



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년09월26일
(11) 등록번호 10-2025966
(24) 등록일자 2019년09월20일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 8/00 (2006.01) A61B 8/14 (2006.01)
(52) CPC특허분류
A61B 8/4245 (2013.01)
A61B 8/14 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2015-0124771
(22) 출원일자 2015년09월03일
심사청구일자 2017년08월29일
(65) 공개번호 10-2017-0028022
(43) 공개일자 2017년03월13일
(56) 선행기술조사문헌
JP2010213771 A
(뒷면에 계속)
전체 청구항 수 : 총 20 항

(73) 특허권자
지멘스 메디컬 솔루션즈 유에스에이, 인크.
미국 펜실베이니아 앨버튼 리버티 블러바드 40 (우 : 19355)
(72) 발명자
장웅
경기도 성남시 분당구 성남대로331번길 8 킨스타워 27층
(74) 대리인
양영준, 백만기

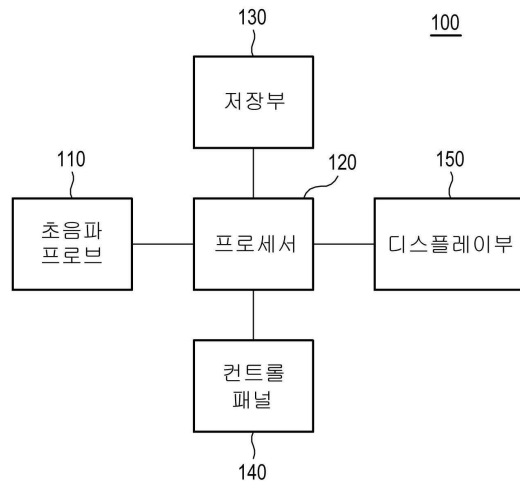
심사관 : 이재균

(54) 발명의 명칭 초음파 프로브의 기하학적 정보를 결정하는 초음파 시스템 및 방법

(57) 요약

초음파 프로브의 기하학적 정보를 결정하는 초음파 시스템 및 방법이 개시된다. 초음파 시스템은 초음파 프로브 및 프로세서를 포함한다. 초음파 프로브는 복수의 초음파 신호를 대상체에 송신하고 대상체로부터의 초음파 에코 신호를 수신하도록 동작하는 복수의 압전소자를 포함한다. 프로세서는 초음파 에코신호를 사전 설정된 시간 간격으로 샘플링하여 복수의 초음파 데이터를 획득하고, 초음파 에코신호에 대한 초음파 데이터에서 피크값을 나타내는 제1 시간 구간을 결정하고, 초음파 프로브의 사전 설정된 기하학적 정보에 기초하여, 초음파 신호가 복수의 압전소자 각각과 대상체내의 관심객체 간의 거리를 이동하는데 걸리는 제2 시간 구간을 결정하고, 복수의 제1 시간 구간 및 복수의 제2 시간 구간에 기초하여 초음파 프로브의 기하학적 정보를 결정하도록 동작한다.

대표도 - 도1



(52) CPC특허분류

A61B 8/4444 (2013.01)

A61B 8/54 (2013.01)

(56) 선행기술조사문헌

KR1020000055715 A

JP2009532089 A

KR1020100129682 A

US20150049578 A1

명세서

청구범위

청구항 1

초음파 시스템에서 초음파 프로브의 기하학적 정보를 결정하는 방법으로서,

복수의 압전소자를 포함하는 상기 초음파 프로브에 의해, 복수의 집속 깊이에 기초하여 복수의 초음파 신호를 대상체내에 송신하는 단계와,

상기 초음파 프로브의 상기 복수의 압전소자 각각에 의해, 상기 복수의 집속 깊이 각각에 대해 상기 대상체로부터 초음파 에코신호를 수신하는 단계와,

상기 초음파 에코신호 각각을 사전 설정된 시간 간격으로 샘플링하여 복수의 초음파 데이터를 획득하는 단계와,

상기 복수의 초음파 에코신호 각각에 대해 상기 초음파 데이터에서 피크값을 나타내는 제1 시간 구간을 결정하는 단계와,

상기 초음파 프로브의 사전 설정된 기하학적 정보에 기초하여, 상기 복수의 압전소자 각각과 상기 대상체 내의 관심객체 간의 거리를 초음파 신호가 이동하는데 걸리는 제2 시간 구간을 결정하는 단계와,

상기 제1 시간 구간 및 상기 제2 시간 구간에 기초하여 상기 초음파 프로브에 대한 상기 기하학적 정보를 결정하는 단계와,

상기 결정된 기하학적 정보를 상기 초음파 프로브에 대해 할당하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 초음파 프로브의 상기 기하학적 정보는 상기 복수의 압전소자에 대한 곡률 반지름 또는 인접하는 압전소자 간의 피치 길이 중 적어도 하나를 포함하는 방법.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 피크값을 나타내는 제1 시간 구간을 결정하는 단계는, 상기 초음파 에코 신호 각각에 대해 상기 샘플링의 시작 시간과 상기 초음파 데이터가 피크 값을 갖는 시간 간의 수신 전파 시간을 결정하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 4

제2항에 있어서, 상기 피크값을 나타내는 제1 시간 구간을 결정하는 단계는,

상기 초음파 에코 신호 각각에 대한 상기 초음파 데이터에 힐버트 변환을 수행하는 단계와,

상기 변환된 초음파 데이터에 기초하여 상기 초음파 에코 신호 각각에 대해 상기 초음파 데이터에서 상기 피크 값을 갖는 초음파 데이터를 검출하는 단계와,

상기 초음파 에코 신호 각각에 대해 피크 값을 갖는 상기 초음파 데이터와 상기 사전 설정된 시간 간격에 기초하여 상기 제1 시간 구간을 결정하는 단계

를 포함하는 방법.

청구항 5

제4항에 있어서, 상기 제1 시간 구간은

$$T_{FTP} = T_{SI} \times P_{MAX} \quad (\text{수학식})$$

상기 수학식에 따라 산출되며,

T_{FTP} 은 제1 시간 구간을 나타내고, T_{S1} 은 사전 설정된 시간 간격을 나타내며, P_{MAX} 은 상기 초음파 데이터가 피크 값에 도달할 때의 샘플링의 수를 나타내는 방법.

청구항 6

제2항에 있어서, 상기 제2 시간 구간을 결정하는 단계는,
 상기 복수의 제1 시간 구간에서 최소 제1 시간 구간을 결정하는 단계와,
 상기 최소 제1 시간 구간 및 상기 대상체내에서의 음속에 기초하여 상기 관심객체의 깊이를 결정하는 단계와,
 상기 사전 설정된 기하학적 정보 및 상기 관심객체의 깊이에 기초하여 상기 압전소자 각각과 상기 관심객체 간의 상기 거리를 결정하는 단계와,
 상기 거리 및 상기 대상체내에서의 음속에 기초하여 상기 제2 시간 구간을 결정하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 관심객체의 깊이는

$$D_{target} = \frac{\min(T_{FTP})}{S_{speed}} \quad (\text{수학식})$$

상기 수학식에 의해 산출되며,

D_{target} 은 상기 관심객체의 깊이를 나타내고, $\min(T_{FTP})$ 는 상기 최소 제1 시간 구간을 나타내고, S_{speed} 는 상기 대상체 내에서의 음속을 나타내는 방법.

청구항 8

제6항에 있어서, 상기 제2 시간 구간은

$$T_{STP} = \frac{L_{ele}}{S_{speed}} \quad (\text{수학식})$$

상기 수학식에 따라 산출되며, T_{STP} 는 상기 제2 시간 구간을 나타내고, L_{ele} 는 상기 거리를 나타내고, S_{speed} 는 상기 대상체 내에서의 음속을 나타내는 방법.

청구항 9

제2항에 있어서, 상기 기하학적 정보를 결정하는 단계는,
 상기 복수의 제1 시간 구간과 상기 복수의 제2 시간 구간에 기초하여 최소 제곱 오차 최소화를 수행하여 최소 오차 값을 획득하는 단계와,
 상기 최소 오차 값에 연관된 기하학적 정보를 상기 초음파 프로브의 상기 기하학적 정보로 설정하는 단계를 포함하는 방법.

청구항 10

제1항 내지 제9항 중 어느 한 항에 있어서,
 상기 초음파 프로브의 상기 기하학적 정보에 기초하여 빔포밍을 수행하는 단계를 더 포함하는 방법.

청구항 11

초음파 시스템으로서,

복수의 집속 깊이에 기초하여 복수의 초음파 신호를 대상체내에 송신하고, 상기 복수의 집속 깊이 각각에 대해 상기 대상체로부터 초음파 에코신호를 수신하도록 구성되는 복수의 압전소자를 포함하는 초음파 프로브와,

상기 초음파 에코신호 각각을 사전 설정된 시간 간격으로 샘플링하여 복수의 초음파 데이터를 획득하고, 상기 복수의 에코신호 각각에 대해 상기 초음파 데이터에서 피크값을 나타내는 제1 시간 구간을 결정하고, 상기 초음파 프로브의 사전 설정된 기하학적 정보에 기초하여, 상기 복수의 압전소자 각각과 상기 대상체 내의 관심객체 간의 거리를 초음파 신호가 이동하는데 걸리는 제2 시간 구간을 결정하고, 상기 제1 시간 구간 및 상기 제2 시간 구간에 기초하여 상기 초음파 프로브에 대한 상기 기하학적 정보를 결정하고, 상기 결정된 기하학적 정보를 상기 초음파 프로브에 대해 할당하도록 구성되는 프로세서

를 포함하는 초음파 시스템.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 초음파 프로브의 상기 기하학적 정보는 상기 복수의 압전소자에 대한 곡률 반지름 또는 인접하는 압전소자 간의 피치 길이 중 적어도 하나를 포함하는 초음파 시스템.

청구항 13

제12항에 있어서, 상기 제1 시간 구간은 상기 초음파 에코 신호 각각에 대해 상기 샘플링의 시작 시간과 상기 초음파 데이터가 피크 값을 갖는 시간 간의 수신 전파 시간을 포함하는 초음파 시스템.

청구항 14

제12항에 있어서, 상기 프로세서는,

상기 초음파 에코 신호 각각에 대한 상기 초음파 데이터에 힐버트 변환을 수행하고,

상기 변환된 초음파 데이터에 기초하여 상기 초음파 데이터에서 상기 피크값을 갖는 초음파 데이터를 검출하고,

상기 초음파 에코 신호 각각에 대해 피크 값을 갖는 상기 초음파 데이터와 상기 사전 설정된 시간 간격에 기초하여 상기 제1 시간 구간을 결정하도록 구성되는 초음파 시스템.

청구항 15

제14항에 있어서, 상기 제1 시간 구간은

$$T_{FTP} = T_{SI} \times P_{MAX} \quad (\text{수학식})$$

상기 수학식에 따라 산출되며,

T_{FTP} 은 제1 시간 구간을 나타내고, T_{SI} 은 사전 설정된 시간 간격을 나타내며, P_{MAX} 은 상기 초음파 데이터가 피크 값에 도달할 때의 샘플링의 수를 나타내는 초음파 시스템.

청구항 16

제12항에 있어서, 상기 프로세서는,

상기 복수의 제1 시간 구간에서 최소 제1 시간 구간을 결정하고,

상기 최소 제1 시간 구간 및 상기 대상체내에서의 음속에 기초하여 상기 관심객체의 깊이를 결정하고,

상기 사전 설정된 기하학적 정보 및 상기 관심객체의 깊이에 기초하여 상기 압전소자 각각과 상기 관심객체 간의 상기 거리를 결정하고,

상기 거리 및 상기 대상체내에서의 음속에 기초하여 상기 제2 시간 구간을 결정하도록 구성되는 초음파 시스템.

청구항 17

제16항에 있어서, 상기 관심객체의 깊이는

$$D_{target} = \frac{\min(T_{FTP})}{S_{speed}} \quad (\text{수학식})$$

상기 수학식에 따라 산출되며,

D_{target} 은 상기 관심객체의 깊이를 나타내고, $\min(T_{FTP})$ 는 상기 최소 제1 시간 구간을 나타내고, S_{speed} 는 상기 대상체 내에서의 음속을 나타내는 초음파 시스템.

청구항 18

제16항에 있어서, 상기 제2 시간 구간은

$$T_{STP} = \frac{L_{ele}}{S_{speed}} \quad (\text{수학식})$$

상기 수학식에 따라 산출되며, T_{STP} 는 상기 제2 시간 구간을 나타내고, L_{ele} 는 상기 거리를 나타내고, S_{speed} 는 상기 대상체 내에서의 음속을 나타내는 초음파 시스템.

청구항 19

제12항에 있어서, 상기 프로세서는,

상기 복수의 제1 시간 구간과 상기 제2 시간 구간에 기초하여 최소 제곱 오차 최소화를 수행하여 최소 오차 값을 획득하고,

상기 최소 오차 값에 연관된 기하학적 정보를 상기 초음파 프로브의 상기 기하학적 정보로 설정하도록 구성되는 초음파 시스템.

청구항 20

제11항 내지 제19항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 프로세서는, 상기 초음파 프로브의 상기 기하학적 정보에 기초하여 빔포밍을 수행하도록 구성되는 초음파 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 개시는 초음파 시스템에 관한 것으로, 특히 초음파 프로브의 기하학적 정보를 결정하는 초음파 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 초음파 시스템은 생체의 내부 조직에 관한 정보를 얻기 위한 의료 분야에서 널리 이용되고 있다. 초음파 시스템은 대상체를 직접 절개하여 관찰하는 외과 수술의 필요 없이, 고주파 음파를 사용하여 대상체의 고해상도 영상을 실시간으로 제공할 수 있다. 초음파 시스템은 무침습 및 비파괴 특성을 가지고 있어, 의료 분야에서 매우 중요하게 사용되고 있다.

[0003] 초음파 시스템은 초음파 신호를 대상체내의 대상체에 송신하고, 수신 집속 기법을 이용하여 대상체로부터 반사되는 초음파 신호를 수신한다. 수신된 초음파 신호에 기초하여, 대상체의 초음파 영상이 형성되어 디스플레이된다.

[0004] 초음파 영상의 화질을 향상시키기 위해, 초음파 시스템은 통상적으로 송신 집속 기술과 수신 집속 기술을 이용하고 있다. 예를 들면, 송신 집속은 초음파 프로브내의 초음파 트랜스듀서의 각 트랜스듀서 엘리먼트가 송신한 초음파 신호를 대상체 내의 소정 지점에 동시에 도달하도록 초음파 신호에 시간 지연을 적용하여 집속시킨다. 한편, 수신 집속 기법은 상이한 거리로부터 수신된 초음파 신호를 이용하여 초음파 영상을 형성하기 위해 초음파 트랜스듀서의 트랜스듀서 엘리먼트에 의해 수신된 초음파 신호에 적절한 시간 지연을 가한다. 이와 같이, 송

신 집속 및 수신 집속 기법은 초음파 영상의 화질을 향상시킨다.

[0005] 특히, 초음파 시스템은 초음파 프로브의 기하학적 정보에 기초하여 각 트랜스듀서 엘리먼트에 도달한 초음파 신호에 수신 집속을 수행하기 위한 지연 시간을 산출하고, 산출된 지연 시간에 기초하여 초음파 신호의 수신 집속을 수행한다. 이러한 기하학적 정보는 초음파 프로브의 제조사에서 제공되는 사전 설정된 정보이다.

[0006] 종래에는 대상체의 피부 및 초음파 프로브에서 발생하는 초음파 신호(음장)의 굴절(refraction)에 따른 오차, 초음파 트랜스듀서의 생산 과정에서 발생할 수 있는 오차 등을 고려하지 않고, 사전 설정된 기하학적 정보에 기초하여 초음파 신호에 대한 수신 집속이 수행되므로, 대상체에 대한 초음파 영상의 해상도를 향상시키는데 한계가 있는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0007] 본 개시는 복수의 집속 깊이 각각에 대해 초음파 신호를 획득하고, 획득된 초음파 신호 및 초음파 프로브의 사전 설정된 기하학적 정보에 기초하여 초음파 프로브의 기하학적 정보를 결정하는 초음파 시스템 및 방법을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0008] 일 실시예에 있어서, 초음파 시스템은 초음파 프로브와 프로세서를 포함한다. 초음파 프로브는 복수의 압전소자를 포함하고, 복수의 집속 깊이에 기초하여 복수의 초음파 신호를 상기 대상체내에 송신하고, 상기 복수의 집속 깊이 각각에 대해 상기 대상체로부터 초음파 에코신호를 수신하도록 구성된다. 프로세서는 상기 초음파 에코신호 각각을 사전 설정된 시간 간격으로 샘플링하여 복수의 초음파 데이터를 획득하고, 상기 복수의 에코신호 각각에 대해 상기 초음파 데이터에서 피크값을 나타내는 제1 시간 구간을 결정한다. 프로세서는 상기 초음파 프로브의 사전 설정된 기하학적 정보에 기초하여, 상기 압전소자와 상기 대상체 내의 관심객체 간의 거리를 초음파 신호가 이동하는데 걸리는 제2 시간 구간을 결정한다. 프로세서는 복수의 제1 시간 구간 및 복수의 제2 시간 구간에 기초하여 상기 초음파 프로브의 상기 기하학적 정보를 결정하고, 상기 결정된 기하학적 정보를 상기 초음파 프로브에 대해 할당한다.

[0009] 다른 실시예에 있어서, 초음파 시스템에서 초음파 프로브의 기하학적 정보를 결정하는 방법은, 복수의 압전소자를 포함하는 상기 초음파 프로브에 의해, 복수의 집속 깊이에 기초하여 복수의 초음파 신호를 상기 대상체내에 송신하는 단계와, 상기 초음파 프로브의 복수의 압전소자 각각에 의해, 상기 복수의 집속 깊이 각각에 대해 상기 대상체로부터 초음파 에코신호를 수신하는 단계와, 상기 초음파 에코신호 각각을 사전 설정된 시간 간격으로 샘플링하여 복수의 초음파 데이터를 획득하는 단계와, 상기 복수의 초음파 에코신호 각각에 대해 상기 초음파 데이터에서 피크값을 나타내는 제1 시간 구간을 결정하는 단계와, 상기 초음파 프로브의 사전 설정된 기하학적 정보에 기초하여, 상기 압전소자와 상기 대상체 내의 관심객체 간의 거리를 초음파 신호가 이동하는데 걸리는 제2 시간 구간을 결정하는 단계와, 복수의 제1 시간 구간 및 복수의 제2 시간 구간에 기초하여 상기 초음파 프로브의 상기 기하학적 정보를 결정하는 단계와, 상기 결정된 기하학적 정보를 상기 초음파 프로브에 대해 할당하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

[0010] 본 개시에 의하면, 수신 집속되지 않은 초음파 신호에 기초하여 초음파 프로브의 기하학적 정보를 결정할 수 있어, 초음파 프로브의 생산 과정에서 발생하는 오차나, 초음파 프로브 및 대상체의 피부에서 발생하는 초음파 신호(음장)의 굴절(refraction)에 따른 오차 등을 보상할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0011] 도 1은 본 개시의 실시예에 따른 초음파 시스템의 구성을 개략적으로 보이는 블록도.
- 도 2는 본 개시의 실시예에 따른 프로세서의 구성을 개략적으로 나타낸 블록도.
- 도 3은 본 개시의 실시예에 따른 초음파 트랜스듀서 및 수신부의 개략도.
- 도 4는 본 개시의 실시예에 따른 기하학적 정보 결정부에 의해 수행되는 방법을 설명하는 흐름도.

도 5는 본 개시의 실시예에 따른 복수의 샘플링 포인트에 대한 샘플링 데이터를 보이는 예시도.

도 6은 본 개시의 실시예에 따른 샘플링 데이터의 최대 크기 및 위치를 보이는 예시도.

도 7은 본 개시의 실시예에 따른 기하학적 정보를 보이는 예시도.

도 8은 본 개시의 실시예에 따른 제2 시간 구간을 결정하는 절차를 보이는 흐름도.

도 9는 본 개시의 실시예에 따른 초음파 트랜스듀서의 2차원 좌표값을 보이는 예시도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0012] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 개시의 실시예를 설명한다. 본 실시예에서 사용되는 용어 "부"는 소프트웨어, 또는 FPGA(field-programmable gate array), ASIC(application specific integrated circuit) 등과 같은 하드웨어의 구성요소를 의미한다. 그러나, "부"는 하드웨어 및 소프트웨어에 한정되는 것은 아니다. "부"는 어드레싱할 수 있는 저장 매체에 있도록 구성될 수도 있고, 하나 또는 그 이상의 프로세서들을 재생시키도록 구성될 수도 있다. 따라서, 일례로서 "부"는 소프트웨어 구성요소들, 객체지향 소프트웨어 구성요소들, 클래스 구성요소들 및 태스크 구성요소들과 같은 구성요소들과, 프로세서, 함수, 속성, 프로시저, 서브루틴, 프로그램 코드의 세그먼트, 드라이버, 펌웨어, 마이크로코드, 회로, 데이터, 데이터베이스, 데이터 구조, 테이블, 어레이 및 변수를 포함한다. 구성요소와 "부" 내에서 제공되는 기능은 더 작은 수의 구성요소 및 "부"로 결합되거나 추가적인 구성요소와 "부"로 더 분리될 수 있다.
- [0013] 도 1은 본 개시의 실시예에 따른 초음파 시스템(100)의 구성을 개략적으로 나타낸 블록도이다. 초음파 시스템(100)은 초음파 프로브(110) 및 프로세서(120)를 포함한다. 초음파 프로브(110)는 전기적 신호를 대상체에 송신하기 위한 초음파 신호로 변환하고, 대상체로부터 반사되는 초음파 신호(즉, 초음파 에코신호)를 수신하면 초음파 에코신호를 전기적 신호로 변환하도록 구성되는 초음파 트랜스듀서(112; 도 3 참조)를 포함한다. 초음파 트랜스듀서(112)는 복수의 트랜스듀서 엘리먼트(112_1 내지 112_N; 도 3 참조)를 포함하고, 복수의 트랜스듀서 엘리먼트는 압전 소자일 수 있다.
- [0014] 도 3에 도시된 바와 같이, 초음파 트랜스듀서(112)의 복수의 트랜스듀서 엘리먼트(112_1 내지 112_N) 각각은 프로세서(120)로부터 제공되는 전기적 신호를 초음파 신호로 변환하고, 초음파 신호를 대상체에 송신한다. 대상체는 관찰 또는 진단하고자 하는 관심객체(예를 들어, 간, 심장, 혈류, 혈관 등)를 포함한다. 또한, 초음파 트랜스듀서(112)의 복수의 트랜스듀서 엘리먼트(112_1 내지 112_N) 각각은 대상체로부터 반사되는 초음파 에코신호를 수신하고, 초음파 에코신호를 전기적 신호(이하, "수신신호"라 함)로 변환한다.
- [0015] 초음파 시스템(100)에 있어서, 프로세서(120)는 초음파 신호의 송수신을 제어한다. 또한, 프로세서(120)는 초음파 프로브(110)로부터 제공되는 수신신호에 기초하여, 초음파 프로브(110)의 기하학적 정보를 결정한다. 기하학적 정보는 초음파 프로브(110)의 기하학적 구성 또는 파라미터일 수 있으며, 초음파 프로브(110)에서 복수의 트랜스듀서 엘리먼트의 곡률 반지름 및 2개의 인접하는 트랜스듀서 엘리먼트 간의 피치 길이 중 적어도 하나를 포함할 수 있다. 또한, 프로세서(120)는 결정된 기하학적 정보에 기초하여, 초음파 프로브(110)로부터 제공되는 수신신호에 수신 집속을 수행하여 수신 집속 신호를 형성하고, 수신 집속 신호에 기초하여 대상체에 대한 하나 이상의 초음파 영상을 형성한다. 초음파 시스템(100)에 있어서, 프로세서(120)는 초음파 프로브(110), 후술하는 저장부(130), 컨트롤 패널(140) 및 디스플레이부(150) 등의 동작을 제어하도록 구성될 수 있다.
- [0016] 도 2는 본 개시의 실시예에 따른 프로세서(120)의 구성을 개략적으로 나타낸 블록도이다. 프로세서(120)는 대상체에 대한 하나 이상의 초음파 영상을 얻기 위한 송신신호를 형성하는 송신부(210)를 포함한다.
- [0017] 일실시예에 있어서, 송신부(210)는 대상체 내의 복수의 집속 깊이 각각에 기초하여 송신신호를 형성한다. 여기서, 집속 깊이는 초음파 프로브(110)로부터 송신되는 초음파 신호가 깊숙 깊이에 집속하도록 대상체 내의 특정 위치에서의 집속점의 깊이일 수 있다.
- [0018] 일실시예에 따르면, 송신부(210)는 제1 집속 깊이에 기초하여 송신신호(이하, "제1 송신신호"라 함)를 형성한다. 또한, 송신부(210)는 제2 집속 깊이에 기초하여 송신신호(이하, "제2 송신신호"라 함)를 형성한다. 또한, 송신부(210)는 제3 집속 깊이에 기초하여 송신신호(이하, "제3 송신신호"라 함)를 형성한다. 이러한 송신신호는 3개의 집속 깊이에 기초하여 형성되지만, 송신신호는 적절한 개수의 집속 깊이에 기초하여 형성될 수 있다.
- [0019] 프로세서(120)는 송수신 스위치(220) 및 수신부(230)를 더 포함한다. 송수신 스위치(220)는 송신부(210) 및 수

신부(230) 간을 스위칭해 주는 듀플렉서(duplexer)의 역할을 하여, 송신부(210) 및 수신부(230)가 서로로부터의 신호 전송에 의해 영향을 받지 않도록 한다. 예를 들면, 송수신 스위치(220)는 초음파 프로브(110)가 초음파 신호의 송신 및 수신을 번갈아 가며 수행할 때, 송신부(210) 또는 수신부(230)를 초음파 프로브(110)(즉, 초음파 트랜스듀서(112))에 적절히 스위칭 또는 전기적으로 연결해 주는 역할을 한다.

- [0020] 수신부(230)는 초음파 프로브(110)로부터 송수신 스위치(220)를 통해 제공되는 수신신호를 증폭하고, 증폭된 수신신호를 디지털 신호로 변환하도록 구성될 수 있다.
- [0021] 예를 들면, 수신부(230)는 초음파 프로브(110), 즉 트랜스듀서 엘리먼트(112_1 내지 112_N)로부터 제공되는 제1 수신신호를 증폭하고, 증폭된 제1 수신신호를 아날로그 디지털 변환하여 디지털 신호(이하, "제1 디지털 신호"라 함)를 형성한다. 유사하게, 수신부(230)는 초음파 프로브(110), 즉 트랜스듀서 엘리먼트(112_1 내지 112_N)로부터 제공되는 제2 수신신호를 증폭하고, 증폭된 제2 수신신호를 아날로그 디지털 변환하여 디지털 신호(이하, "제2 디지털 신호"라 함)를 형성한다. 마찬가지로, 수신부(230)는 초음파 프로브(110), 즉 트랜스듀서 엘리먼트(112_1 내지 112_N)로부터 제공되는 제3 수신신호를 증폭하고, 증폭된 제3 수신신호를 아날로그 디지털 변환하여 디지털 신호(이하, "제3 디지털 신호"라 함)를 형성한다.
- [0022] 도 3은 본 개시의 실시예에 따른 초음파 트랜스듀서(112) 및 수신부(230)의 개략도이다. 도 3에 있어서, 도면부호 $CH_i(1 \leq i \leq N)$ 는 i 번째 채널을 나타낸다. 전술한 바와 같이, 초음파 트랜스듀서(112)는 복수의 트랜스듀서 엘리먼트(112_1 내지 112_N)를 포함한다.
- [0023] 수신부(230)는 신호 증폭부(310) 및 신호 변환부(320)를 포함한다. 신호 증폭부(310)는 초음파 프로브(110)로부터 제공되는 수신신호를 증폭시킨다. 일실시예에 있어서, 신호 증폭부(310)는 복수의 증폭기(310_1 내지 310_N)를 포함하고, 복수의 증폭기(310_1 내지 310_N) 각각은 복수의 트랜스듀서 엘리먼트(112_1 내지 112_N) 각각에 연결된다. 즉, 제 i 증폭기(310_i)는 제 i 트랜스듀서 엘리먼트(112_i)에 연결되어, 트랜스듀서 엘리먼트(112_i)로부터 제공되는 수신신호를 증폭시킨다.
- [0024] 신호 변환부(320)는 신호 증폭부(310)로부터 증폭된 수신신호를 수신하도록 전기적으로 연결되고, 수신신호에 아날로그 디지털 변환을 수행하여 디지털 신호를 형성한다. 일실시예에 있어서, 신호 변환부(320)는 도 3에 도시된 바와 같이 복수의 ADC(analog to digital converter)(320_1 내지 320_N)를 포함한다. 복수의 ADC(320_1 내지 320_N)는 복수의 증폭기(310_1 내지 310_N)의 각각에 연결된다. 즉, 제 i ADC(320_i)는 제 i 증폭기(310_i)에 연결되어, 제 i 증폭기(310_i)로부터 수신되는 증폭된 수신신호에 아날로그 디지털 변환을 수행한다.
- [0025] 다시 도 2를 참조하면, 프로세서(120)는 기하학적 정보 결정부(240)를 더 포함한다. 기하학적 정보 결정부(240)는 수신부(230)로부터 제공되는 디지털 신호에 기초하여, 초음파 프로브(110)의 기하학적 정보를 결정하고, 결정된 기하학적 정보를 초음파 프로브(110)에 할당한다. 기하학적 정보 결정부(240)에 대해서는 이후 도 4를 참조하여 상세하게 설명하기로 한다.
- [0026] 프로세서(120)는 신호 처리부(250)를 더 포함하고, 신호 처리부(250)는 기하학적 정보 결정부(240)로부터 수신되는 기하학적 정보에 기초하여, 수신부(230)로부터 제공되는 디지털 신호를 수신 집중하여 수신 집중 신호를 형성한다. 예를 들면, 신호 처리부(250)는 기하학적 정보 결정부(240)로부터 수신되는 기하학적 정보에 기초하여, 수신부(230)로부터 제공되는 디지털 신호에 빔 포밍을 수행하여 수신 집중 신호를 형성한다.
- [0027] 프로세서(120)는 영상 형성부(260)를 더 포함한다. 영상 형성부(250)는 신호 처리부(240)로부터 제공되는 수신 집중 신호에 주사 변환(scan conversion)을 수행하여 대상체에 대한 하나 이상의 초음파 영상을 형성한다.
- [0028] 다시 도 1을 참조하면, 초음파 시스템(100)은 저장부(130)를 더 포함한다. 저장부는 프로세서(120)에서 형성된 초음파 데이터를 저장한다. 또한, 저장부(130)는 프로세서(120)에서 형성된 하나 이상의 초음파 영상을 저장할 수도 있다.
- [0029] 초음파 시스템(100)은 컨트롤 패널(140)을 더 포함한다. 컨트롤 패널(140)은 사용자로부터 입력 정보를 수신하고, 수신된 입력 정보를 프로세서(120)로 전송한다. 컨트롤 패널(140)은 예를 들어 트랙볼, 키보드, 버튼 등과 같은 입력 디바이스를 포함하는 입력장치(도시하지 않음)를 포함한다. 입력 디바이스는 진단 모드의 선택, 진단 동작의 제어, 진단에 필요한 명령의 입력, 신호 조작, 출력 제어 등의 조작을 실행하며, 따라서 사용자와 초음파 시스템(100) 간의 인터페이스를 가능하게 한다.
- [0030] 초음파 시스템(100)은 디스플레이부(150)를 더 포함한다. 디스플레이부(150)는 프로세서(120)에서 형성된 하나 이상의 초음파 영상을 디스플레이한다. 또한, 디스플레이부(150)는 초음파 영상 또는 초음파 시스템(100)에 관

한 임의의 적절한 정보를 디스플레이할 수도 있다.

- [0031] 도 4는 본 개시의 실시예에 따른 기하학적 정보 결정부(240)에 의해 수행되는 방법을 설명하는 흐름도이다. 기하학적 정보 결정부(240)는 복수의 집속 깊이 각각에 대해, 트랜스듀서 엘리먼트(112_1 내지 112_N)에 의해 획득된 초음파 에코신호에 해당하는 디지털 신호, 즉 복수의 채널(CH₁ 내지 CH_N)에 해당하는 디지털 신호를 획득한다(S402).
- [0032] 기하학적 정보 결정부(240)는 복수의 집속 깊이 각각에 대해, 복수의 채널(CH₁ 내지 CH_N) 각각에 해당하는 디지털 신호를 샘플링하여, 복수의 채널(CH₁ 내지 CH_N) 각각에 대해 복수의 초음파 데이터(이하, "샘플링 데이터"라 함)를 획득한다(S404).
- [0033] 일실시예에 있어서, 기하학적 정보 결정부(240)는 사전 설정된 샘플링 레이트(sampling rate)에 기초하여, 도 5에 도시된 바와 같이 복수의 샘플링 포인트 각각에 해당하는 샘플링 데이터를 획득한다. 예를 들면, 샘플링 레이트는 40MHz, 즉 $2.5e^{-2} \mu s$ 의 샘플링 주기일 수 있으며, 샘플링 포인트의 개수는 1024개일 수 있지만 반드시 이에 한정되는 것은 아니다. 기하학적 정보 결정부(240)는 복수의 채널(CH₁ 내지 CH_N) 각각에 해당하는 디지털 신호를 $2.5e^{-2} \mu s$ 마다 샘플링하여, 1024개의 샘플링 포인트 각각에 해당하는 샘플링 데이터를 획득한다. 도 5에 있어서, 가로축은 샘플링 포인트를 나타내고, 세로축은 신호의 크기(세기(intensity))를 나타낸다.
- [0034] 예를 들면, 기하학적 정보 결정부(240)는 사전 설정된 샘플링 레이트에 기초하여, 제1 집속 깊이에서의 채널(CH₁ 내지 CH_N) 각각에 대한 제1 디지털 신호를 샘플링하여, 제1 집속 깊이에서의 채널(CH₁ 내지 CH_N) 각각에 대해 샘플링 포인트 각각에 해당하는 샘플링 데이터(이하, "제1 샘플링 데이터"라 함)를 획득한다.
- [0035] 또한, 기하학적 정보 결정부(240)는 사전 설정된 샘플링 레이트에 기초하여, 제2 집속 깊이에서의 채널(CH₁ 내지 CH_N) 각각에 대한 제2 디지털 신호를 샘플링하여, 제2 집속 깊이에서의 채널(CH₁ 내지 CH_N) 각각에 대해 샘플링 포인트 각각에 해당하는 샘플링 데이터(이하, "제2 샘플링 데이터"라 함)를 획득한다.
- [0036] 또한, 기하학적 정보 결정부(240)는 사전 설정된 샘플링 레이트에 기초하여, 제3 집속 깊이에서의 복수의 채널(CH₁ 내지 CH_N) 각각에 대한 제3 디지털 신호를 샘플링하여, 제3 집속 깊이에서의 각 채널(CH₁ 내지 CH_N)에 대해 복수의 샘플링 포인트 각각에 해당하는 샘플링 데이터(이하, "제3 샘플링 데이터"라 함)를 획득한다.
- [0037] 기하학적 정보 결정부(240)는 샘플링 데이터에 기초하여 피크 값을 나타내는 샘플링 데이터를 검출한다(S406). 즉, 기하학적 정보 결정부(240)는 집속 깊이 각각에서의 각 채널(CH₁ 내지 CH_N)과 연관된 복수의 샘플링 데이터에서 피크 값의 샘플링 데이터(즉, 최대 크기를 갖는 샘플링 데이터)를 검출한다.
- [0038] 일실시예에 있어서, 기하학적 정보 결정부(240)는 집속 깊이 각각에서의 각 채널(CH₁ 내지 CH_N)에 대해, 복수의 샘플링 데이터에 힐버트 변환(Hilbert transform) 또는 사분면 복조 방식(quadrant demodulation)을 적용하여, 도 6에 도시된 바와 같이 복수의 샘플링 데이터 각각에 대한 크기들인 엔벨로프(envelope)를 검출한다. 기하학적 정보 결정부(240)는 검출된 크기에 기초하여 피크 값(즉, 최대 크기)의 샘플링 데이터를 검출한다. 도 6에 있어서, 피크 값의 샘플링 데이터는 677번째의 샘플링 포인트에 해당하는 샘플링 데이터이며, 그 크기는 158.14이다.
- [0039] 3개의 집속 깊이의 경우에 있어서, 예를 들면, 기하학적 정보 결정부(240)는 제1 집속 깊이에서의 각 채널(CH₁ 내지 CH_N)에 대해, 복수의 제1 샘플링 데이터에 힐버트 변환 또는 사분면 복조 방식을 적용하여 복수의 제1 샘플링 데이터의 크기를 검출하고, 검출된 크기에 기초하여 피크 값의 제1 샘플링 데이터를 검출한다. 또한, 기하학적 정보 결정부(240)는 제2 집속 깊이에서의 각 채널(CH₁ 내지 CH_N)에 대해, 복수의 제2 샘플링 데이터에 힐버트 변환 또는 사분면 복조 방식을 적용하여 복수의 제2 샘플링 데이터의 크기를 검출하고, 검출된 크기에 기초하여 피크 값의 제2 샘플링 데이터를 검출한다. 또한, 기하학적 정보 결정부(240)는 제3 집속 깊이에서의 각 채널(CH₁ 내지 CH_N)에 대해, 복수의 제3 샘플링 데이터에 힐버트 변환 또는 사분면 복조 방식을 적용하여 복수의 제3 샘플링 데이터의 크기를 검출하고, 검출된 크기에 기초하여 피크 값의 제3 샘플링 데이터를 검출한다.
- [0040] 기하학적 정보 결정부(240)는 피크 값의 샘플링 데이터에 기초하여, 복수의 집속 깊이 각각에서의 각 채널(CH₁ 내지 CH_N)에 대해 피크 값을 나타내는 제1 시간 구간을 결정한다(S408). 일실시예에 있어서, 제1 시간 구간은

도 5에 도시된 바와 같이 디지털 신호를 샘플링하기 시작하는 시작 시간에서부터 피크 값의 샘플링 데이터를 획득할 때까지 소요되는 시간을 나타내는 수신 전파 시간일 수 있다.

[0041] 예를 들면, 기하학적 정보 결정부(240)는 아래의 수학적식에 따라 복수의 집속 깊이 각각에서의 각 채널(CH₁ 내지 CH_N)에 대한 제1 시간 구간(즉, 수신 전파 시간)을 산출할 수 있다.

수학적식 1

$$T_{FTP}(i) = T_{SI} \times P_{MAX}(i)$$

[0042]

[0043] 수학적식 1에 있어서, T_{FTP}(i)은 제i 채널에 대한 제1 시간 구간을 나타내고, T_{SI}은 샘플링 주기를 나타내며, P_{MAX}(i)은 제i 채널에서 샘플링 데이터가 피크 값에 도달할 때의 샘플링의 수, 즉 제i 채널에서 피크 값의 샘플링 데이터에 해당하는 샘플링 포인트의 위치를 나타낸다.

[0044] 수학적식 1에 따르면, 샘플링 주기(T_{SI})가 2.5e⁻²μs이고, 제i 채널에 대한 피크값(즉, 최대 크기)의 샘플링 데이터가 677번째 샘플링 포인트(즉, P_{MAX}=677)에 해당하는 샘플링 데이터인 경우, 제i 채널에 대한 제1 시간 구간(즉, 수신 전파 시간)은 16.925μs(16.925μs = 2.5e⁻²μs × 677)이다.

[0045] 다시 도 4를 참조하면, 기하학적 정보 결정부(240)는 복수의 집속 깊이 각각에서의 각 채널(CH₁ 내지 CH_N)에 대한 제1 시간 구간에 기초하여, 대상체 내의 관심 영역의 깊이를 결정한다(S410).

[0046] 일실시예에 있어서, 기하학적 정보 결정부(240)는 복수의 채널에 대한 복수의 제1 시간 구간을 비교하여 최소의 제1 시간 구간을 검출한다. 기하학적 정보 결정부(240)는 최소의 제1 시간 구간과 사전 설정된 음속에 기초하여 대상체 내의 관심객체의 깊이를 결정하며, 음속은 대상체 내에서의 음속일 수 있다.

[0047] 예를 들면, 대상체 내의 관심객체의 깊이는 아래의 수학적식에 따라 산출될 수 있다.

수학적식 2

$$D_{target} = \frac{\min(T_{FTP})}{S_{speed}}$$

[0048]

[0049] 수학적식 2에 있어서, D_{target}은 대상체내의 관심객체의 깊이를 나타내고, min(T_{FTP})는 최소의 제1 시간 구간을 나타내고, S_{speed}는 대상체 내에서의 음속(예를 들어, 1540m/s)을 나타낸다.

[0050] 기하학적 정보 결정부(240)는 초음파 프로브(110)의 사전 설정된 기하학적 정보에 기초하여, 각 트랜스듀서 엘리먼트(112_1 내지 112_N)와 대상체내의 관심객체 간의 거리를 초음파 신호가 이동하는데 걸리는 제2 시간 구간을 결정한다(S412).

[0051] 일실시예에 있어서, 기하학적 정보 결정부(240)는 초음파 프로브(110)의 사전 설정된 기하학적 정보 및 대상체 내의 관심객체의 깊이에 기초하여, 각 트랜스듀서 엘리먼트(112_1 내지 112_N)와 대상체내의 관심객체 간의 거리를 초음파 신호가 이동하는데 걸리는 제2 시간 구간을 결정한다.

[0052] 기하학적 정보 및 사전 설정된 기하학적 정보는 초음파 트랜스듀서(112)의 곡률 반지름 및 초음파 트랜스듀서(112)의 트랜스듀서 엘리먼트(또는 압전소자) 간의 피치 거리 중 적어도 하나를 포함하지만, 반드시 이에 한정되지 않는다. 일반적으로, 초음파 프로브(110)가 컨벡스 프로브(convex probe)인 경우, 도 7에 도시된 바와 같이 압전소자(PZT)(710)를 다이싱(dicing)함으로써, 복수의 트랜스듀서 엘리먼트를 형성할 수 있다. 또한, 다이싱된 압전 소자(710)를 원형의 지그(jig)(720) 위에서 성형하거나 굽힘으로써, 각 압전소자(710)가 곡선 형태로 제조될 수 있다. 따라서, 압전 소자(710)는 곡선 형태 또는 동심원으로 형성될 수 있다. 이러한 구성에 있어서, 동심원의 중심과 각 압전소자(710) 간의 거리가 곡률 반지름으로서 정의되고, 인접하는 압전소자(710)

간의 거리를 피치 길이로서 정의한다.

[0053] 도 8은 본 개시의 실시예에 따라 제2 시간 구간을 결정하는 방법을 나타낸 흐름도이다. 도 8을 참조하면, 기하학적 정보 결정부(240)는 사전 설정된 기하학적 정보에 기초하여, 트랜스듀서 엘리먼트(112_1 내지 112_N)의 2차원 좌표값을 결정한다(S802).

[0054] 일실시예에 있어서, 기하학적 정보 결정부(240)는 도 9에 도시된 바와 같이, 초음파 트랜스듀서(112)의 곡률 반지름을 기준으로, 초음파 트랜스듀서(112)가 이루는 동심원의 중심을 설정한다. 기하학적 정보 결정부(240)는 동심원의 중심을 기준으로 트랜스듀서 엘리먼트(112_1 내지 112_N)의 2차원 좌표값을 결정한다.

[0055] 예를 들면, 트랜스듀서 엘리먼트(112_1 내지 112_N)의 2차원 좌표값은 아래의 수학적식에 따라 결정될 수 있다.

수학적식 3

$$x(i) = L_{ROC} \times \sin\left(\left(-\frac{N}{2} + i\right) \times \frac{L_{PT}}{2\pi} \times L_{ROC}\right)$$

$$y(i) = L_{ROC} \times \cos\left(\left(-\frac{N}{2} + i\right) \times \frac{L_{PT}}{2\pi} \times L_{ROC}\right)$$

[0056]

[0057] 수학적식 3에 있어서, x(i)는 제i 트랜스듀서 엘리먼트의 X축 좌표값을 나타내고, y(i)는 제i 트랜스듀서 엘리먼트의 Y축 좌표값을 나타내고, N은 양의 정수를 나타내고, L_{ROC}는 곡률 반지름을 나타내고, L_{PT}는 피치 길이를 나타낸다.

[0058] 다시 도 8을 참조하면, 기하학적 정보 결정부(240)는 트랜스듀서 엘리먼트(112_1 내지 112_N)의 2차원 좌표값에 기초하여, 각 트랜스듀서 엘리먼트(112_1 내지 112_N)와 대상체 내의 관심객체 간의 거리를 결정한다(S804).

[0059] 예를 들면, 각 트랜스듀서 엘리먼트(112_1 내지 112_N)와 대상체 내의 관심객체 간의 거리는 아래의 수학적식에 따라 결정될 수 있다.

수학적식 4

$$L_{ele}(i) = \left(x(i)^2 + ((D_{target} + L_{ROC}) - y(i))^2\right)^{0.5}$$

[0060]

[0061] 수학적식 4에 있어서, L_{ele}(i)는 제i 트랜스듀서 엘리먼트와 대상체 내의 관심객체 간의 거리를 나타내고, x(i)는 제i 트랜스듀서 엘리먼트의 X축 좌표값을 나타내며, D_{target}은 대상체내의 관심객체의 깊이를 나타내고, L_{ROC}는 곡률 반지름을 나타내며, y(i)는 제i 트랜스듀서 엘리먼트의 Y축 좌표값을 나타낸다.

[0062] 기하학적 정보 결정부(240)는 트랜스듀서 엘리먼트(112_1 내지 112_N)와 대상체 내의 관심객체 간의 거리에 기초하여, 각 트랜스듀서 엘리먼트(112_1 내지 112_N)에 대한 제2 시간 구간을 결정한다(S806).

[0063] 예를 들면, 각 트랜스듀서 엘리먼트(112_1 내지 112_N)에 대한 제2 시간 구간은 아래의 수학적식에 따라 결정될 수 있다.

수학적식 5

$$T_{STP}(i) = \frac{L_{ele}(i)}{S_{speed}}$$

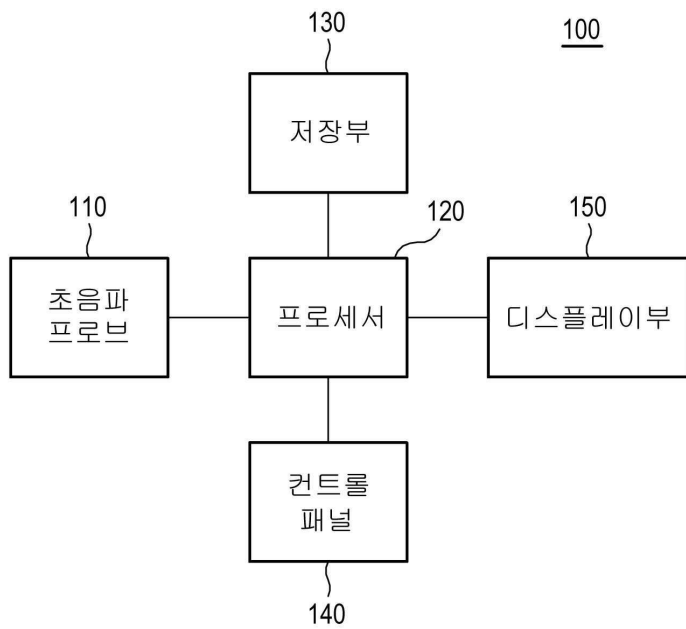
[0064]

[0065] 수학적식 5에 있어서, T_{STP}(i)는 제i 트랜스듀서 엘리먼트에 대한 제2 시간 구간을 나타내고, L_{ele}(i)는 제i 트랜스듀서 엘리먼트와 대상체 내의 관심객체 간의 거리를 나타내며, S_{speed}는 대상체 내에서의 음속(예를 들어, 1540m/s)을 나타낸다.

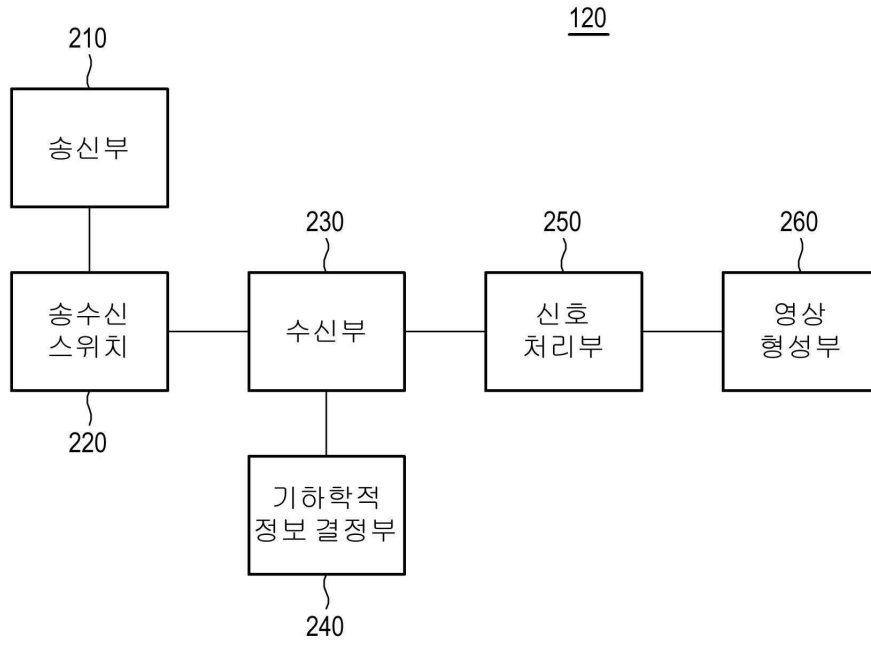
- 140: 컨트롤 패널
- 150: 디스플레이부
- 210: 송신부
- 220: 송수신 스위치
- 230: 수신부
- 240: 기하학적 정보 결정부
- 250: 신호 처리부
- 260: 영상 형성부
- 310: 신호 증폭부
- 310_1 내지 310_N: 증폭기
- 320: 신호 변환부
- 320_1 내지 320_N: ADC
- 710: 압전소자
- 720: 지그
- CH₁ 내지 CH_N: 채널

도면

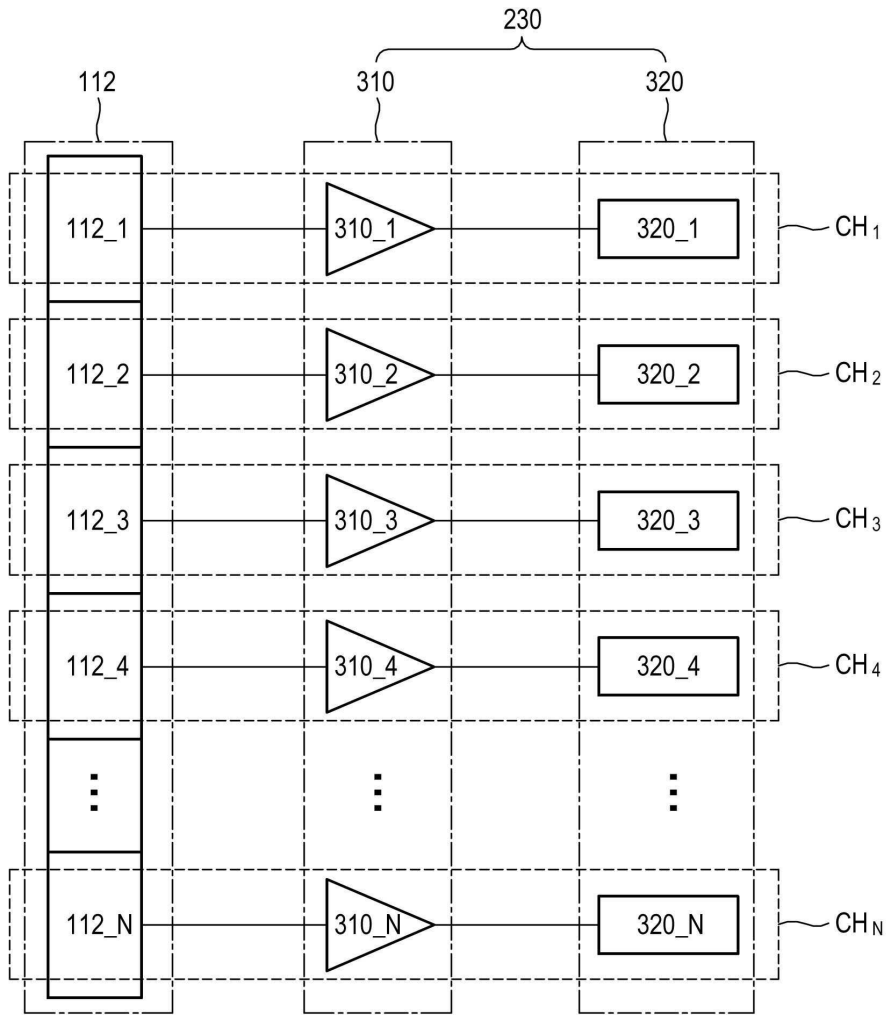
도면1



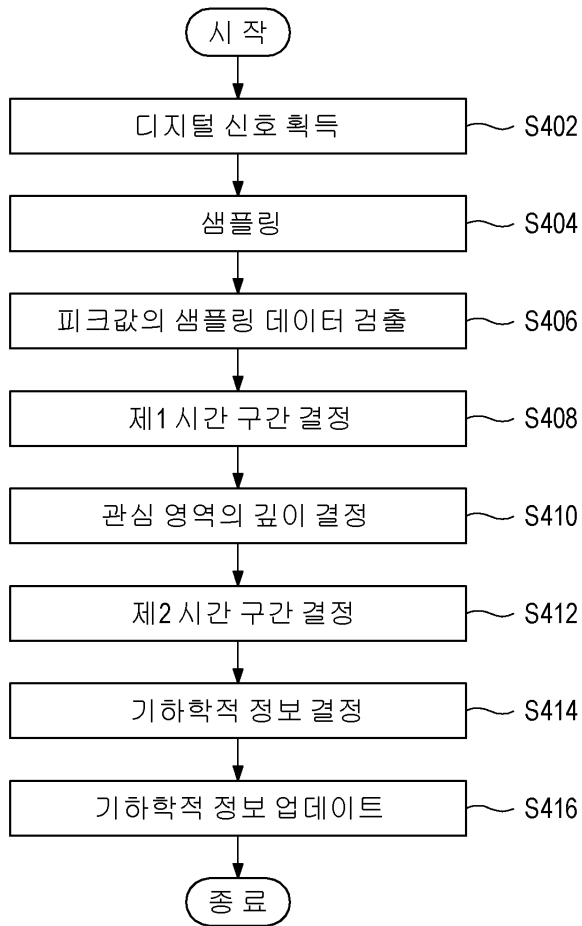
도면2



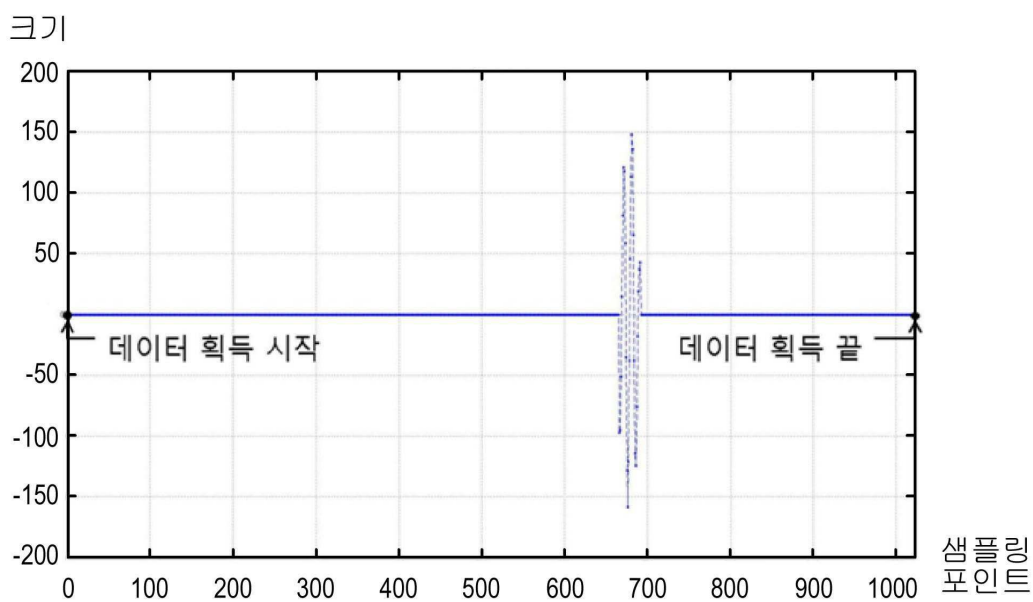
도면3



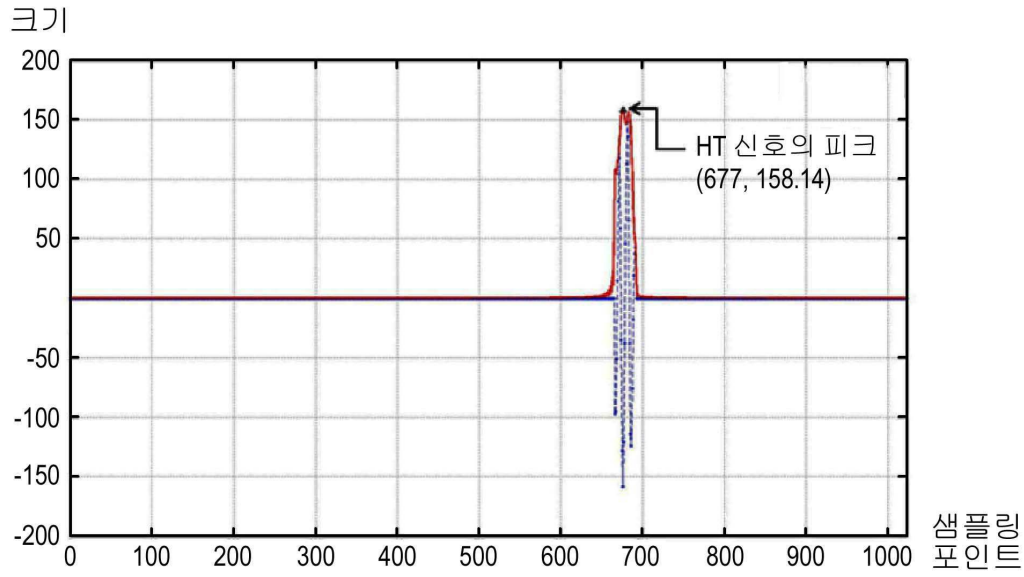
도면4



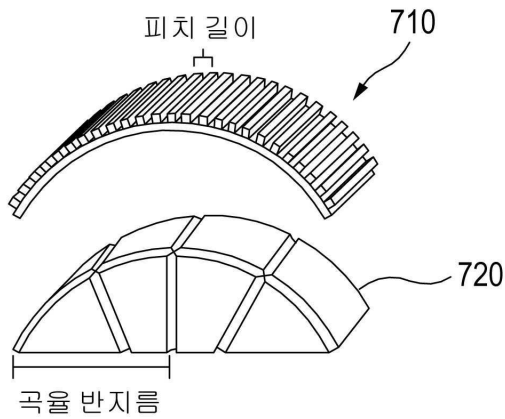
도면5



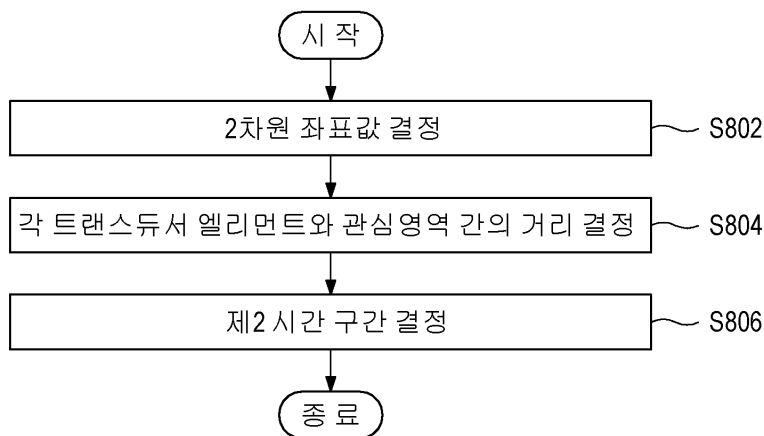
도면6



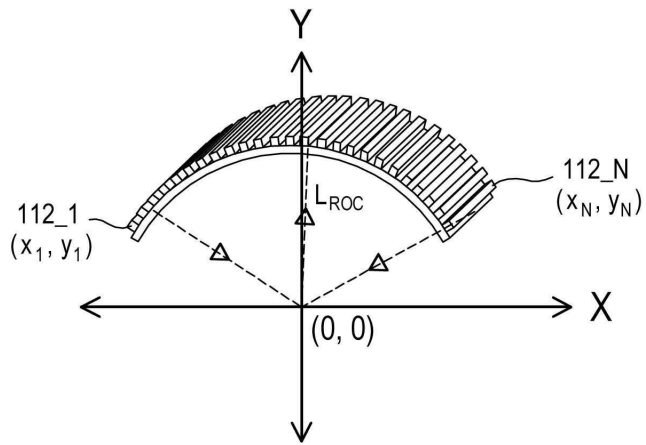
도면7



도면8



도면9



专利名称(译)	用于确定超声探头的几何信息的超声系统和方法		
公开(公告)号	KR102025966B1	公开(公告)日	2019-09-26
申请号	KR1020150124771	申请日	2015-09-03
[标]申请(专利权)人(译)	美国西门子医疗解决公司		
申请(专利权)人(译)	Yueseueyi西门子医疗解决方案公司		
当前申请(专利权)人(译)	Yueseueyi西门子医疗解决方案公司		
[标]发明人	장웅		
发明人	장웅		
IPC分类号	A61B8/00 A61B8/14		
CPC分类号	A61B8/4245 A61B8/14 A61B8/4444 A61B8/54		
代理人(译)	Yangyoungjun Baekmangi		
审查员(译)	Yijaegyun		
其他公开文献	KR1020170028022A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

公开了一种用于确定超声探头的几何信息的超声系统和方法。超声系统包括超声探头和处理器。超声探头包括多个压电元件，所述多个压电元件可操作以将多个超声信号发送到对象并从对象接收超声回波信号。处理器以预定时间间隔对超声回波信号进行采样以获得多个超声数据，并基于超声探头的预定几何信息，确定表示超声回波信号的超声数据中的峰值的第一时间间隔。因此，确定超声信号在多个压电元件中的每个与对象中的感兴趣对象之间移动距离的第二时间间隔，并且超声探头的几何形状基于多个第一时间间隔和多个第二时间间隔。操作以确定信息。

