다.
- [0174] 일부 실시예에 따른 프로브(20)는 복수의 스티어링 각도들로 복수의 평면파들을 송신할 수 있다.
- [0175] 송신부(1110)는 프로브(20)에 구동 신호를 공급하며, 펄스 생성부(1112), 송신 지연부(1114), 및 펄서(1116)를 포함한다. 펄스 생성부(1112)는 소정의 펄스 반복 주파수(PRF, Pulse Repetition Frequency)에 따른 송신 초음파를 형성하기 위한 펄스(pulse)를 생성하며, 송신 지연부(1114)는 송신 지향성(transmission directionality)을 결정하기 위한 지연 시간(delay time)을 펄스에 적용한다. 지연 시간이 적용된 각각의 펄스는, 프로브(20)에 포함된 복수의 압전 진동자(piezoelectric vibrators)에 각각 대응된다. 펄서(1116)는, 지연 시간이 적용된 각각의 펄스에 대응하는 타이밍(timing)으로, 프로브(20)에 구동 신호(또는, 구동 펄스(driving pulse))를 인가한다.
- [0176] 수신부(1120)는 프로브(20)로부터 수신되는 에코 신호를 처리하여 초음파 데이터를 생성하며, 증폭기(1122), ADC(아날로그 디지털 컨버터, Analog Digital converter)(1124), 수신 지연부(1126), 및 합산부(1128)를 포함할 수 있다. 증폭기(1122)는 에코 신호를 각 채널(channel) 마다 증폭하며, ADC(1124)는 증폭된 에코 신호를 아날로그-디지털 변환한다. 수신 지연부(1126)는 수신 지향성(reception directionality)을 결정하기 위한 지연 시간을 디지털 변환된 에코 신호에 적용하고, 합산부(1128)는 수신 지연부(1126)에 의해 처리된 에코 신호를 합산함으로써 초음파 데이터를 생성한다. 한편, 수신부(1120)는 그 구현 형태에 따라 증폭기(1122)를 포함하지 않을 수도 있다. 즉, 프로브(20)의 감도가 향상되거나 ADC(1124)의 처리 비트(bit) 수가 향상되는 경우, 증폭기(1122)는 생략될 수도 있다.
- [0177] 영상 처리부(1200)는 초음파 송수신부(1100)에서 생성된 초음파 데이터에 대한 주사 변환(scan conversion) 과정을 통해 초음파 영상을 생성한다. 한편, 초음파 영상은 A 모드(amplitude mode), B 모드(brightness mode) 및 M 모드(motion mode)에서 대상체를 스캔하여 획득된 그레이 스케일(gray scale)의 영상뿐만 아니라, 도플러 효과(doppler effect)를 이용하여 움직이는 대상체를 표현하는 도플러 영상일 수도 있다. 도플러 영상은, 혈액의 흐름을 나타내는 혈류 도플러 영상 (또는, 컬러 도플러 영상으로도 불림), 조직의 움직임을 나타내는 티슈 도플러 영상, 또는 대상체의 이동 속도를 파형으로 표시하는 스펙트럴 도플러 영상일 수 있다.
- [0178] 데이터 처리부(1210)에 포함되는 B 모드 처리부(1212)는, 초음파 데이터로부터 B 모드 성분을 추출하여 처리한다. 영상 생성부(1220)는, B 모드 처리부(1212)에 의해 추출된 B 모드 성분에 기초하여 신호의 강도가 휘도(brightness)로 표현되는 초음파 영상을 생성할 수 있다.
- [0179] 마찬가지로, 데이터 처리부(1210)에 포함되는 도플러 처리부(1214)는, 초음파 데이터로부터 도플러 성분을 추출하고, 영상 생성부(1220)는 추출된 도플러 성분에 기초하여 대상체의 움직임을 컬러 또는 파형으로 표현하는 도플러 영상을 생성할 수 있다.
- [0180] 일부 실시예에 의한 영상 생성부(1220)는, 볼륨 데이터에 대한 볼륨 렌더링 과정을 거쳐 3차원 초음파 영상을 생성할 수 있으며, 압력에 따른 대상체(10)의 변형 정도를 영상화한 탄성 영상을 생성할 수도 있다. 나아가, 영

상 생성부(1220)는 초음파 영상 상에 여러 가지 부가 정보를 텍스트, 그래픽으로 표현할 수도 있다. 한편, 생성된 초음파 영상은 메모리(1500)에 저장될 수 있다.

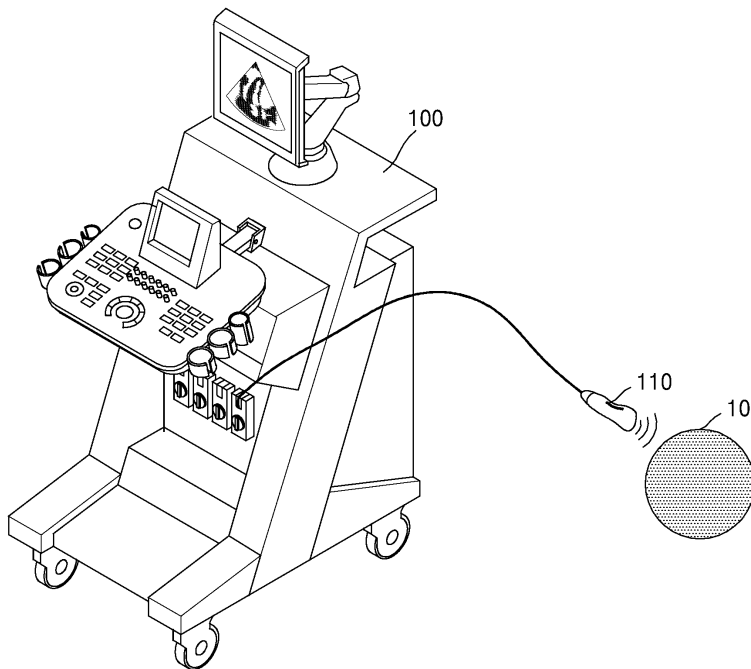
- [0181] 디스플레이부(1400)는 생성된 초음파 영상을 표시 출력한다. 디스플레이부(1400)는, 초음파 영상뿐 아니라 초음파 진단 장치(1000)에서 처리되는 다양한 정보를 GUI(Graphical User Interface)를 통해 화면 상에 표시 출력할 수 있다. 한편, 초음파 진단 장치(1000)는 구현 형태에 따라 둘 이상의 디스플레이부(1400)를 포함할 수 있다.
- [0182] 통신부(1300)는, 유선 또는 무선으로 네트워크(30)와 연결되어 외부 디바이스나 서버와 통신한다. 통신부(1300)는 의료 영상 정보 시스템(PACS)을 통해 연결된 병원 서버나 병원 내의 다른 의료 장치와 데이터를 주고 받을 수 있다. 또한, 통신부(1300)는 의료용 디지털 영상 및 통신(DICOM, Digital Imaging and Communications in Medicine) 표준에 따라 데이터 통신할 수 있다.
- [0183] 통신부(1300)는 네트워크(30)를 통해 대상체(10)의 초음파 영상, 초음파 데이터, 도플러 데이터 등 대상체의 진단과 관련된 데이터를 송수신할 수 있으며, CT 장치, MRI 장치, X-ray 장치 등 다른 의료 장치(34)에서 촬영한 의료 영상 또한 송수신할 수 있다. 나아가, 통신부(1300)는 서버로부터 환자의 진단 이력이나 치료 일정 등에 관한 정보를 수신하여 대상체(10)의 진단에 활용할 수도 있다. 나아가, 통신부(1300)는 병원 내의 서버나 의료 장치뿐만 아니라, 의사나 환자의 휴대용 단말과 데이터 통신을 수행할 수도 있다.
- [0184] 통신부(1300)는 유선 또는 무선으로 네트워크(30)와 연결되어 서버(32), 의료 장치(34), 또는 휴대용 단말(36)과 데이터를 주고 받을 수 있다. 통신부(1300)는 외부 디바이스와 통신을 가능하게 하는 하나 이상의 구성 요소를 포함할 수 있으며, 예를 들어 근거리 통신 모듈(1310), 유선 통신 모듈(1320), 및 이동 통신 모듈(1330)을 포함할 수 있다.
- [0185] 근거리 통신 모듈(1310)은 소정 거리 이내의 근거리 통신을 위한 모듈을 의미한다. 일부 실시예에 따른 근거리 통신 기술에는 무선 랜(Wireless LAN), 와이파이(Wi-Fi), 블루투스, 지그비(ZigBee), WFD(Wi-Fi Direct), UWB(ultra wideband), 적외선 통신(IrDA, infrared Data Association), BLE (Bluetooth Low Energy), NFC(Near Field Communication) 등이 있을 수 있으나, 이에 한정되는 것은 아니다.
- [0186] 유선 통신 모듈(1320)은 전기적 신호 또는 광 신호를 이용한 통신을 위한 모듈을 의미하며, 일부 실시예에 의한 유선 통신 기술에는 트위스티드 페어 케이블(twisted pair cable), 동축 케이블, 광섬유 케이블, 이더넷(ethernet) 케이블 등이 있을 수 있다.
- [0187] 이동 통신 모듈(1330)은, 이동 통신망 상에서 기지국, 외부의 단말, 서버 중 적어도 하나와 무선 신호를 송수신한다. 여기에서, 무선 신호는, 음성 호 신호, 화상 통화 호 신호 또는 문자/멀티미디어 메시지 송수신에 따른 다양한 형태의 데이터일 수 있다.
- [0188] 메모리(1500)는 초음파 진단 장치(1000)에서 처리되는 여러 가지 정보를 저장한다. 예를 들어, 메모리(1500)는 입/출력되는 초음파 데이터, 초음파 영상 등 대상체의 진단에 관련된 의료 데이터를 저장할 수 있고, 초음파 진단 장치(1000) 내에서 수행되는 알고리즘이나 프로그램을 저장할 수도 있다.
- [0189] 메모리(1500)는 플래시 메모리, 하드디스크, EEPROM 등 여러 가지 종류의 저장매체로 구현될 수 있다. 또한, 초음파 진단 장치(1000)는 웹 상에서 메모리(1500)의 저장 기능을 수행하는 웹 스토리지(web storage) 또는 클라우드 서버를 운영할 수도 있다.
- [0190] 입력 디바이스(1600)는, 사용자로부터 초음파 진단 장치(1000)를 제어하기 위한 데이터를 입력받는 수단을 의미한다. 입력 디바이스(1600)의 예로는 키 패드, 마우스, 터치 패드, 터치 스크린, 트랙볼, 조그 스위치 등 하드웨어 구성을 포함할 수 있으나 이에 한정되는 것은 아니며, 심전도 측정 모듈, 호흡 측정 모듈, 음성 인식 센서, 제스처 인식 센서, 지문 인식 센서, 홍채 인식 센서, 깊이 센서, 거리 센서 등 다양한 입력 수단을 더 포함할 수 있다.
- [0191] 제어부(1700)는 초음파 진단 장치(1000)의 동작을 전반적으로 제어한다. 제어부(1700)는 도 23에 도시된 프로브(20), 초음파 송수신부(1100), 영상 처리부(1200), 통신부(1300), 디스플레이부(1400), 메모리(1500), 및 입력 디바이스(1600) 간의 동작을 제어할 수 있다.
- [0192] 제어부(1700)는 일부 실시예에 따른 전술한 동작들을 수행할 수 있다.
- [0193] 제어부(1700)는 제1 실시예에 따라 복수의 평면파들에 의한 합성 송신 집속 빔패턴의 그레이팅 로브가 관심 영

역 외부에 위치하도록 복수의 평면파들을 결정할 수 있다.

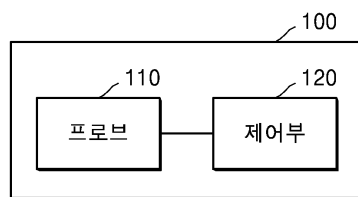
- [0194] 또는, 제어부(1700)는 제2 실시예에 따라 복수의 평면파들에 의한 합성 송신 집속 빔패턴에서 메인 로브의 크기보다 그레이팅 로브의 크기가 작아지도록 복수의 평면파들을 결정할 수 있다.
- [0195] 아니면, 제어부(1700)는 제1 실시예 및 제2 실시예 중 적어도 하나에 따라 복수의 평면파들을 결정할 수 있다.
- [0196] 제1 실시예 및 제2 실시예에 대해서는 앞에서 상술하였으므로 중복되는 설명은 생략한다.
- [0197] 제어부(1700)는 에코 신호에 사이드 로브가 작은 어포다이제이션 윈도우를 적용할 수도 있다.
- [0198] 프로브(20), 초음파 송수신부(1100), 영상 처리부(1200), 통신부(1300), 디스플레이부(1400), 메모리(1500), 입력 디바이스(1600) 및 제어부(1700) 중 일부 또는 전부는 소프트웨어 모듈에 의해 동작할 수 있으나 이에 제한되지 않으며, 상술한 구성 중 일부가 하드웨어에 의해 동작할 수도 있다. 또한, 초음파 송수신부(1100), 영상 처리부(1200), 및 통신부(1300) 중 적어도 일부는 제어부(1600)에 포함될 수 있으나, 이러한 구현 형태에 제한되지는 않는다.
- [0199] 도 24는 일부 실시예와 관련된 무선 프로브(2000)의 구성을 도시한 블록도이다. 무선 프로브(2000)는, 도 23에서 설명한 바와 같이 복수의 트랜스듀서를 포함하며, 구현 형태에 따라 도 23의 초음파 송수신부(1100)의 구성을 일부 또는 전부 포함할 수 있다.
- [0200] 도 24에 도시된 실시예에 의한 무선 프로브(2000)는, 송신부(2100), 트랜스듀서(2200), 및 수신부(2300)를 포함할 수 있고, 각각의 구성에 대해서는 도 23에서 설명한 바 있으므로 자세한 설명은 생략한다.
- [0201] 한편, 무선 프로브(2000)는 그 구현 형태에 따라 수신 지연부(2330)와 합산부(2340)를 선택적으로 포함할 수도 있다.
- [0202] 무선 프로브(2000)는, 대상체(10)로 초음파 신호를 송신하고 에코 신호를 수신하며, 초음파 데이터를 생성하여 도 2의 초음파 진단 장치(1000)로 무선 송신할 수 있다.
- [0203] 도 24의 무선 프로브(2000)는 도 22에 도시된 초음파 프로브(200)의 초음파 송수신부(210)의 일부 실시예일 수 있다. 따라서 중복되는 설명은 생략한다. 도 24의 무선 프로브(2000)는 도 22와 같이 통신부(220) 및 제어부(230)를 더 포함할 수 있다.
- [0204] 도 25는 일부 실시예에 따른 초음파 프로브 제어 방법의 흐름도를 도시한다.
- [0205] 도 25를 참고하면, 초음파 시스템은 초음파 프로브에 의해 복수의 스티어링 각도들로 송신될 복수의 평면파들을 결정할 수 있다(S110). 복수의 평면파들은 제1 실시예 및 제2 실시예 중 적어도 하나에 따라 결정될 수 있다. 제1 실시예는 합성 송신 집속 빔패턴의 그레이팅 로브가 관심 영역 외부에 위치하도록 복수의 평면파들을 결정하는 것이고, 제2 실시예는 합성 송신 집속 빔패턴에서 메인 로브의 크기보다 그레이팅 로브의 크기가 작아지도록 복수의 평면파들을 결정하는 것이다. 제1 실시예 및 제2 실시예에 대해서는 전술한 내용이 적용될 수 있으므로 중복되는 설명은 생략한다.
- [0206] 초음파 시스템은 초음파 프로브를 통해 결정된 복수의 평면파들을 송신할 수 있다(S120).
- [0207] 도 25의 초음파 제어 방법이 수행되는 초음파 시스템은 전술한 초음파 진단 장치(100, 1000) 또는 초음파 프로브(200, 2000)일 수 있다. 도 25의 초음파 프로브 제어 방법의 각 단계는 앞서 설명된 방식으로 수행될 수 있다.
- [0208] 한편, 상술한 일부 실시예들은 컴퓨터에서 실행될 수 있는 프로그램으로 작성가능하고, 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체를 이용하여 상기 프로그램을 동작시키는 범용 디지털 컴퓨터에서 구현될 수 있다.
- [0209] 상기 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체는 마그네틱 저장매체(예를 들면, 롬, 플로피 디스크, 하드디스크 등), 광학적 판독 매체(예를 들면, 시디롬, 디브이디 등) 및 캐리어 웨이브(예를 들면, 인터넷을 통한 송신)와 같은 저장매체를 포함한다.
- [0210] 이상과 첨부된 도면을 참조하여 일부 실시예를 설명하였지만, 본 개시가 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 개시가 그 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다.

도면

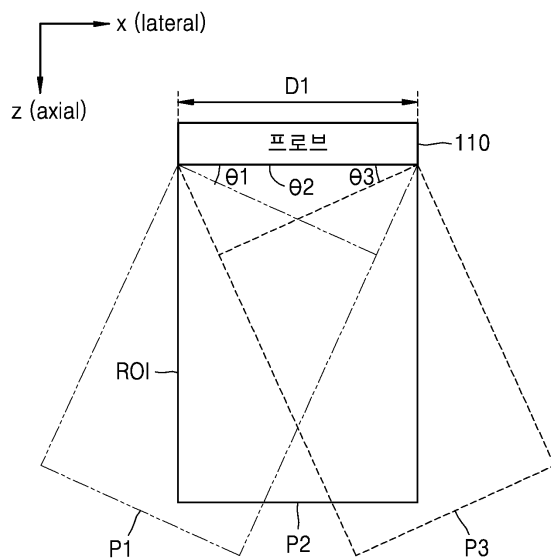
도면1



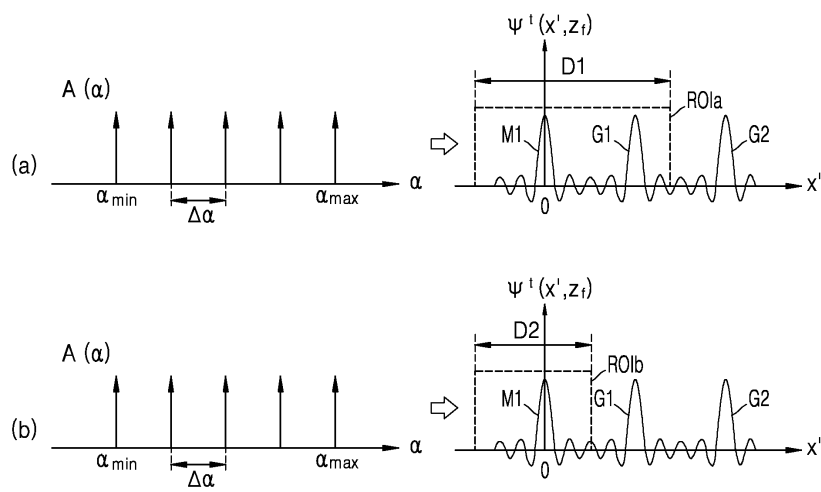
도면2



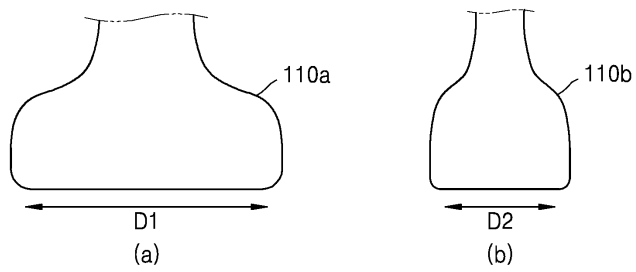
도면3



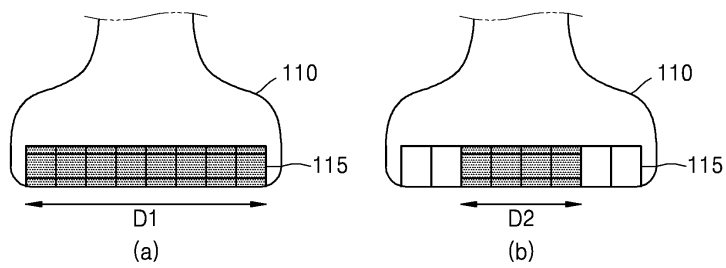
도면8



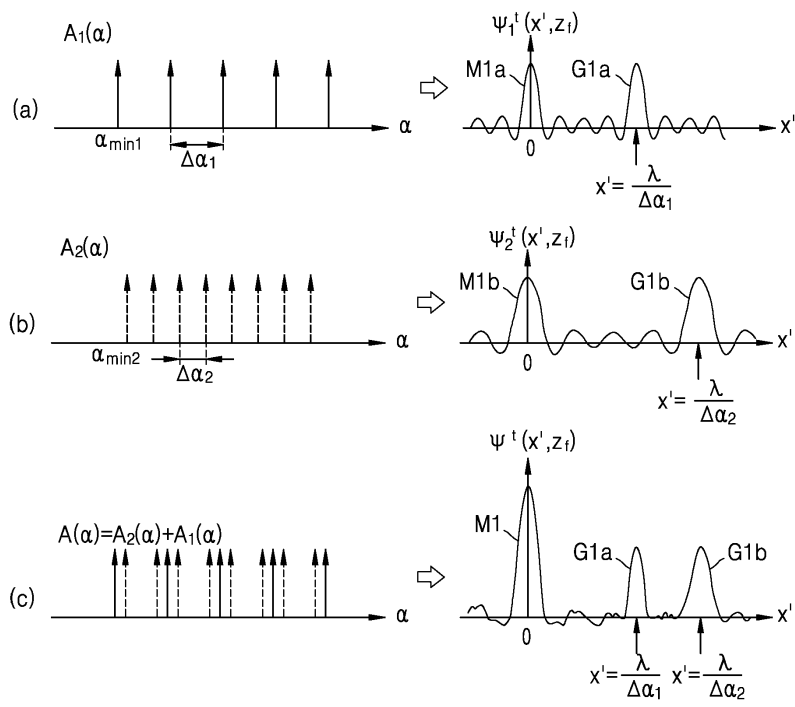
도면9



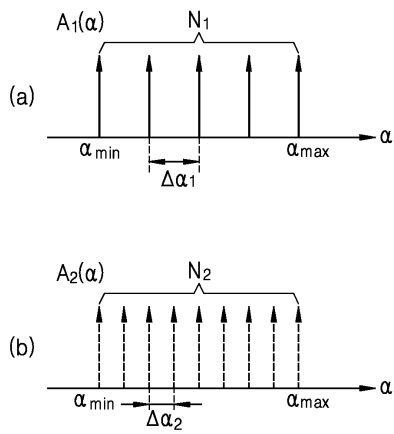
도면10



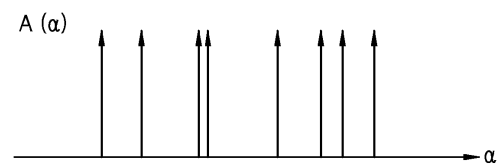
도면11



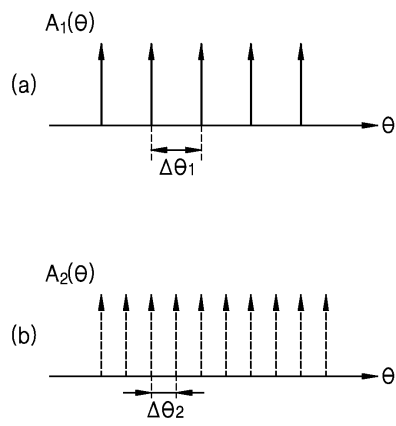
도면12



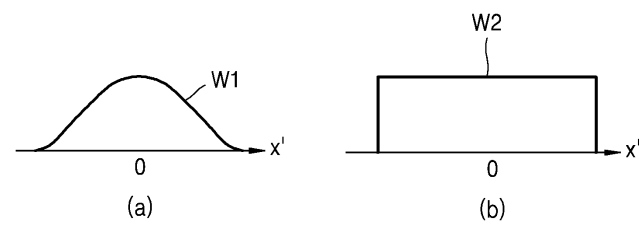
도면13



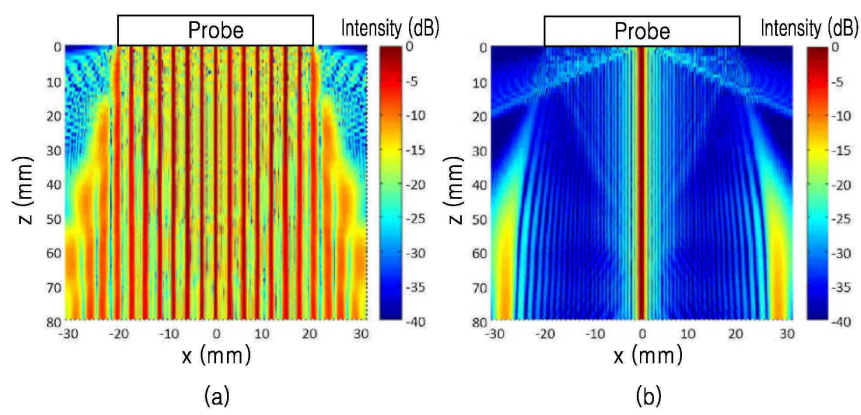
도면14



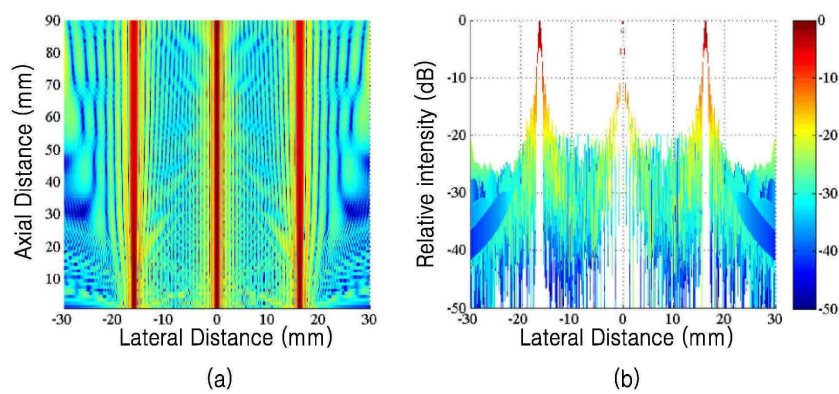
도면15



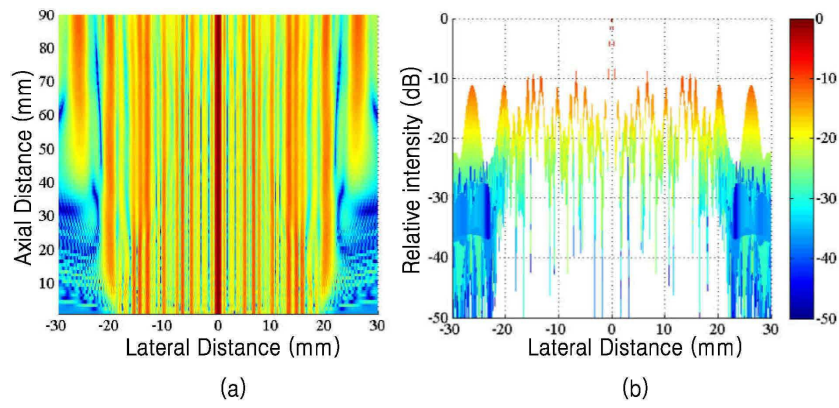
도면16



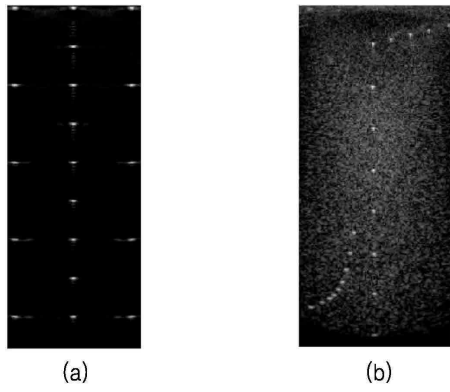
도면17



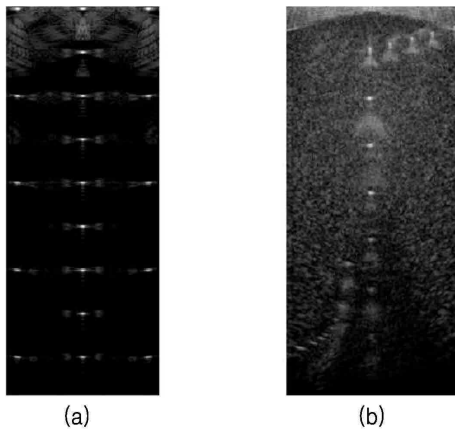
도면18



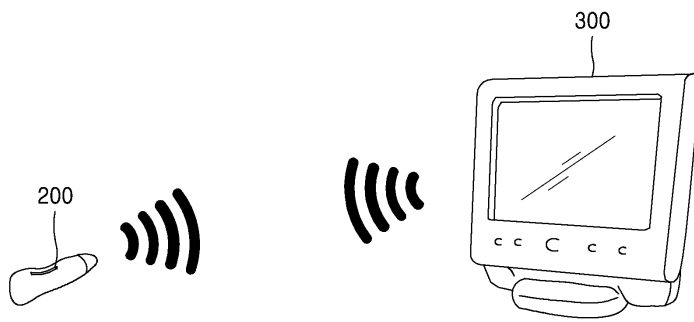
도면19



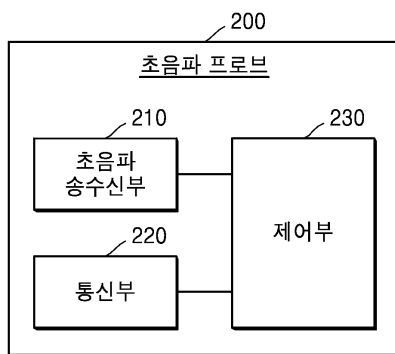
도면20



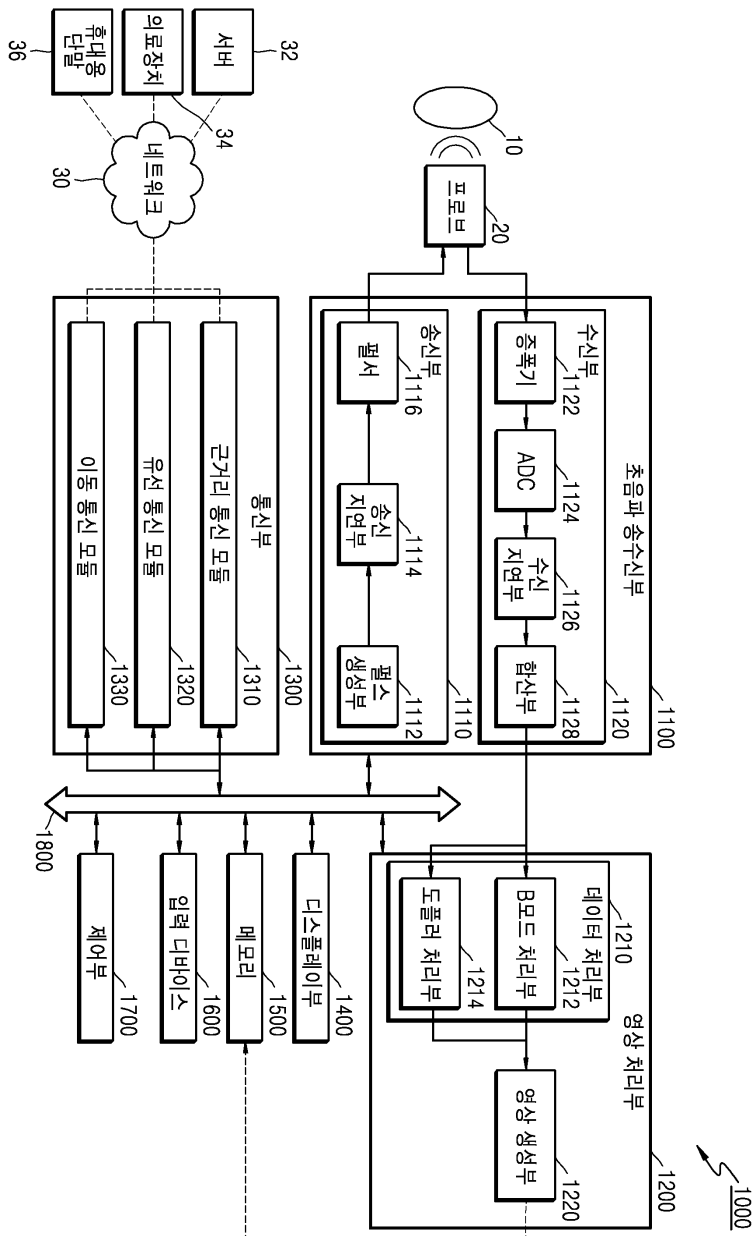
도면21



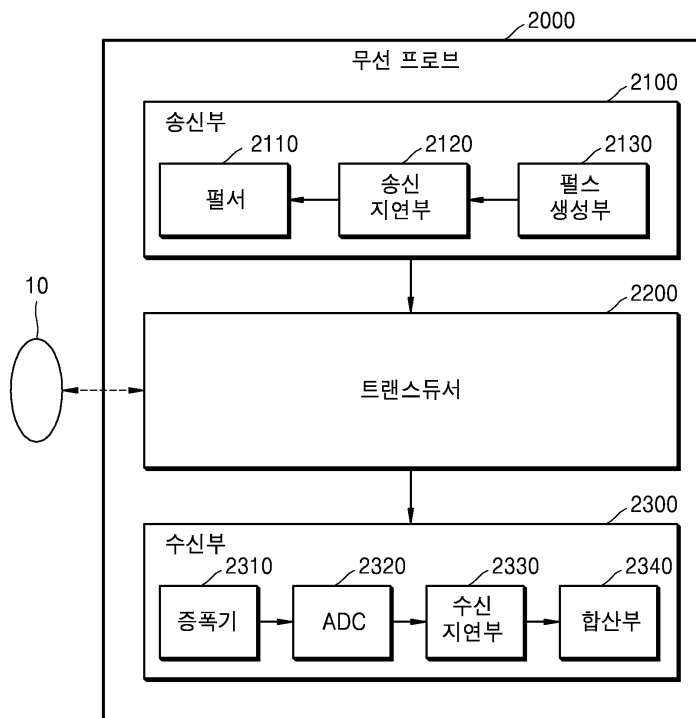
도면22



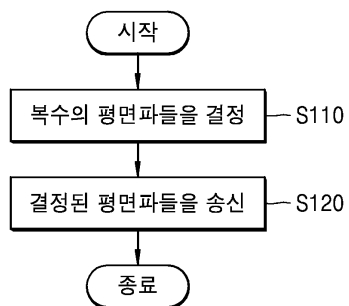
도면23



도면24



도면25



专利名称(译)	标题：超声波诊断装置，超声波探头及其控制方法		
公开(公告)号	KR1020160098010A	公开(公告)日	2016-08-18
申请号	KR1020150133882	申请日	2015-09-22
[标]申请(专利权)人(译)	三星电子株式会社 서강대학교산학협력단		
申请(专利权)人(译)	三星电子有限公司 서강대학교산학협력단		
当前申请(专利权)人(译)	三星电子有限公司 서강대학교산학협력단		
[标]发明人	SONG TAI KYONG 송태경 LEE HYUN TAEK 이현택 JEON KANG WON 전강원 PARK YONG SUP 박용섭 HWANG MUN KYEONG 황문경 BAE SU A 배수아		
发明人	송태경 이현택 전강원 박용섭 황문경 배수아		
IPC分类号	A61B8/00 A61B8/14		
CPC分类号	A61B8/54 A61B8/4444 A61B8/14 G01S7/52085 A61B8/145 A61B8/4405 A61B8/4472 A61B8/5207 G01S7/52036 G01S7/52046 G01S7/52049 G01S15/42 G01S15/8995		
优先权	62/114192 2015-02-10 US		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

公开了一种超声波诊断设备，包括将多个平面波传输到多个转向角的探头和控制单元，该控制单元确定多个平面波，使得组合物的光栅波瓣通过多个平面波传输聚焦光束图案位于感兴趣区域之外。

