

# (19) 대한민국특허청(KR)

## (12) 공개특허공보(A)

(51) 。 Int. Cl. <sup>7</sup>  
A61B 8/13

(11) 공개번호 특2001 - 0111348  
(43) 공개일자 2001년12월17일

(21) 출원번호 10 - 2000 - 0031929  
(22) 출원일자 2000년06월10일

(71) 출원인 주식회사 메디슨  
이민화  
강원 홍천군 남면 양덕원리 114

(72) 발명자 김상현  
서울특별시강남구대치동997 - 4메디슨벤처타워(주)메디슨연구소  
고석빈  
서울특별시강남구대치동997 - 4메디슨벤처타워(주)메디슨연구소

(74) 대리인 주성민  
장수길

심사청구 : 있음

(54) 스티어링이 가능한 프로브를 사용한 3차원 초음파 영상시스템 및 영상 형성 방법

### 요약

본 발명은 진단 영역내의 목표물에 대한 3차원 영상을 형성하기 위한 방법을 제공한다. 본 발명에 따른 3차원 영상 형성 방법은 초음파 신호를 진단 영역내로 송신하고 목표물에서 반사된 신호를 수신하기 위한 프로브를 진단 영역을 가로질러 이동하면서 다수의 영상 프레임 쌍—상기 다수의 영상 프레임 쌍 각각은 하나의 주 프레임과 상기 주 프레임과 소정의 각도를 이루면서 기울어진 보조 프레임을 포함함—을 발생시키는 단계와, 상기 다수의 영상 프레임 쌍 중의 소정의 영상 프레임 쌍에 포함된 주 프레임 및 보조 프레임으로부터 상기 주 프레임과 평행한 가상 프레임을 발생시키는 단계와, 상기 주 프레임과 상기 가상 프레임 간의 상관 계수를 계산하는 단계와, 상기 주 프레임 및 상기 주 프레임에 인접한 다음 주 프레임 간의 상관 계수를 계산하는 단계와, 상기 주 프레임과 상기 가상 프레임 간의 거리, 상기 주 프레임과 상기 가상 프레임 간의 상관 계수, 및 상기 주 프레임과 상기 다음 주 프레임 간의 상관 계수를 이용하여 상기 주 프레임과 상기 다음 주 프레임간의 거리를 추정하는 단계와, 가상 프레임을 발생시키는 상기 단계와, 주 프레임과 가상 프레임 간의 상관 계수를 계산하는 상기 단계와, 인접한 주 프레임 간의 상관 계수를 계산하는 상기 단계와, 인접한 주 프레임 간의 거리를 추정하는 상기 단계를 상기 다수의 영상 프레임 쌍 각각에 대하여 반복하는 단계와, 상기 다수의 영상 프레임 쌍의 주 프레임 간의 추정된 거리를 사용하여 3차원 영상을 형성하는 단계를 포함한다.

### 대표도

도 7

## 색인어

3차원 영상 시스템, 초음파 신호, 가상 프레임, 1.5D 프로브, 상관 계수

## 명세서

### 도면의 간단한 설명

도 1은 3차원 영상 시스템의 원리를 설명하기 위한 도면.

도 2는 프레임간의 거리에 대한 프레임간의 반점 상관도를 도시한 그래프의 일례.

도 3은 반점 잡음을 표시하는 영역을 추출하기 위하여 여러 개의 서브 블록으로 나눈 영상 프레임의 예를 도시하는 도면.

도 4는 1.5D 프로브를 사용하여 영상 프레임 쌍을 발생시키는 과정을 설명하기 위한 도면.

도 5는 초음파 신호를 집속하기 위하여 1.5D 프로브를 구성하는 다수의 1D 프로브 각각에 가하는 시간 지연을 설명하기 위한 도면.

도 6은, 본 발명의 하나의 실시예에 따른, 1.5D 프로브를 z축 방향으로 이동하면서 얻게 되는 2차원 영상 프레임 쌍의 예를 도시하는 도면.

도 7은, 본 발명의 하나의 실시예에 따른, 3차원 영상 형성 방법을 설명하기 위한 흐름도.

< 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 >

410 : 1.5D 프로브

420 : 제1빔 형성부

430 : 제2빔 형성부

## 발명의 상세한 설명

### 발명의 목적

#### 발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 목표물의 다수의 2차원 영상을 구하고 이로부터 3차원 영상을 발생시키기 위한 3차원 초음파 영상 시스템 및 영상 형성 방법에 관한 것으로서, 보다 더 상세히 설명하자면, 1.5-D 프로브와 같은 스티어링이 가능한 프로브를 사용하여 다수의 2차원 영상간의 거리를 용이하게 추정할 수 있는 3차원 초음파 영상 시스템 및 영상 형성 방법에 관한 것이다.

초음파 영상 시스템은 진단하고자 하는 목표물을 향하여 초음파 신호를 송신하고 반사된 초음파 신호로부터 목표물의 영상을 얻어내어 이를 표시장치에 표시하는 장치로서 의료 및 진단 분야에서 널리 사용되고 있다. 초음파 영상 시스템은 일반적으로 복수개의 초음파 배열 변환자(array transducer), 또는 프로브(probe)를 사용하여 초음파를 발생시키고, 반사된 초음파를 초음파 배열 변환자의 각각의 변환자를 사용하여 수신한다. 수신된 초음파 신호는 공지된 방법을

통하여 처리되어, 목표물의 영상을 나타내는 신호로서 표시장치에 표시된다.

2차원 초음파 영상 시스템은 단일 스캔 평면상에서 초음파를 송신하고 수신함으로써, 진단 영역의 2차원 영상을 발생시킨다. 이러한 2차원 초음파 영상 시스템은 진단 영역내의 목표물의 단면만을 표시하므로 사용자는 단면의 영상 이외에는 목표물의 구조에 대한 정보를 얻을 수가 없다.

한편, 목표물에 대한 3차원 초음파 영상을 얻기 위해서는 프로브를 이동시키면서 2차원 초음파 영상을 연속적으로 획득하는 방법이 많이 사용된다. 도 1은 3차원 영상 시스템의 원리를 설명하기 위한 도면이다. 도 1에서, 참조 번호 101로 표시된 바와 같이, 직교 좌표계의 x축은 진단 깊이를 표시하고, y축은 m개의 초음파 변환자( $108_1$  내지  $108_m$ )의 배열 방향을 표시하고, z축은 3차원 초음파 영상을 생성하기 위한 프로브 또는 초음파 배열 변환자(108)의 진행방향을 표시한다. 소정의 위치에서, 참조 번호 109로 표시된 바와 같이, 프로브(108)가 x-y 평면과 평행한 평면 상에서 초음파 신호를 송신하고 반사된 초음파 신호를 수신하여 처리함으로써, 목표물에 대한 영상 프레임( $110_1$ )을 발생시킬 수 있다. 프로브(108)를 z축 방향으로 이동하면서 전술한 동작을 반복함으로써, 목표물에 대한 다수의 2차원 영상 프레임( $110_1$  내지  $110_3$ )을 발생시킬 수 있다. 프로브(108)를 z축 방향으로 이동하면서 발생한 다수의 2차원 영상 프레임을 합성하여, 목표물에 대한 3차원 영상을 획득한다.

이와 같은 방법으로 3차원 영상을 얻기 위해서는, 발생시킨 다수의 2차원 영상 프레임 간의 거리에 관한 정확한 정보가 필요하다. 프로브가 z축 방향으로 정속으로 이동하고, 2차원 영상 프레임이 발생되는 정확한 시간 간격을 알고 있다면, 2차원 영상 프레임 간의 거리는 쉽게 알 수 있다. 그러나, 예를 들어서, 사용자가 수동으로 프로브를 움직이는 경우에는, 프로브는 정속으로 이동하지 않는다. 따라서, 2차원 영상 프레임이 발생되는 정확한 시간 간격을 알고 있다 하더라도, 발생한 2차원 영상 프레임 간의 정확한 거리를 쉽게 알아낼 수는 없다.

2차원 영상 프레임 간의 거리를 추정하는 공지된 방법으로는 2차원 영상내의 '반점 잡음(speckle noise)'을 이용하는 방법이 있다. 반점 잡음이란 진단 영역내에서 초음파 신호의 파장보다 작은 물체가 신호를 분산시키거나, 반사시키거나, 신호와 간섭함으로써, 화면상에서 반점으로 표시되는 잡음이다. 2개의 영상 프레임이 서로 인접할수록, 2개의 영상 프레임의 반점의 특성은 유사하다. 따라서, 2개의 영상 프레임 간의 반점 상관도(speckle correlation)를 계산하여, 2개의 프레임 간의 거리를 추정할 수 있다.

반점 잡음을 이용한 공지된 방법에서는 반점 잡음에 대한 특성을 잘 알고 있는 물질로 하나의 실험용 팬텀을 만들고, 모터등을 이용하여 프로브를 미리 선정한 거리만큼 정밀하게 이동시키면서 다양한 위치에서 2차원 영상 프레임을 발생시킨다. 발생시킨 프레임 간의 거리는 알고 있으므로, 프레임 간의 반점 상관도를 계산하여, 프레임 간의 거리와 반점 상관도와의 관계를 구한다. 도 2는 전술한 방법에 의하여 계산된 프레임간의 거리에 대한 프레임간의 반점 상관도를 도시한 그래프의 일례이다.

프레임 간의 거리와 반점 상관도와의 관계를 얻은 후에 실제 목표물에 대하여, 도 1에 도시된 바와 같이, 다수의 2차원 영상 프레임을 발생시킨다. 발생한 2차원 영상 프레임 간의 반점 상관도를 계산하고, 도 2의 관계를 이용하여 프레임 간의 거리를 추정한다. 각각의 프레임 사이의 추정된 거리를 이용하여 다수의 2차원 영상 프레임을 결합함으로써, 3차원 영상을 발생시킨다.

2차원 영상 프레임들은 반점 잡음만으로 구성되지는 않으며, 예를 들어서, 인체 장기의 윤곽을 표시하는 영역과, 반점 잡음을 표시하는 영역이 있을 것이다. 따라서, 공지된 방법에서 반점 잡음을 이용하여 영상 프레임 간의 거리를 추정하기 위해서는, 먼저 반점 잡음을 표시하는 영역을 추출하여야 한다. 도 3은 반점 잡음을 표시하는 영역을 추출하기 위하

여 여러 개의 서브 블록으로 나눈 영상 프레임의 예를 도시하는 도면으로서 검은 색으로 표시되어 있는 부분이 반점을 표시하는 서브 블록이다.  $i$ 번째 프레임과  $(i+1)$ 번째 프레임 상에서 반점을 표시하는 서브 블록만을 사용하여 상관도를 계산하여,  $i$ 번째 프레임과  $(i+1)$ 번째 프레임간의 거리를 추정한다.

전술한 방법은 특정 실험용 팬텀을 사용하여 프레임간의 반점 상관도와 프레임간의 거리사이의 관계를 계산하고, 이 관계를 이용하여 실제 목표물에 대한 영상 프레임 간의 거리를 추정한다. 따라서, 실험용 팬텀과 특성이 다른 목표물을 진단하는 경우에 추정된 거리에 오차가 있을 수 있다. 또한, 2차원 프레임에서 반점을 표시하는 영역만을 추출하기가 어려울 뿐만 아니라, 추출에 많은 시간을 필요로 한다.

### 발명이 이루고자 하는 기술적 과제

따라서, 본 발명의 목적은 프로브를 이동하면서 획득한 다수의 2차원 영상 프레임간의 거리를 간단하고 정확하게 추정할 수 있는 방법을 제공하는 것이다.

본 발명의 또 다른 목적은 프로브를 이동하면서 획득한 다수의 2차원 영상 프레임간의 거리를 간단하고 정확하게 추정함으로써, 목표물의 정확한 3차원 영상을 발생시킬 수 있는 영상 시스템 및 방법을 제공하는 것이다.

### 발명의 구성 및 작용

본 발명은 초음파 신호를 송신하고 수신하기 위한 프로브를 이동하면서 획득한 2개의 영상 프레임 간의 거리를 추정하기 위한 방법을 제공한다. 본 발명에 따른 거리 추정 방법은 상기 프로브를 이동하면서 제1 주 프레임, 상기 제1 주 프레임과 평행한 제2 주 프레임 및 상기 제1 주 프레임과 소정의 각도를 이루면서 상기 제2 주 프레임 방향으로 기울어진 보조 프레임을 발생시키는 단계와, 상기 제1 주 프레임과 평행한 가상 프레임을 상기 제1 주 프레임 및 보조 프레임으로부터 발생시키는 단계와, 상기 제1 주 프레임과 상기 가상 프레임 간의 상관 계수를 계산하는 단계와, 상기 제1 및 제2 주 프레임 간의 상관 계수를 계산하는 단계와, 상기 제1 주 프레임과 상기 가상 프레임 간의 거리, 상기 제1 주 프레임과 상기 가상 프레임 간의 상관 계수, 및 상기 제1 및 제2 주 프레임 간의 상관 계수를 이용하여 상기 제1 및 제2 주 프레임 간의 거리를 추정하는 단계를 포함한다.

본 발명은 또한 진단 영역내의 목표물에 대한 3차원 영상을 형성하기 위한 방법을 제공한다. 본 발명에 따른 3차원 영상 형성 방법은 초음파 신호를 진단 영역내로 송신하고 목표물에서 반사된 신호를 수신하기 위한 프로브를 진단 영역을 가로질러 이동하면서 다수의 영상 프레임 쌍—상기 다수의 영상 프레임 쌍 각각은 하나의 주 프레임과 상기 주 프레임과 소정의 각도를 이루면서 기울어진 보조 프레임을 포함함—을 발생시키는 단계와, 상기 다수의 영상 프레임 쌍 중의 소정의 영상 프레임 쌍에 포함된 주 프레임 및 보조 프레임으로부터 상기 주 프레임과 평행한 가상 프레임을 발생시키는 단계와, 상기 주 프레임과 상기 가상 프레임 간의 상관 계수를 계산하는 단계와, 상기 주 프레임 및 상기 주 프레임에 인접한 다음 주 프레임 간의 상관 계수를 계산하는 단계와, 상기 주 프레임과 상기 가상 프레임 간의 거리, 상기 주 프레임과 상기 가상 프레임 간의 상관 계수, 및 상기 주 프레임과 상기 다음 주 프레임 간의 상관 계수를 이용하여 상기 주 프레임과 상기 다음 주 프레임간의 거리를 추정하는 단계와, 가상 프레임을 발생시키는 상기 단계와, 주 프레임과 가상 프레임 간의 상관 계수를 계산하는 상기 단계와, 인접한 주 프레임 간의 상관 계수를 계산하는 상기 단계와, 인접한 주 프레임 간의 거리를 추정하는 상기 단계를 상기 다수의 영상 프레임 쌍 각각에 대하여 반복하는 단계와, 상기 다수의 영상 프레임 쌍의 주 프레임 간의 추정된 거리를 사용하여 3차원 영상을 형성하는 단계를 포함한다.

본 발명은 또한 진단 영역내의 목표물에 대한 3차원 영상을 형성하기 위한 3차원 영상 시스템을 제공한다. 본 발명에 따른 3차원 영상 시스템은 초음파 신호를 진단 영역내로 송신하고 목표물에서 반사된 신호를 수신하면서 진단 영역을 가로질러 이동함으로써 다수의 영상 프레임 쌍—상기 다수의 영상 프레임 쌍 각각은 하나의 주 프레임과 주 프레임과

소정의 각도를 이루면서 기울어진 보조 프레임을 포함함—을 발생시키기 위한 초음파 프로브, 상기 다수의 영상 프레임 쌍의 주 프레임 간의 거리를 생성하기 위한 거리 생성 수단, 및 상기 다수의 영상 프레임 쌍의 주 프레임 간의 거리를 이용하여 3차원 영상을 표시하기 위한 표시 수단을 포함하며, 상기 거리 생성 수단은 상기 다수의 영상 프레임 쌍의 소정의 영상 프레임 쌍에 포함된 주 프레임 및 보조 프레임으로부터 상기 주 프레임과 평행한 가상 프레임을 발생시키기 위한 가상 프레임 발생 수단, 상기 주 프레임과 상기 가상 프레임 간의 거리, 상기 주 프레임과 상기 가상 프레임 간의 상관 계수, 상기 주 프레임과 상기 주 프레임에 인접한 다음 주 프레임 간의 상관 계수를 계산하기 위한 계산 수단, 및 상기 계산 수단에서 계산된 값을 이용하여 상기 주 프레임과 상기 다음 주 프레임간의 거리를 추정하기 위한 추정 수단을 포함한다.

본 발명에 따른 3차원 초음파 영상 시스템 및 영상 형성 방법에서 사용하는 프로브는 스티어링이 가능한 프로브, 즉 임의의 각도의 영상 프레임을 획득할 수 있는 프로브인 것이 바람직하다. 스티어링이 가능한 프로브의 일례로서 다수의 1D 프로브—상기 다수의 1D 프로브 각각은 초음파 변환자를 일렬로 배열하여 만들어짐—를 1D 프로브의 초음파 변환자의 배열 방향에 수직인 방향으로 결합하여 만들어지는 1.5D 프로브가 있다.

본 발명의 하나의 실시예에 따르면, 하나의 영상 프레임 및 상기 하나의 영상 프레임과 소정의 각도를 이루는 다른 영상 프레임을 포함하는 영상 프레임 쌍을 발생시키기 위하여 1.5D 프로브를 사용한다. 1D 프로브는 다수의 초음파 변환자를 일렬로 배열하여 형성되며, 1.5D 프로브는 다수의 1D 프로브를 결합하여 형성된다.

도 4는 1.5D 프로브를 사용하여 영상 프레임 쌍을 발생시키는 과정을 설명하기 위한 도면이다. 도 1과 마찬가지로, 도 4에서 직교 좌표계의 x축은 진단 깊이를 표시하고, y축은 1D 프로브를 구성하는 다수의 초음파 변환자의 배열방향을 표시하고, z축은 3차원 초음파 영상을 생성하기 위한 1.5D 프로브(410)의 진행방향을 표시한다. 초음파 변환자가 y축 방향으로 일렬로 배열된 하나의 1D 프로브는 하나의 평면, 예를 들어서 x-y 평면상에서만 초음파 신호를 집속할 수 있다. 이와 달리, 다수의 1D 프로브가 z축 방향으로 결합된 1.5D 프로브(410)는 초음파 신호를 x-y 평면상에서 집속할 수 있을 뿐만 아니라, x-y 평면에 대하여 각도  $\theta$  만큼 기울어진 평면상에서 초음파 신호를 집속할 수 있다. 도 4에 도시된 실시예에서는 제1 빔 형성부(420)에서 x-y 평면에 평행한 영상 프레임을 발생시키고, 제2 빔 형성부(430)에서 x-y 평면에 대하여 각도  $\theta$  만큼 기울어진 영상 프레임을 발생시킨다. 도 4에 도시된 실시예에서는 제1 및 제2 빔 형성부를 별도로 도시하였지만, 반드시 2개의 빔 형성부가 필요한 것은 아니다. 하나의 빔 형성부를 순차적으로 사용하는 것도 가능하다. 예를 들어서, 초음파 신호를 송신하여 x-y 평면에 평행한 영상 프레임을 발생시킨 후에, 다시 초음파 신호를 송신하여 x-y 평면에 대하여 각도  $\theta$  만큼 기울어진 영상 프레임을 발생시킬 수 있다.

도 5는 도 4의 제1 빔 형성부(420) 및 제2 빔 형성부(430)에서 초음파 신호를 집속하기 위하여 1.5D 프로브를 구성하는 다수의 1D 프로브 각각에 가하는 시간 지연을 설명하기 위한 도면이다. 도 5는 도 4의 1.5D 프로브를 측면에서 바라본 도면이다. 도 5의 (a)에 도시된 바와 같이, 시간 지연부(520)의 지연 시간을 조절함으로써, x-y 평면상에서만 초음파 신호를 집속할 수 있다. 마찬가지로, 도 5의 (b)에 도시된 바와 같이, 시간 지연부(520)의 지연 시간을 조절함으로써, x-y 평면에 대하여 각도  $\theta$  만큼 기울어진 평면상에서 초음파 신호를 집속할 수 있다. 따라서, 1.5D 프로브를 사용하여 하나의 영상 프레임과, 이 영상 프레임에 대하여 일정한 각도로 기울어진 또 하나의 영상 프레임을 포함하는 영상 프레임 쌍을 발생시킬 수 있다. 도 5에 도시된 실시예에서는 1.5D 프로브를 사용하는 것으로 설명되었지만 본 발명이 이에 국한되는 것은 아니다. 서로 다른 각도를 갖는 영상 프레임을 발생시킬 수 있는 프로브, 즉 스티어링이 가능한 모든 프로브가 본 발명에 사용될 수 있다.

도 6은, 본 발명의 하나의 실시예에 따른, 1.5D 프로브를 z축 방향으로 이동하면서 획득하는 다수의 2차원 영상 프레임 쌍의 일례를 도시하는 도면이다. 1.5D 프로브를 사용하여 획득하는 i번째 프레임 쌍  $f(i)$ 은 2개의 영상 프레임을 포함한다. 하나는 x축 방향으로 진행하는 초음파 신호로부터 획득한 주 프레임(main frame, 610)이고, 다른 하나는 x축과 소정의 각도( $\theta$ )를 이루어 진행하는 초음파 신호로부터 획득한 보조 프레임(supplementary frame, 620)이다. 주 프

레이는 3차원 영상을 합성하기 위하여 직접 사용되며, 보조 프레임은 주 프레임간의 거리를 추정하기 위하여 사용되는 가상 프레임(virtual frame, 630)을 발생시키기 위하여 사용된다. 도 6에 도시된 바와 같이, 가상 프레임(630)은 주 프레임과 평행하며, 보조 프레임과  $\theta$ 의 각도를 이루면서 보조 프레임의 중심을 통과한다. 가상 프레임(630)은 주 프레임과 보조 프레임으로부터 내삽 및 외삽에 의하여 발생될 수 있다. 가상 프레임(630)에서 주 프레임과 보조 프레임 사이에 있는 부분은 내삽에 의하여 발생될 수 있고, 주 프레임과 보조 프레임 사이에 있지 않은 부분은 외삽에 의하여 발생될 수 있다. 설명의 편의를 위하여,  $i$ 번째 주 프레임과 보조 프레임으로부터 발생한 가상 프레임을  $i'$ 번째 가상 프레임으로 표시한다.

$i$ 번째 주 프레임(610)과  $i'$ 번째 가상 프레임(630) 사이의 거리  $d(i, i')$ 는 수학식 1에 의하여 결정된다.

#### 수학식 1

$$d(i, i') = \frac{L}{2} \sin \theta$$

여기서,  $L$ 은  $i$ 번째 보조 프레임의 진단 깊이이다.

수학식 1에서는 가상 프레임이 보조 프레임의 중심을 통과하는 것으로 가정하였지만, 본 발명은 이에 국한되지 않는다. 가상 프레임과 주 프레임과의 거리는 임의로 설정될 수 있으며, 설정된 거리에 따라서 주 프레임과 보조 프레임으로부터 내삽 및 외삽을 적절히 이용하여 가상 프레임을 발생시킬 수 있다.

수학식 1에 의하여 계산된  $i$ 번째 주 프레임(610)과  $i'$ 번째 가상 프레임(630) 사이의 거리  $d(i, i')$ 를 이용하여,  $i$ 번째 주 프레임(610)과  $(i+1)$ 번째 프레임(640) 사이의 거리  $d(i, i+1)$ 를 이하에서 설명되는 것과 같은 방식으로 추정한다.

2개의 영상 프레임 간의 거리와 상관계수의 관계는 수학식 2와 같다.

#### 수학식 2

$$\rho(i, j) = e^{\alpha_{ij} d(i, j)}, \quad \rho(i, j) = \frac{K(i, j)}{\sigma_i \sigma_j}$$

여기서,  $\rho(i, j)$ 는  $i$ 번째 프레임과  $j$ 번째 프레임간의 상관계수(correlation coefficient),  $\alpha_{ij}$ 는 거리 상수,  $d(i, j)$ 는  $i$ 번째 프레임과  $j$ 번째 프레임간의 거리,  $\sigma_i$ 는  $i$ 번째 프레임의 표준 편차(standard deviation),  $K(i, j)$ 는  $i$ 번째 프레임과  $j$ 번째 프레임간의 분산(covariance)이다.

수학식 2로부터  $i$ 번째 프레임과  $(i+1)$ 번째 프레임간의 거리는 수학식 3과 같이 유도된다.

#### 수학식 3

$$d(i, i+1) = \frac{1}{\alpha_{i, i+1}} \ln \rho(i, i+1)$$

수학식 3으로부터  $i$ 번째 프레임과  $(i+1)$ 번째 프레임간의 거리를 계산하기 위해서는,  $i$ 번째 프레임과  $(i+1)$ 번째 프레임간의 상관 계수  $\rho(i, i+1)$  및  $i$ 번째 프레임과  $(i+1)$ 번째 프레임간의 거리상수  $\alpha_{i, i+1}$ 를 구해야 한다.  $\rho(i, i+1)$ 는  $i$ 번째 프레임과  $(i+1)$ 번째 프레임의 데이터로부터 계산할 수 있다. 본 발명에 따르면,  $i$ 번째 프레임과  $(i+1)$ 번째 프레임간의 거리상수  $\alpha_{i, i+1}$ 를 사용하는 대신,  $i$ 번째 프레임과  $i'$ 번째 가상 프레임간의 거리상수  $\alpha_{i, i'}$ 를 사용한다.  $i$ 번째 프레임과  $(i+1)$ 번째 프레임 사이의 거리가 통계적 특성이 변할 정도로 멀리 떨어져 있지 않은 경우,  $i$ 번째 프레임과  $(i+1)$ 번째 프레임간의 거리상수  $\alpha_{i, i+1}$ 를  $\alpha_{i, i'}$ 로 근사화할 수 있기 때문이다. 수학식 3으로부터  $i$ 번째 프레임과  $i'$ 번째 가상 프레임간의 거리상수  $\alpha_{i, i'}$ 는 수학식 4와 같이 유도된다.



#### 수학식 4

$$\alpha_{i,i'} = \frac{1}{d(i,i')} \ln \rho(i,i')$$

수학식 3에서 i번째 프레임과 (i+1)번째 프레임간의 거리상수  $\alpha_{i,i+1}$  대신에 수학식 4를 대입하면 i번째 프레임과 (i+1)번째 프레임간의 거리 d(i, i+1)은 수학식 5와 같이 근사화된다.

#### 수학식 5

$$d(i, i+1) \cong d(i, i') - \frac{\ln \rho(i, i+1)}{\ln \rho(i, i')}$$

i번째 주 프레임(610)과 i'번째 가상 프레임(630) 사이의 거리 d(i, i')는 수학식 1로부터 계산되며, i번째 주 프레임(610)과 i'번째 가상 프레임(630) 사이의 상관 계수  $\rho(i, i')$ 는 i번째 주 프레임(610)과 i'번째 가상 프레임(630)의 데이터로부터 계산할 수 있다.

전술한 바와 같이, i번째 주 프레임과 보조 프레임을 이용하여 가상 프레임을 발생시키고, 이를 이용하여 i번째 주 프레임과 (i+1)번째 주 프레임간의 거리를 수학식 5로부터 계산한다. 이러한 과정을 반복하여 모든 프레임간의 거리를 계산할 수 있다.

도 7은, 본 발명의 하나의 실시예에 따른, 3차원 영상 표시 방법을 설명하기 위한 흐름도이다. 단계(710)에서 1.5D 프로브를 이동하면서 다수의 영상 프레임 쌍을 발생시킨다. 각각의 영상 프레임 쌍은 주 프레임 및 주 프레임과 소정의 각도를 이루는 보조 프레임을 포함한다. 단계(720)에서, 각각의 영상 프레임 쌍에 대하여, 주 프레임과 평행한 가상 프레임을 얻는다. 가상 프레임은 주 프레임과 보조 프레임으로부터 내삽 및 외삽 등에 의하여 얻을 수 있다. 단계(730)에서, 주 프레임과 주 프레임의 가상 프레임 간의 거리, 프레임 간의 상관 계수를 계산하고, 수학식 5를 이용하여 모든 영상 프레임 쌍의 주 프레임간의 거리를 계산한다. 단계(740)에서, 단계(730)에서 계산된 영상 프레임간의 거리를 이용하여, 다수의 2차원 영상 프레임으로부터 3차원 영상을 형성한다. 3차원 영상은 사용자의 요구에 의하여 다양하게 표시될 수 있다. 예를 들어, 렌더링과 같은 공지된 기술을 사용하여 3차원 영상을 표시할 수 있다.

본 발명에 대해서 다양한 개량이 가능하다. 예를 들어, 본 발명의 하나의 실시예에 따르면, 프레임을 다수의 서브 프레임으로 나누고, 미리 결정된 일부 서브 프레임을 사용하여 프레임간의 거리를 추정할 수 있다. 일부 서브 프레임만을 사용하여 상관 계수를 계산한다면, 프레임간의 거리 계산에 필요한 시간 및 계산량을 감소시키는 것이 가능하다. 프레임간의 거리 계산에 사용될 서브 프레임은 다양한 방법으로 결정될 수 있다. 예를 들어, 반점 잡음을 표시하고 있는 서브 프레임만을 선택할 수도 있다.

본 발명의 또다른 실시예에 따르면, 특정한 프레임에서의 프로브 속도를 추정하여 인접한 프레임에서의 프로브 속도와 비교한다. 특정한 프레임에서의 프로브 속도는 인접한 프레임과의 추정된 거리 및 상기 프레임과 인접한 프레임간의 프레임 발생 시간 차이로부터 계산될 수 있다. 상기 프레임에서의 프로브 속도와 인접한 프레임에서의 프로브 속도의 차이가 미리 결정된 임계치 이상이라면, 이는 프로브 속도의 급격한 변화를 의미한다. 즉, 상기 프레임에 대한 거리 추정에서 오류가 발생했을 가능성이 높은 것이다. 이 경우, 상기 프레임은 3차원 영상을 표시하는데 있어서 제외될 수도 있다. 그 대신, 상기 프레임과 인접한 프레임간의 거리를 평균적인 프레임 간의 거리로 설정하고, 3차원 영상을 표시할 수도 있다.

상술한 바와 같이, 다수의 2차원 영상 프레임간의 거리를 추정하여, 3차원 영상을 표시하기 위한 방법 및 시스템의 다양한 실시예에 대하여 개시하였다. 개시된 실시예에는 본 발명의 원리를 응용한 다양한 실시예의 일부를 나타낸 것에 지나지 않음을 이해해야 한다. 본 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 본질로부터 벗어남이 없이 여러 가지 변형이 가능함을 명백히 알 수 있을 것이다.

### 발명의 효과

본 발명에 따른 프레임간 거리 추정 방법은 프로브를 수동으로 이동하면서 2차원 영상 프레임을 발생시키는 경우에 프레임간 거리를 간편하고 정확하게 추정하는 방법을 제공한다. 본 발명에 따른 초음파 3차원 영상 형성 방법은 실험용 팬텀을 사용하여 반점 상관도와 거리간의 관계를 미리 구하거나, 2차원 프레임에서 반점 영역을 추출할 필요없이, 간편하고 정확하게 2차원 프레임간의 거리를 추정하고, 이로부터 3차원 영상을 형성한다.

### (57) 청구의 범위

#### 청구항 1.

초음파 신호를 송신하고 수신하기 위한 프로브를 이동하면서 획득한 2개의 영상 프레임 간의 거리를 추정하기 위한 방법에 있어서,

상기 프로브를 이동하면서 제1 주 프레임, 상기 제1 주 프레임과 평행한 제2 주 프레임 및 상기 제1 주 프레임과 소정의 각도를 이루면서 상기 제2 주 프레임 방향으로 기울어진 보조 프레임을 발생시키는 단계와,

상기 제1 주 프레임과 평행한 가상 프레임을 상기 제1 주 프레임 및 보조 프레임으로부터 발생시키는 단계와,

상기 제1 주 프레임과 상기 가상 프레임 간의 상관 계수를 계산하는 단계와,

상기 제1 및 제2 주 프레임 간의 상관 계수를 계산하는 단계와,

상기 제1 주 프레임과 상기 가상 프레임 간의 거리, 상기 제1 주 프레임과 상기 가상 프레임 간의 상관 계수, 및 상기 제1 및 제2 주 프레임 간의 상관 계수를 이용하여 상기 제1 및 제2 주 프레임 간의 거리를 추정하는 단계

를 포함하는 거리 추정 방법.

#### 청구항 2.

제1항에 있어서, 상기 프로브는 다수의 1D 프로브—상기 다수의 1D 프로브 각각은 초음파 변환자를 일렬로 배열하여 만들어짐—를 1D 프로브의 초음파 변환자의 배열 방향에 수직인 방향으로 결합하여 만들어지는 1.5D 프로브인 거리 추정 방법.

#### 청구항 3.

진단 영역내의 목표물에 대한 3차원 영상을 형성하기 위한 방법에 있어서,

초음파 신호를 진단 영역내로 송신하고 목표물에서 반사된 신호를 수신하기 위한 프로브를 진단 영역을 가로질러 이동하면서 다수의 영상 프레임 쌍—상기 다수의 영상 프레임 쌍 각각은 하나의 주 프레임과 상기 주 프레임과 소정의 각도를 이루면서 기울어진 보조 프레임을 포함함—을 발생시키는 단계와,

상기 다수의 영상 프레임 쌍 중의 소정의 영상 프레임 쌍에 포함된 주 프레임 및 보조 프레임으로부터 상기 주 프레임과 평행한 가상 프레임을 발생시키는 단계와,



상기 주 프레임과 상기 가상 프레임 간의 상관 계수를 계산하는 단계와,

상기 주 프레임 및 상기 주 프레임에 인접한 다음 주 프레임 간의 상관 계수를 계산하는 단계와,

상기 주 프레임과 상기 가상 프레임 간의 거리, 상기 주 프레임과 상기 가상 프레임 간의 상관 계수, 및 상기 주 프레임과 상기 다음 주 프레임 간의 상관 계수를 이용하여 상기 주 프레임과 상기 다음 주 프레임간의 거리를 추정하는 단계와,

가상 프레임을 발생시키는 상기 단계와, 주 프레임과 가상 프레임 간의 상관 계수를 계산하는 상기 단계와, 인접한 주 프레임 간의 상관 계수를 계산하는 상기 단계와, 인접한 주 프레임 간의 거리를 추정하는 상기 단계를 상기 다수의 영상 프레임 쌍 각각에 대하여 반복하는 단계와,

상기 다수의 영상 프레임 쌍의 주 프레임 간의 추정된 거리를 사용하여 3차원 영상을 형성하는 단계

를 포함하는 3차원 영상 형성 방법.

청구항 4.

제3항에 있어서, 상기 프로브는 다수의 1D 프로브—상기 다수의 1D 프로브 각각은 초음파 변환자를 일렬로 배열하여 만들어짐—를 1D 프로브의 초음파 변환자의 배열 방향에 수직인 방향으로 결합하여 만들어지는 1.5D 프로브인 3차원 영상 형성 방법.

청구항 5.

제3항에 있어서, 상기 주 프레임 간의 거리를 추정하는 단계는 주 프레임 및 가상 프레임 각각을 다수의 서브 프레임으로 나누고, 미리 결정된 서브 프레임만을 사용하여 주 프레임간의 거리를 추정하는 3차원 영상 형성 방법.

청구항 6.

제5항에 있어서, 상기 미리 결정된 서브 프레임은 반점 잡음만을 표시하는 3차원 영상 형성 방법.

청구항 7.

제3항에 있어서,

각 주 프레임에서의 상기 프로브의 속도를 추정하는 단계와.

인접한 주 프레임과의 프로브 속도 차이가 미리 결정된 임계치 이상인 주 프레임을 선택하는 단계와,

상기 선택 단계에서 선택된 주 프레임을 3차원 영상 형성에서 삭제하는 단계를 포함하는 3차원 영상 형성 방법.

청구항 8.

제3항에 있어서,

각 주 프레임에서의 상기 프로브의 속도를 추정하는 단계와.

인접한 주 프레임과의 프로브 속도 차이가 미리 결정된 임계치 이상인 주 프레임을 선택하는 단계와,

상기 선택 단계에서 선택된 주 프레임과 인접한 주 프레임과의 거리를 다수의 주 프레임간의 거리의 평균치로 설정하는 단계를 포함하는 3차원 영상 형성 방법.

## 청구항 9.

진단 영역내의 목표물에 대한 3차원 영상을 형성하기 위한 3차원 영상 시스템에 있어서,

초음파 신호를 진단 영역내로 송신하고 목표물에서 반사된 신호를 수신하면서 진단 영역을 가로질러 이동함으로써 다수의 영상 프레임 쌍—상기 다수의 영상 프레임 쌍 각각은 하나의 주 프레임과 주 프레임과 소정의 각도를 이루면서 기울어진 보조 프레임을 포함함—을 발생시키기 위한 초음파 프로브,

상기 다수의 영상 프레임 쌍의 주 프레임 간의 거리를 생성하기 위한 거리 생성 수단, 및

상기 다수의 영상 프레임 쌍의 주 프레임 간의 거리를 이용하여 3차원 영상을 표시하기 위한 표시 수단을 포함하며,

상기 거리 생성 수단은

상기 다수의 영상 프레임 쌍의 소정의 영상 프레임 쌍에 포함된 주 프레임 및 보조 프레임으로부터 상기 주 프레임과 평행한 가상 프레임을 발생시키기 위한 가상 프레임 발생 수단,

상기 주 프레임과 상기 가상 프레임 간의 거리, 상기 주 프레임과 상기 가상 프레임 간의 상관 계수, 상기 주 프레임과 상기 주 프레임에 인접한 다음 주 프레임 간의 상관 계수를 계산하기 위한 계산 수단, 및

상기 계산 수단에서 계산된 값을 이용하여 상기 주 프레임과 상기 다음 주 프레임간의 거리를 추정하기 위한 추정 수단을 포함하는

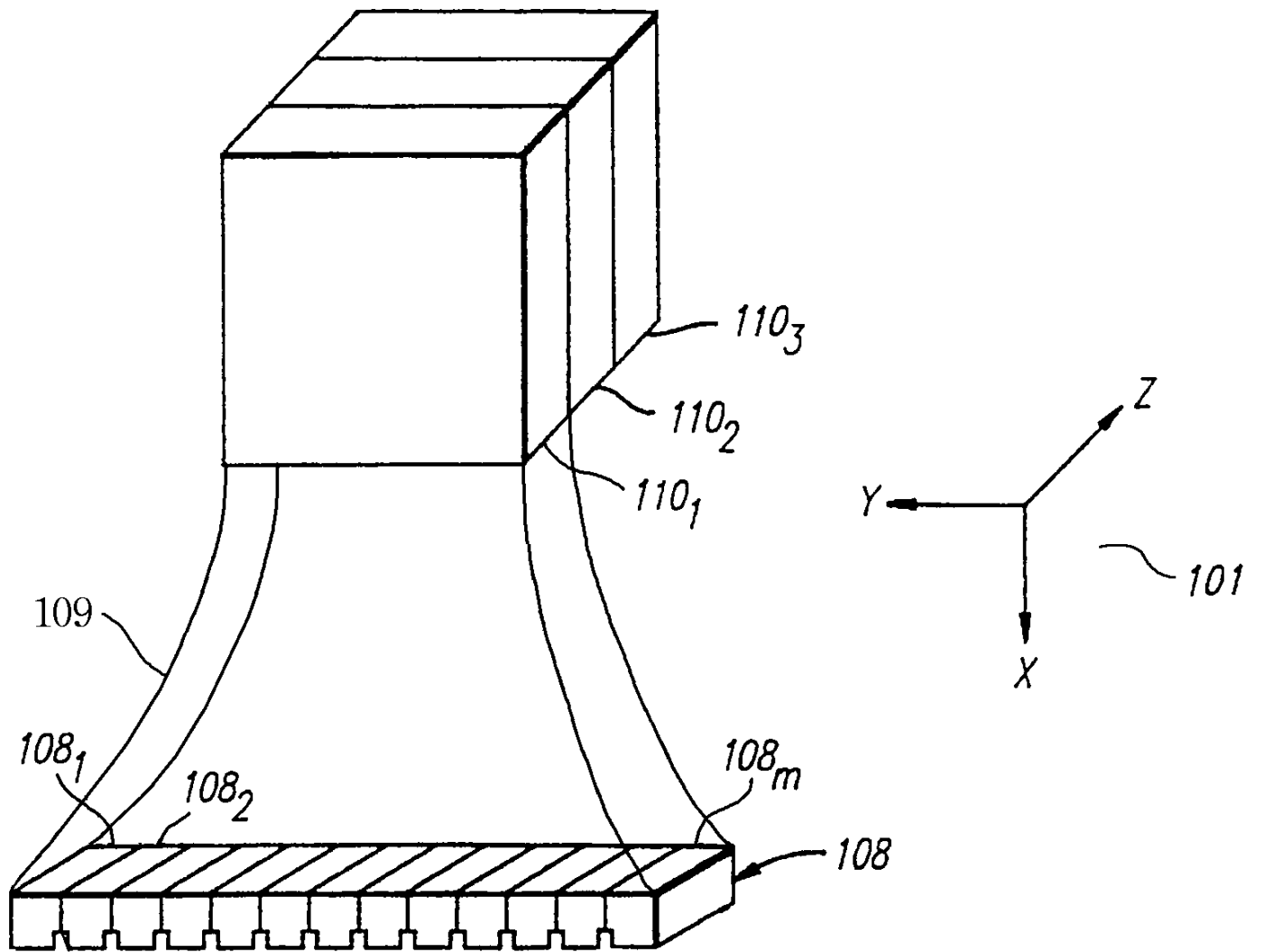
3차원 영상 시스템.

## 청구항 10.

제9항에 있어서, 상기 프로브는 다수의 1D 프로브—상기 다수의 1D 프로브 각각은 초음파 변환자를 일렬로 배열하여 만들어짐—를 1D 프로브의 초음파 변환자의 배열 방향에 수직인 방향으로 결합하여 만들어지는 1.5D 프로브인 3차원 영상 시스템.

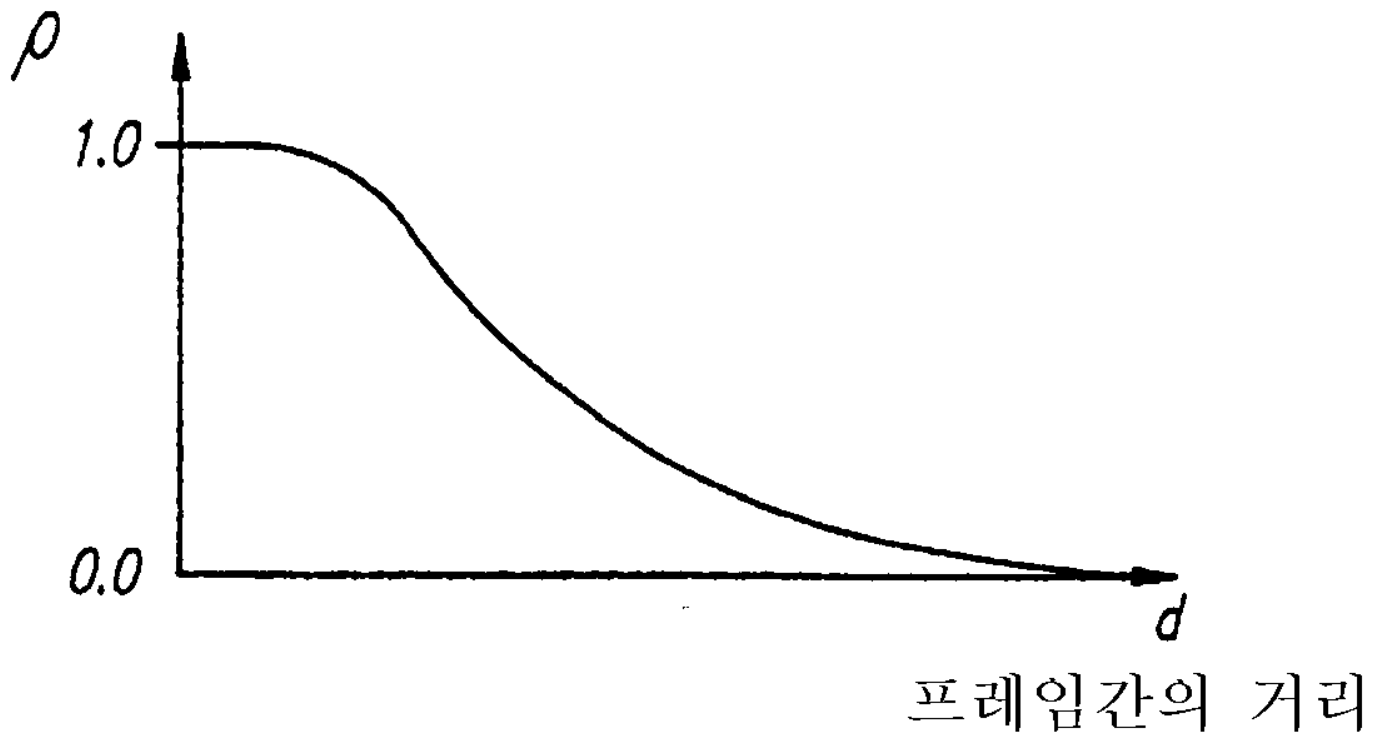
도면

도면 1

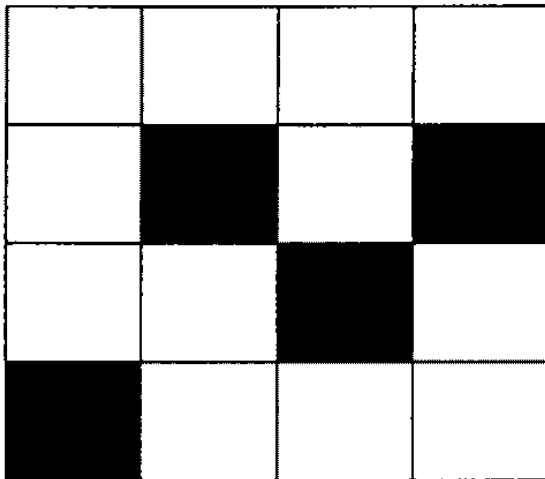


도면 2

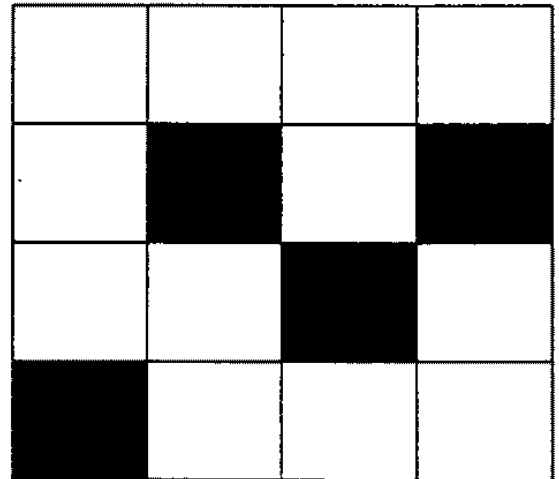
반점 상관도



도면 3

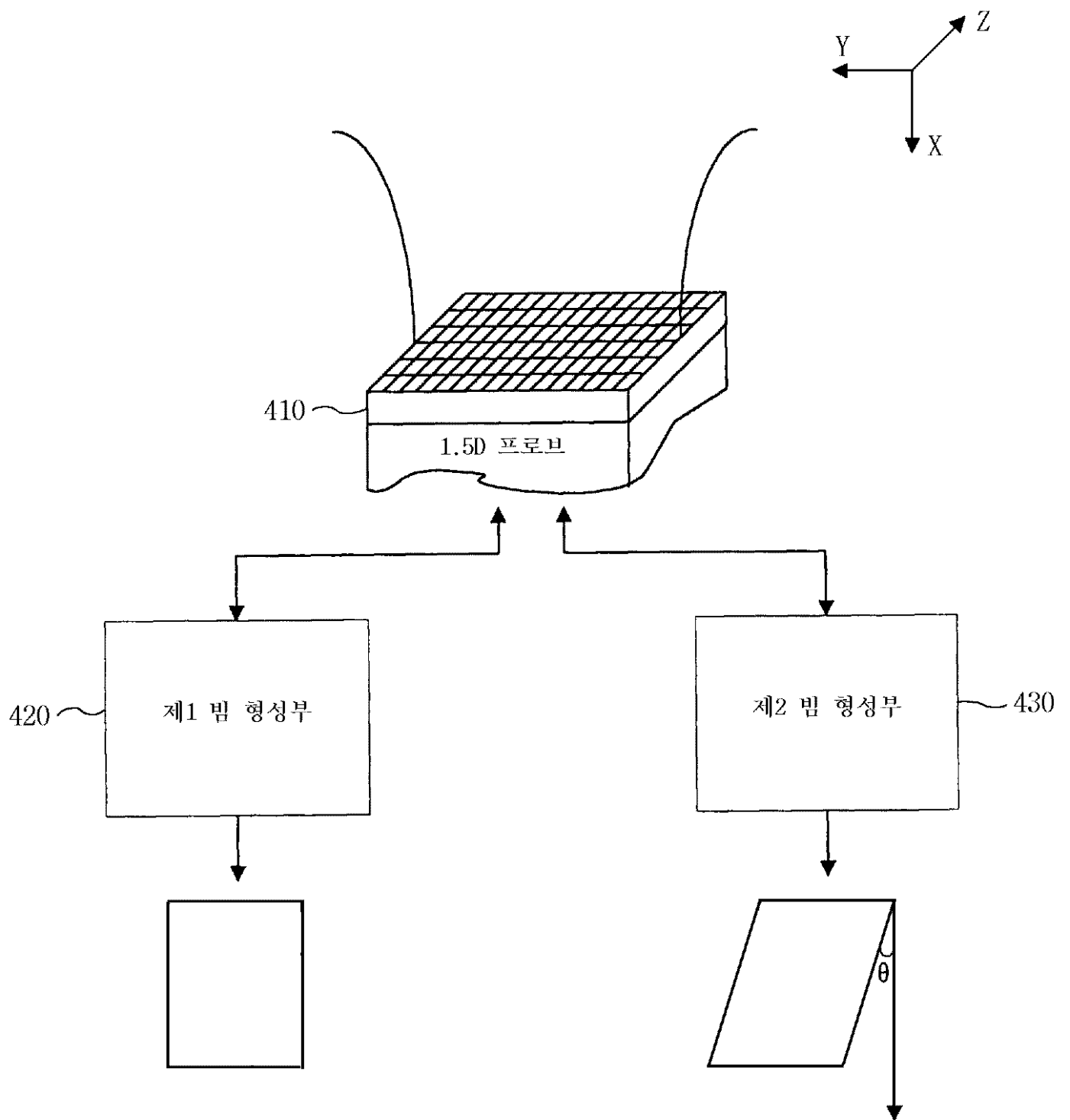


i번째 프레임

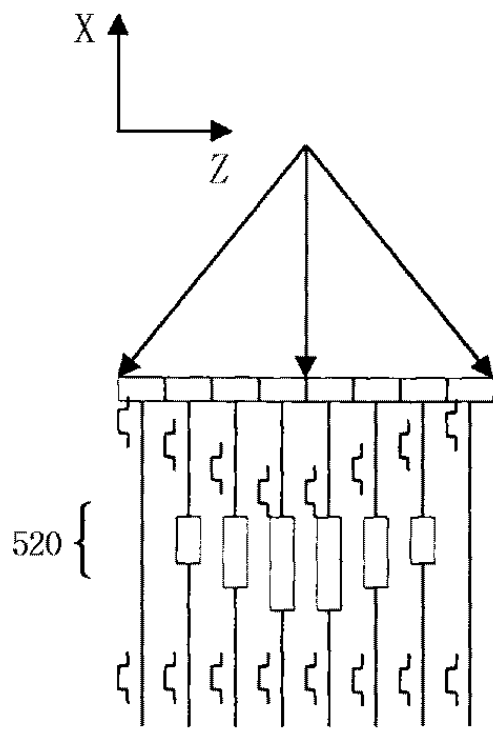


i+1번째 프레임

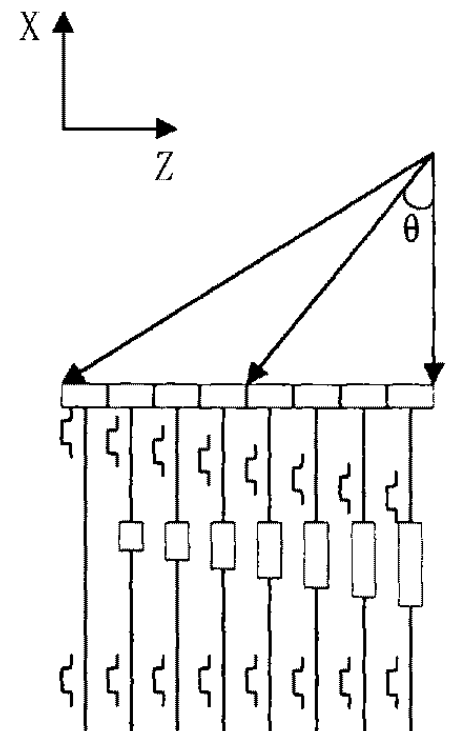
도면 4



도면 5



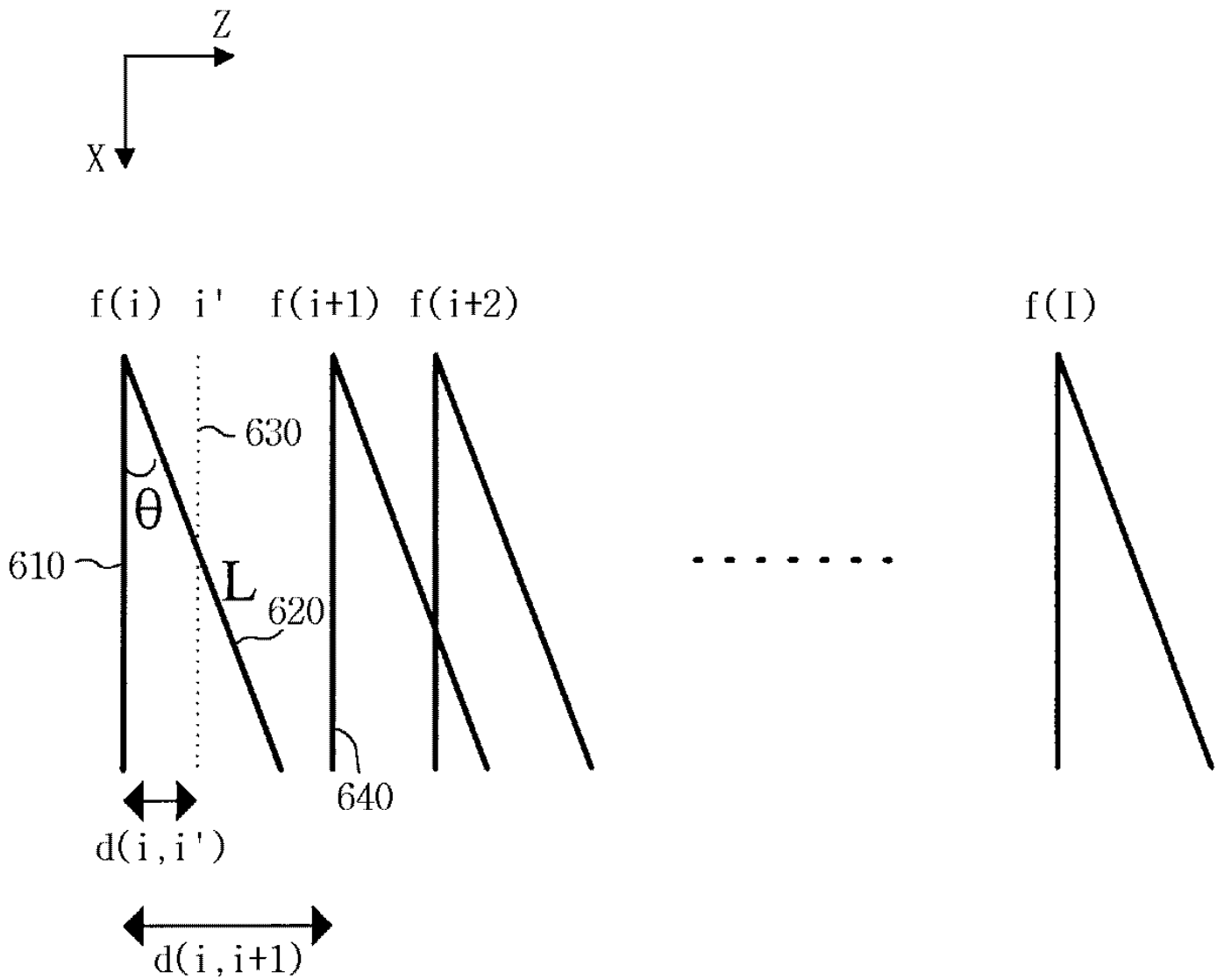
(a) 제1 빔 형성부



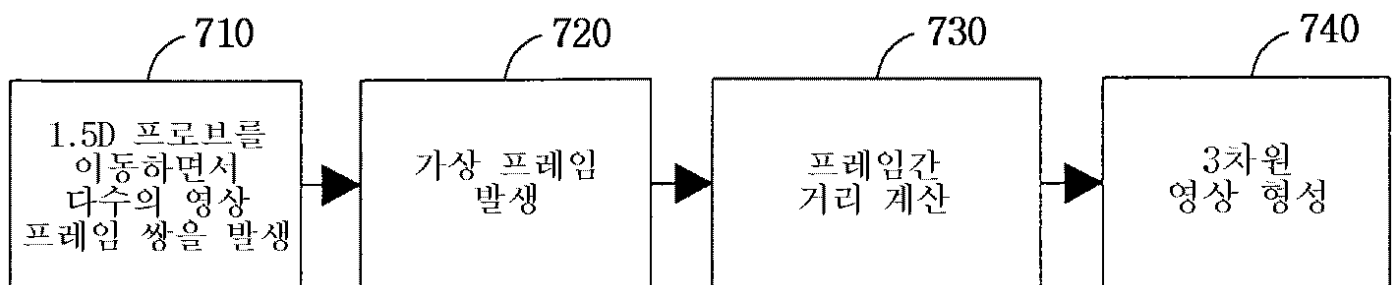
(b) 제2 빔 형성부



도면 6



도면 7



|                |                                                                                                                   |         |            |
|----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|------------|
| 专利名称(译)        | 3D超声成像系统和使用可操纵探头的成像方法                                                                                             |         |            |
| 公开(公告)号        | <a href="#">KR1020010111348A</a>                                                                                  | 公开(公告)日 | 2001-12-17 |
| 申请号            | KR1020000031929                                                                                                   | 申请日     | 2000-06-10 |
| [标]申请(专利权)人(译) | 三星麦迪森株式会社                                                                                                         |         |            |
| 申请(专利权)人(译)    | 三星麦迪逊有限公司                                                                                                         |         |            |
| 当前申请(专利权)人(译)  | 三星麦迪逊有限公司                                                                                                         |         |            |
| [标]发明人         | KIM SANG HYUN<br>김상현<br>KO SEOK BIN<br>고석빈                                                                        |         |            |
| 发明人            | 김상현<br>고석빈                                                                                                        |         |            |
| IPC分类号         | G06T7/60 G01S15/89 A61B8/00 G01N29/44 G01S7/52 G03B35/00 H04N13/04 G01B17/06 G06T1/00 G01B17/00 H04N7/18 A61B8/13 |         |            |
| CPC分类号         | G01S15/8993 Y10S128/916                                                                                           |         |            |
| 代理人(译)         | CHU, 晟敏<br>CHANG, SOO KIL                                                                                         |         |            |
| 其他公开文献         | KR100355718B1                                                                                                     |         |            |
| 外部链接           | <a href="#">Espacenet</a>                                                                                         |         |            |

# 摘要(译)

本发明提供用于在诊断区域内形成关于目标对象的三维图像的方法。利用前一步骤，其中估计多帧图像帧对的主帧与前一步骤相邻的主帧之间的相关系数，生成一个主帧和生成包括生成的步骤的步骤，以及从包括在预定图像帧对中的主帧和多个图像帧对中的辅助帧平行于主帧的虚拟帧，计算虚拟帧和主帧之间的相关系数的步骤，该步骤计算主框架和主框架之间的相关系数，它与主框架相邻，估计虚拟框架与主框架之间的距离的步骤，以及距离在主帧之间使用主帧与虚拟帧和主帧之间的相关系数与下周帧和下周帧之间的相关系数，虚拟帧和前一步骤计算虚拟帧之间的相关系数移动探头以接收传输信号的主框架，其中根据本发明的3D成像方法是跨越诊断区域在目标对象的诊断区域内反射的超声信号。前一步骤估计相邻主帧之间的距离，形成重复步骤的步骤，以及使用多个图像帧对的主帧之间的假定距离的三维图像，是关于多个图像帧对。3D图像系统，超声信号，虚拟帧，1.5D探头，系数相关性。

