



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0042152
(43) 공개일자 2009년04월29일

(51) Int. Cl.
A61B 8/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2008-0095110
(22) 출원일자 2008년09월29일
심사청구일자 없음
(30) 우선권주장
1020070107947 2007년10월25일 대한민국(KR)

(71) 출원인
주식회사 메디슨
강원 홍천군 남면 양덕원리 114
(72) 발명자
배무호
서울 송파구 신천동 장미아파트 19-808
함정호
서울 강남구 대치동 1003번지 디스커서앤메디슨빌딩 연구소 3층
(74) 대리인
윤지홍, 장수길, 백만기

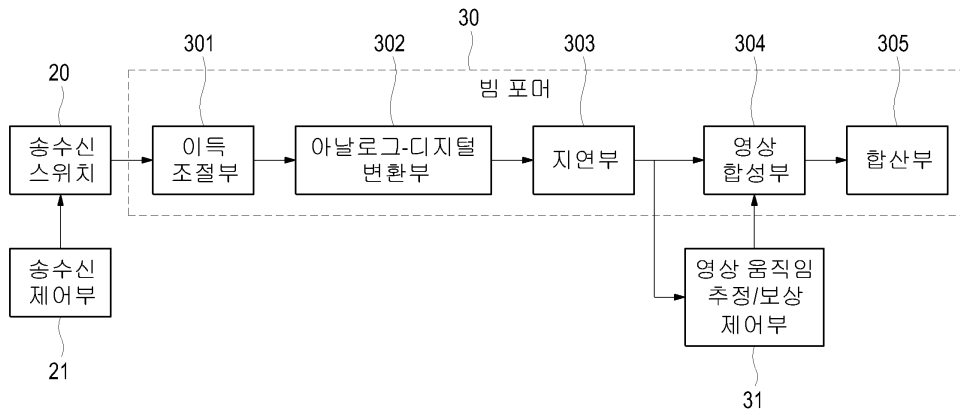
전체 청구항 수 : 총 11 항

(54) 사이드 로브 레벨의 영향을 제거하는 방법

(57) 요약

초음파 합성 영상에서 움직임이 있는 대상체에 대해 움직임이 없는 경우와 같은 영상의 해상도를 유지할 수 있도록, 사이드 로브의 영향을 제거할 수 있는 방법이 개시된다. 본 발명에 따르면, 초음파 송신빔의 순서를 비선형적으로 배열하여 송신한다. 비선형적으로 배열되어 송신된 송신빔을 기반으로 수신된 빔들을 자기상관을 통해 주사선 증감방향에 따른 그룹별로 각 픽셀 또는 샘플 단위의 평균 위상을 구한 다음 가중치를 곱하고 합산하여 사이드 로브의 영향을 제거한다.

대표도 - 도6



특허청구의 범위

청구항 1

초음파 합성 영상에서 사이드 로브의 영향을 제거하는 방법으로서,

초음파 송신빔의 순서를 비선형적으로 배열하여 송신하는 단계; 및

상기 비선형적으로 배열되어 송신된 송신빔을 기반으로 수신된 빔들을 자기상관을 통해 주사선 증감방향에 따른 그룹별로 각 픽셀 또는 샘플 단위의 평균 위상을 구한 다음 가중치를 곱하고 합산하여 사이드 로브의 영향을 제거하는 단계를 포함하는 사이드 로브의 영향을 제거하는 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 평균 위상을 이용하여 평균 속도를 구하고, 구해진 평균 속도를 기반으로 대상체의 움직임을 보상하는 단계를 더 포함하는 사이드 로브의 영향을 제거하는 방법.

청구항 3

제2항에 있어서,

파워 임계치를 조절하여 사이드 로브의 영향을 제거하는 단계를 더 포함하는 사이드 로브의 영향을 제거하는 방법.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 파워 임계치는, 빔의 세기가 미약한 부분들이 속도 검출에 미치는 영향을 배제하기 위해 파워의 최대값이 1로 노멀라이제이션(normalization)된 결과 기준에서 0.0002로 설정된, 사이드 로브의 영향을 제거하는 방법.

청구항 5

제2항에 있어서,

상기 각 픽셀 또는 샘플 단위로 추정된 평균 속도를 기반으로 집속지연시간을 보상하는, 사이드 로브의 영향을 제거하는 방법.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 각 픽셀 또는 샘플 단위의 평균 위상을 바탕으로 영역 기반의 평균 위상을 구하는, 사이드 로브의 영향을 제거하는 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 비선형적으로 배열시, 송신 주사선 순서를 주사선의 증감이 한 번은 -1, 다음은 +2의 차이가 나도록 배치하고, 주사선 증가 방향의 데이터들과 감소 방향의 데이터들을 그룹화하는, 사이드 로브의 영향을 제거하는 방법.

청구항 8

제7항에 있어서,

송신 주사선의 순서를 선형적으로 하지 않고 2,1,4,3,6,5..의 순서로 하고, 송신 주사선 배치가 -1씩 차이 나도록 배치한 그룹을 A, +2씩 차이 나도록 배치한 그룹을 B라 할 때, 정지한 대상체에 대한 각각의 평균 위상차기 하기의 [수학식 1]과 같은, 사이드 로브의 영향을 제거하는 방법.

[수학식 1]

$$B = -2A$$

청구항 9

제8항에 있어서,

각 픽셀 또는 샘플마다 A, B의 평균 위상을 따로 구한 다음 가중치를 곱하고 이를 합산하여 사이드 로브의 회전으로 인한 잘못된 움직임을 상쇄시키는, 사이드 로브의 영향을 제거하는 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

대상체가 움직이는 경우 송신 주사선의 순서가 바뀌어도 송신 때마다 대상체가 다가오거나 멀어지므로, 움직이는 대상체에 대한 각각의 평균 위상차가 하기의 [수학식 2]과 같이 됨으로써, 사이드 로브 회전으로 인한 불필요한 위상 변화를 줄이고 메인 로브의 움직임에 대한 위상 변화를 관측하는, 사이드 로브의 영향을 제거하는 방법.

[수학식 2]

$$B = 2A$$

청구항 11

제1항 내지 제10항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 합성 영상은, BiPBF(Bi-directional Pixel Based Focusing) 합성 영상인, 사이드 로브의 영향을 제거하는 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

<1> 본 발명은 사이드 로브 레벨의 영향을 제거하는 방법에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 초음파 합성 영상에서 움직임이 있는 경우에 해상도 및 신호대잡음비 저하를 보상하기 위하여, 적은 계산량으로 사이드 로브의 영향을 제거할 수 있는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

<2> 초음파 진단 시스템에서 어레이 트랜스듀서(array transducer)를 이용하여 영상을 얻는 경우, 전통적인 방법은 하나의 송신과 이에 대한 수신을 통하여 영상을 얻는 것이다. 초음파 합성 영상에서는 이와는 달리 주사선을 구성하기 위해 이미 수신된 주위의 주사선들이 관여된다. 즉, 초음파 합성 영상은 한 개의 주사선을 구성하기 위해 다수의 송수신빔을 이용하여 이에 대한 정보를 가지고 초음파 영상을 구성한다. 예컨대, 도 1에서 n번째 주사선 S_n 을 구성하기 위해 전통적인 방법이 S_n 에 대한 송수신을 통해 이루어졌다면, 초음파 합성 영상의 경우에는 n번째 주사선 S_n 을 구성하기 위해 주위의 " $S_{n-m}, S_{n-(m-1)}, \dots, S_n, \dots, S_{n+(m-1)}, S_{n+(m)}, m > 0$ "들을 적절히 가답시켜 초음파 영상을 만들어낸다. 도 1에서, P_s 는 3개의 주사선, 즉 S_{n-1}, S_n, S_{n+1} 각각의 파면이 중첩된 부분을 표시하고 있다. 이러한 이유로 화면상의 P_s 에 해당하는 픽셀을 구할 때, 초음파 합성 영상의 경우에는 중첩된 부분을 고려하여 초음파 영상을 얻게 된다.

<3> 초음파 합성 영상은 대상체가 고정되어 있는 경우에는 해상도, 신호대잡음비가 상당히 좋아지게 된다. 그러나, 대상체가 움직이는(이동하는) 경우에는, 특히 축(axial) 방향으로 움직이는 경우에 대해서 영상을 합성하는 경우 대상체가 실제적으로 목적하는 바와 같이 디스플레이되지 않는다. 즉, 초음파 합성 영상에서는 하나의 주사선을 만들어 내기 위해 시간차를 가지는 여러 수신빔들 또는 BiPBF(Bi-directional Pixel Based Focusing)와 같이 여러 송신빔들을 이용하므로, 이러한 방법은 인체 내 움직임(모션)이 발생할 경우 이에 대한 고려없이 빔

포밍하게 되면 비간섭성 합(sum)이 발생하게 된다. 이러한 결과로 콘트라스트 해상도와 신호대잡음비가 저하된다.

<4> 초음파 합성 영상에서 발생하는 움직임(모션)을 추정하고 보상하기 위해서 여러 픽셀 기반 연구와 영역 기반 연구들이 진행되어 왔다. 움직임을 추정하기 위한 방법들로 상호상관법(cross correlation), 자기상관법(auto correlation), SAD(Sum of Absolute Difference) 등이 제안되어 왔고, 이러한 방법들로 추정된 결과를 가지고 움직임 보상이 이루어져 왔다. 특히, 픽셀 기반의 움직임 추정과 보상은 상당한 계산량을 필요로 한다. 그러나, 계산량을 줄이기 위한 알고리즘은 사이드 로브의 영향으로 영역 기반 형태로 제한된다. 아울러, 움직임이 미치는 영향과 원인에 대한 분석이 이루어져 왔고, 초음파 영상에서는 측(lateral) 방향의 움직임보다 특히 축(axial) 방향 움직임이 해상도를 저하시키는 주요한 원인이 되는 것으로 연구되었다[즉, 축 방향 움직임이 focusing에 영향을 많이 미침].

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

<5> 본 발명의 목적은 초음파 합성 영상에서 움직임, 특히 축 방향 움직임이 있는 경우에 해상도 및 신호대잡음비 저하를 보상하기 위하여, 적은 계산량으로 사이드 로브의 영향을 제거할 수 있는 방법을 제공하는 것이다.

<6> 특히, 본 발명에서는 RF 픽셀 단위(또는 샘플 단위) 기반의 움직임 추정과 보상을 위해, 사이드 로브의 원인으로 부터 발생하는 불필요한 위상 요소들에 대한 제거와 이를 위한 송신 주사선의 조정이 필요하게 된다. 시뮬레이션은 BiPBF 기반에서 진행되었으며, 제안된 방법은 초음파 영상에서의 일반적 합성 방법에 대해서도 적용 가능하다.

과제 해결수단

<7> 본 발명의 특징에 따르면, 초음파 합성 영상에서 움직임이 있는 대상체에 대해 움직임이 없는 경우와 같은 영상의 해상도를 유지할 수 있도록, 사이드 로브의 영향을 제거할 수 있는 방법이 개시된다. 본 발명에 의하면, 초음파 송신빔의 순서를 비선형적으로 배열하여 송신한다. 비선형적으로 배열되어 송신된 송신빔을 기반으로 수신된 빔들을 자기상관을 통해 주사선 증감방향에 따른 그룹별로 각 픽셀 또는 샘플 단위의 평균 위상을 구한 다음 가중치를 곱하고 합산하여 사이드 로브의 영향을 제거한다.

효과

<8> 본 발명에 의하면, 자기상관과 재배열(즉, 선형적이 아닌 비선형적으로 배열)된 송수신 빔을 이용하여 사이드 로브의 영향을 줄일 수 있는 장점이 있다. 이를 통해 관측하고자 하는 메인 로브의 움직임을 추정함으로써, 이를 기반으로 BiPBF 등 합성 영상 방법에서 발생하는 움직임 아티팩트(motion artifact)을 줄일 수 있는 이점이 있다. 또한, 기존 상호상관 등 계산량이 많고 복잡한 변위 추정 방법들보다 보다 적은 계산량으로 변위 추정이 가능한 자기상관 방법을 이용함으로써, 이를 통하여 합성 영상에서의 움직임 보상에 대해서 실시간 처리가 가능한 이점이 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

<9> 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들에 대해 상세히 설명한다. 다만, 이하의 설명에서는 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 우려가 있는 경우, 널리 알려진 기능이나 구성에 관한 구체적 설명은 생략하기로 한다.

<10> 일반적으로 초음파 합성 영상은 크게 수신 구경 합성 방법과 송신 구경 합성 방법으로 나눌 수 있다. 수신 구경 합성 방법은 상용화된 장비에 적용된 기술로 송수신 집속 방법은 기존의 방법대로 수행하고 송수신 채널을 시간적으로 나누어 여러 번 수행하고 더해진 신호들을 메모리에 저장한 후 최종적으로 저장된 신호들을 더하여 구현한다. 송신 구경 합성 방법은 단지 하나의 송신 필드로부터의 신호를 이용하는 것이 아니라 다수의 송신 필드로부터의 신호를 이용하여 상대적으로 초음파 송신 파워를 크게 하는 효과를 나타낼 수 있다.

<11> BiPBF 합성 영상 과정은 송신 구경 합성 방법의 하나로 모든 점들에 대해서 송수신 집속을 가능하게 하는 방법이다. 도 2b에서와 같이 송신 집속 점(transmit focal point)을 가상 소스 엘리먼트(virtual source element)로 보고 해석할 수 있다.

<12> 도 2a는 B 모드의 송신 필드를 나타내고 있는데, 어레이 트랜스듀서로부터 방사되어 집속 점에서 수렴하고 이후

제한된 각도를 가지고 구면파 형태로 발산하는 것을 볼 수 있다. 도 2b는 어레이 트랜스듀서의 하나의 가상 소스 엘리먼트가 집속 깊이(focal depth)에 위치해 있는 것으로 볼 수 있으며, 이를 기준으로 구면파가 앞뒤로 만들어지는 형태로 볼 수 있다. 도 2c는 영상 점(imaging point)에서 2개의 가상 소스들의 송신 필드들이 중첩됨을 보여주고 있는데, 구면 필드 대칭의 중심점에서 하나는 앞에서, 다른 하나는 뒤에서 나타남을 알 수 있다.

- <13> BiPBF 합성 영상 과정은 다른 합성 영상 과정들에 비해 모든 깊이에서 축 방향 해상도와 사이드 로브 레벨(side lobe level)이 개선되고 송신 필드를 합성함으로써 송신 파워가 증가하고 영상의 신호대잡음비가 개선된다. 그러나, 대상체가 고정된 영상 또는 느리게 움직이는 영상에 대해서만 제한적인 장점을 가질 뿐, 움직임이 많은 경우에는 오히려 해상도가 나빠지게 될 뿐만 아니라 심한 경우 대상체가 사라지는 경우까지 발생하게 된다. 특히, 축 방향의 움직임 보다 축 방향의 움직임이 영향을 많이 주게 된다. 즉, 도 3에서 고정된 대상체에 대해서는 BiPBF 합성 영상(3c)이 상대적으로 단일 송수신 방법(3a)보다 영상의 질이 좋지만, 움직이는 대상체에 대해서는 BiPBF 합성 영상(3d)이 상대적으로 단일 송수신 방법(3b)보다 영상의 질이 나쁜 결과를 보여주고 있다.
- <14> 본 발명은 BiPBF 합성 영상에서 적은 계산량으로 사이드 로브의 영향을 제거할 수 있는 방법을 제공하고자 한다.
- <15> 한 주사선의 축 방향의 움직임을 알아내는 가장 간단하고 신뢰할만한 방법 중 하나는 2D-TDI(Tissue Doppler Image)이다. 2D-TDI는 한 주사선을 향해 일정 시간 간격으로 동일한 음장을 송신해서 수신되는 초음파의 위상의 변화를 감지하여 간단하게 자기상관을 써서 평균 도플러 주파수를 찾는다.
- <16> SAI의 경우도 반복 송신한다는 점에서 2D-TDI와 어느 정도 유사하다. 다른 점은 아주 동일한 음장이 매 번 송신되지 않고 조금씩 다른 음장이 송신된다는 점이다. 매 번 송신하는 음장은 각각의 픽셀의 입장에서는 매 번 파면의 각도가 거의 일정한 각도씩 회전하게 된다. 이러한 회전하는 송신 파면 때문에 매 번 송신으로부터 구성되는 저해상도 영상(LRI : Low Resolution Image)의 사이드 로브가 역시 따라 회전하게 된다. 예컨대, 도 4a 내지 4d는 인접한 몇 개의 송신으로부터의 LRI의 빔 패턴을 나타내는데, 메인 로브를 중심으로 시계방향으로 사이드 로브가 회전하는 것을 볼 수 있다. 즉, 도 4a 내지 도 4d에서는 합성에 관여할 주사선 개수가 N=17인 경우에 대해서 각 앙상블 인덱스(자기상관함수에 입력되는 데이터 순서)에 해당하는 저해상도 영상을 얻어 이에 대한 위상을 속도로 바꾼 후 인덱스에 따른 변화를 관측한 것이다. 앙상블 인덱스가 0부터 4씩 증가하여 13까지 각각의 위상변화를 보여주고 있는데[도 4a는 인덱스 1, 도 4b는 인덱스 5, 도 4c는 인덱스 9, 도 4d는 인덱스 13], 움직임이 없는 경우에도 사이드 로브가 메인 로브를 중심으로 시계방향으로 회전하는 것을 볼 수 있다.
- <17> 이 영향의 결과, 독립된 대상체의 메인 로브의 경우는 거의 조직 도플러(tissue doppler)와 동일하게 축 방향의 움직임을 찾을 수 있지만, 그 대상체의 사이드 로브의 위치에서는 움직이지 않은 대상체의 주변에서조차도 잘못된 움직임이 검출되게 된다. 따라서, 본 발명에서는 이렇게 잘못 검출되는 현상을 보상하기 위해 새로운 송수신 시퀀스(특성화된 송수신 배열) 및 자기상관을 통한 위상 검출 방식을 제시하고자 한다.
- <18> 이하에서는 고정된 대상체 및 움직이는 대상체에 대한 자기상관을 통해 저해상도 영상(LRI)의 사이드 로브 문제를 확인하고 사이드 로브 영향과 계산량의 한계를 극복하기 위해, 송수신 빔의 재배열(즉, 선형적이 아닌 비선형적으로 배열)과 자기상관을 이용하는 과정을 구체적으로 살펴보기로 한다. 이를 통해 상대적으로 적은 계산량을 가지고 픽셀 단위의 움직임을 추정 및 보상할 수 있게 하여, 움직임이 있는 대상체에 대해 움직임이 없는 경우와 같은 영상의 해상도를 유지할 수 있게 한다.
- <19> 도 5는 본 발명의 실시예에 따라 초음파 진단 시스템의 구성을 개략적으로 도시한 도면이고, 도 6 및 도 7은 빔 포머(30) 및 영상 움직임 추정/보상 제어부(31)의 구성을 각각 상세하게 도시한 도면이다.
- <20> 어레이 트랜스듀서(array transducer)를 구비하는 프로브(10)는 초음파 신호를 송수신하는 역할을 한다. 프로브(10)는 초음파 송신부(미도시됨) 및 아날로그 수신부(미도시됨)를 더 구비한다. 어레이 트랜스듀서는 다수의(예를 들어, 128개) 엘리먼트로 구성되어 있고, 초음파 송신부로부터의 전압 인가에 응답하여 초음파 펄스를 출력한다. 초음파 송신부는 어레이 트랜스듀서에 전압 펄스를 인가하여 어레이 트랜스듀서 각각의 엘리먼트에서 초음파 펄스가 출력되도록 한다. 아날로그 수신부는 어레이 트랜스듀서 각각의 엘리먼트에서 출력된 초음파 펄스가 대상체에서 반사되어 돌아오는 반사 신호(에코 신호)를 수신하고, 수신된 반사 신호를 증폭, 에일리어싱(Aliasing) 현상 및 잡음 성분의 제거, 초음파가 신체 내부를 통과하면서 발생하는 감쇄의 보정 등의 처리를 거친다.
- <21> 송수신 스위치(Transmit/Receive Switch)(20)는 초음파 신호를 동일한 어레이 트랜스듀서에서 송신과 수신을 하기 위한 스위치 역할을 한다. 송수신 스위치(20)는 초음파 송신부에서 방출되는 고압의 전력이 수신부에 영향을

주지 않도록 하는 역할을 한다. 즉, 트랜스듀서가 송신 및 수신을 번갈아가며 수행할 때, 초음파 송신부와 아날로그 수신부를 적절히 스위칭해준다.

- <22> 빔포머(30)는 각각의 어레이 트랜스듀서 소자(Element)에 수신된 신호를 수신 집속한다. 빔포머(30)는 아날로그 수신부에 수신된 수신신호의 이득을 보상하고[이득 조절부(301)], 수신된 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환시킨다[아날로그-디지털 변환부(302)]. 이후, 빔포머(30)는 아날로그-디지털 변환부(302)로부터 수신된 신호들에 서로 지연량(amount of delay)[수신 집속(focusing)을 하려는 위치에 따라 결정됨]을 적용하고[지연부(303)], 지연된 신호들을 합성함으로써[영상 합성부(304)] 수신 집속을 수행한다.
- <23> 에코 처리부(40)는 빔포머(30)에서 집속된 수신 주사선의 RF 신호를 기저대역신호로 변화시키고 직교 복조기(quadrature demodulator)를 사용해서 포락선(envelope)을 검출하여 하나의 주사선에 대한 데이터를 얻는다.
- <24> 스캔 변환부(50)는 주사선 상의 소정의 점으로부터 수신 집속된 데이터를 저장하고 이를 수평 주사선 표시 형식의 디스플레이부(60)에서 사용되는 데이터 형식으로 변환시킨다. 즉, 초음파 영상을 디스플레이하기에 적당한 형태로 변환해 준다.
- <25> 디스플레이부(60)는 영상처리된 초음파 영상을 디스플레이한다.
- <26> 이상에서는 초음파 진단 시스템에서 일반적인 초음파 합성 영상 과정을 위한 각 구성요소들에 대해서 살펴보았다.
- <27> 본 발명의 궁극적인 목적은 초음파 합성 영상 과정에서 움직임이 있는 대상체에 대한 추정과 보상을 통하여, 움직임이 있는 대상체에 대해 움직임이 없는 경우와 같은 영상의 해상도를 유지하고자 한다. 이를 위해, 본 발명의 실시예에서는 초음파 송수신 빔의 특성화된 배열(즉, 선형적이 아닌 비선형적인 배열)과 이를 그룹화된 데이터를 가지고 자기상관기(311~313)에 입력하여 움직임의 추정과 보상에 필요한 데이터(예컨대, 픽셀 또는 샘플 단위의 위상 데이터)를 생성한다. 즉, 본 발명에서는 송수신 제어부(21)를 통한 송수신 빔의 특성화된 배열[도 8 참조]과 이에 대한 주사선 증가 방향의 데이터들과 감소 방향의 데이터들을 그룹화하고, 주사선 증가 방향의 M, N개의 그룹 데이터와 감소 방향의 L개의 그룹 데이터를 자기상관기(도 7의 311~313)에 각각 입력하여, 자기상관기(311~313)에서 이를 가지고 대상체 움직임에 대한 위상 데이터(픽셀 또는 샘플 기반의 평균 위상)를 추출하여 움직임 추정 및 보상을 위한 데이터로 제공하게 된다. 이후, 위상 데이터(대상체의 평균 위상)에 기초하여 속도를 구할 수 있고, 구해진 속도를 기반으로 움직임을 보상(예컨대, 픽셀마다 추정된 속도를 기반으로 집속지연시간을 보상)하면[영상 움직임 추정/보상 제어부(31)의 제어부(315)에서 수행함], 움직임이 있는 대상체에 대해 움직임이 없는 경우와 같은 영상의 해상도를 유지할 수 있게 한다. 영상 움직임 추정/보상 제어부(31)는 도 5 및 도 6에서 빔 포머(30)의 외부에 존재하는 것을 가정하였지만, 빔 포머(30)의 내부에 존재할 수도 있다. 본 발명은 영상 움직임 추정/보상 제어부(31)의 위치에 한정되지 않는다.
- <28> 본 발명의 송수신 제어부(21)에서는 송수신 빔을 선형적으로 증가하지 않고 특성화된 형태로 재배열(비선형적으로 배열)하고, 본 발명의 영상 움직임 추정/보상 제어부(31)의 자기상관기(311~313)에서는 재배열된(즉, 선형적이 아닌 비선형적으로 배열되어 송신된) 송신빔을 기반으로 수신된 빔들을 가지고 자기상관함수를 이용하여 각 픽셀의 위상과 크기를 통해 검출한다. 이와 같이 함으로써 적은 계산량으로 사이드 로브의 영향을 제거할 수 있고, 이는 결국 초음파 합성 영상 과정에서 움직임이 있는 대상체에 대한 추정과 보상을 통하여[영상 움직임 추정/보상 제어부(31)의 제어부(315)에서 수행함], 움직임이 있는 대상체에 대해 움직임이 없는 경우와 같은 영상의 해상도를 유지시킬 수 있게 한다. 본 발명의 실시예에서는 영상 움직임 추정과 보상을 위한 제어 과정[즉, 움직임 추정과 보상에 필요한 위상 데이터를 추출토록 함]을 위주로 설명하고, 이후의 영상 움직임 추정 및 보상 과정[즉, 위상값을 대상체가 움직인 거리로 변환하여 속도를 구하고, 구해진 속도를 기반으로 움직임을 보상(예컨대, 픽셀마다 추정된 속도를 기반으로 집속지연시간을 보상)함]을 부가적으로 설명한다.
- <29> 우선, LRI(Low Resolution Image)들을 통하여 움직임이 없는 고정된 영상과 움직임이 있는 영상에 대해서 메인 로브(main lobe)와 사이드 로브(side lobe)의 위상(phase) 상태를 확인해보고, 이후 각각에 대해서 재배열된 상태에서의 결과를 확인해 보기로 한다.
- <30> 도 9는 BiPBF 합성 영상 과정을 나타낸 것으로, 하나의 합성된 주사선을 구하기 위해 N=9의 주위 주사선들이 관여함을 보여주고 있고, 주사선이 이동, 증가함에 따라 관여된 주사선들도 이에 맞추어 이동함을 나타낸다. 0~8은 자기상관을 위한 인덱스 순서(index order)이고, N=9는 영상 합성에 관여할 주사선 개수로서 자기상관함수를 이용하여 평균 위상을 구하기 위해 필요한 앙상블 개수(ensemble number)이다. 임의의 P₀점에서는 파면들이 계속 진행하여 0~8(자기상관함수에 입력되는 데이터 순서, 즉 앙상블 인덱스)에 해당하는 파면들이 중첩되어 영상

을 합성한다고 가정할 수 있다.

- <31> LRI는 개수가 N=9로 0~8까지 주사선을 증가하는데, 도 10에서와 같이 각각 0번째, 1번째..... 8번째를 모아서 합성 영상을 구성한 것이다. 위와 같은 경우에는 4번째 영상이 전통적 단일 송수신 초점 영상으로 볼 수 있다. N=9인 경우, 9장의 LRI를 얻어서 이에 대한 위상의 변화를 볼 수 있다.
- <32> 도 11a는 BiPBF RF 영상을 나타내고, 도 11b는 BiPBF 합성 영상 과정을 통해 고정된 대상체에 대해서 단순히 자기상관 결과를 보여준다. 도 11b에서, 메인 로브(main lobe)는 위상의 변화가 없기 때문에 자기상관 결과에서 블랙홀(black hole) 형태로 보이지만, 고정된 대상체임에도 불구하고 사이드 로브(side lobe)의 영향 때문에 위상이 변화됨을 볼 수 있다. 또한, 메인 로브로 가까워질수록 위상의 변화가 작아지는 것을 볼 수 있다. 이는 대상체가 고정되었든 움직이든 사이드 로브의 위상 변화의 영향들을 최소화해야 한다는 것을 의미하고, 단순히 사이드 로브의 영향을 고려하지 않고 자기상관하여 움직임을 찾을 경우 고정된 대상체도 움직임이 있는 형태의 결과를 보게 된다.
- <33> LRI를 통해서 도 12와 같은 결과가 나올 수 있다. 도 12는 전체적으로 RF 데이터의 위상을 보여 주고, 이중 "12a"는 도 10의 0번째 LRI0의 위상이고, "12b"는 1번째 LRI1의 위상이며, "12c"는 8번째 LRI8의 위상을 보여 주고 있다. 도 12에서는 위상의 상대적 변화를 확인하기 용이하도록 라인을 4개, 즉 L0~L3으로 표시하였다. L0는 같은 위치를 표시하기 위한 것이고, L1~L3까지는 사이드 로브 관련하여 변화된 위상을 보여주기 위한 것이다. 결과에서 보듯이 LRI0에서 LRI1로 가면서 위상이 변화하였음을 볼 수 있고, 위쪽으로 움직임(즉, 위상)이 많이 변화되었음을 알 수 있다. 즉, LRI8은 "LRI0 → LRI1 → LRI2 → LRI3.. → LRI8" 형태로 누적되어 있으므로, LRI0에 비해 위상 변화가 많이 이루어졌음을 알 수 있다. 사이드 로브 관련하여 변화된 결과와 더불어 메인 로브 부분은 위상 변화가 거의 없음을 볼 수 있다.
- <34> 이상에서는 고정된 대상체에 대한 자기상관과 LRI 실험을 통해 사이드 로브에 대한 문제점과 영향들을 확인할 수 있었다. 이하에서는 본 발명의 실시예에 따라, 고정된 대상체에서 송수신 빔 재배열(선형적이 아닌 비선형적으로 배열)에 대한 자기상관 과정을 구체적으로 살펴보기로 한다.
- <35> 송수신 빔을 선형적으로 배열하지 않고[선형적 배열은 공지의 기술임] 특성화된 형태로 재배열(비선형적으로 배열)하는 이유는, 선형적인 빔들을 가지고 자기상관함수를 통해 픽셀 단위로 위상과 크기를 구하게 되면 대상체가 움직이지 않은 경우에는 속도가 0m/s로 나와야 이상적이지만, 사이드 로브의 영향으로 속도 성분이 검출되기 때문이다. 즉, 고정된 대상체의 경우 송수신 빔이 선형적으로 증가하면 대상체의 메인 로브의 위상은 변하지 않지만, 사이드 로브의 위상은 x, y 공간에서 보면 일정한 패턴을 가지고 회전하게 된다. 이 결과를 가지고 보상을 할 경우에 보다 정확한 보상이 이루어지지 않기 때문에 이를 고려해야 한다. 즉, 본 발명에서는 사이드 로브의 영향들을 최소화하기 위해 송수신 빔에 대한 재배열(즉, 선형적이 아닌 비선형적으로 배열)을 하고 이를 자기상관한다.
- <36> 도 8은 재배열(즉, 선형적이 아닌 비선형적으로 배열)된 송수신빔의 형태를 보여주고 있는데, 주사선 증가 그룹과 감소 그룹으로 나누고, 증가, 감소의 절대값이 증가 +2, 감소 -1, 다른 것을 보여 주고 있다. 예를 들어, 송신을 인접한 주사선대로 순차적으로 1,2,3,4..처럼 차례대로 송신(선형적 배열)하지 않고, 예컨대 2,1,4,3,6,5..의 순서로(비선형적 배열), 송신 주사선의 증감이 한 번은 -1, 다음은 +2의 차이가 나도록 배치한다. 이 경우, 첫 번째 송신과 두 번째 송신을 써서 위상차를 구한 것을 a(1,3)으로 표현한다면, 정지한 대상체의 사이드 로브의 위치의 픽셀에서 a(2,4), a(3,5), a(8,10) 등을 써서 구한 평균 위상차를 B[즉, +2 차이가 나는 B 그룹], 또한 a(2,1), a(4,3), a(6,5) 등을 써서 구한 평균 위상차를 A[즉, -1 차이가 나는 A 그룹]로 묶어 표현할 수 있다. 정지한 대상체의 경우 각각의 평균 위상차를 A와 B로 표현하면, 근사적으로 하기의 [수학식 1]과 같이 된다.

수학식 1

<37> $B = -2A$

수학식 2

<38> $A + \frac{1}{2} \times B = 0$

<39> [수학식 2]로부터 매 픽셀마다 A와 B를 따로 구한 다음 가중치를 곱하고 그것들을 합하면 사이드 로브의 회전으

로 인한 잘못된 움직임 검출을 상쇄시킬 수 있다. 아울러, 대상체가 실제로 움직이는 경우, 비록 송신 주사선의 순서가 바뀌어도 매 송신 때마다 실제로 대상체가 다가오거나 멀어지므로 이로 인한 위상의 회전은 하기의 [수학식 3](평균 위상을 나타냄)과 같이 되어 상기와 같이 가중치를 곱하고 이를 합하면 일반 2D-TDI와 같이 대상체의 속도를 정확히 측정할 수 있다.

수학식 3

<40> $B = 2A$

<41> 결과적으로, 사이드 로브 회전으로 인한 불필요한 위상 변화는 저감되고 메인 로브의 움직임에 대한 위상 변화는 관측되게 된다.

<42> 상기에서, 평균 위상을 구하는 방법은 자기상관법을 이용하게 된다.

<43> 자기상관 과정에 대해 보다 구체적으로 살펴보면 다음과 같다. 우선, 하기의 [수학식 4]와 같이 함수 $z(t)$ 와 $z^*(t-T)$ 로부터 $z_1(t)$ 를 정의할 수 있다.

수학식 4

<44> $z_1(t) = z(t) \times z^*(t-T)$

수학식 5

<45> $z^*(t-T) = x(t-T) - jy(t-T)$

<46> $z^*(t-T)$ 는 상기 [수학식 5]와 같이 함수 $z(t)$ 로부터 지연시간 T만큼 지연된 켈레복소값(conjugate complex)이다. 어떤 시간 동안에 대해서 $z_1(t)$ 를 적분함으로써 자기상관함수의 결과를 하기의 [수학식 6]과 같이 얻을 수 있다.

수학식 6

<47> $R(T, t) = \int_{t-nT}^t z_1(t') dt' = R_x(T, t) + jR_y(T, t)$

<48> 상기 [수학식 6]에서 n은 일정 방향의 송신 펄스의 연속된 개수로 일반적으로 초음파 영상에서 양상블 개수로 표현된다.

<49> 하기의 [수학식 7]은 송신 주사선 배치가 +2씩 증가하는 부분에 대한 자기상관함수를 표현한 것이다. 하기의 [수학식 8] 및 [수학식 9]는 주사선 증가 그룹의 크기 및 위상을 각각 나타낸 것이다. 이 과정은 영상 움직임 추정/보상 제어부(31)의 자기 상관기(311~313) 중 예컨대 자기 상관기(312)에서 주사선 증가 그룹 데이터에 대해 수행한다.

수학식 7

<50> $R_I(T_I, t) = \int_{t-nT_I}^t z_{1I}(t') dt' = R_{xI}(T_I, t) + jR_{yI}(T_I, t)$

수학식 8

<51> $|R_I(T_I, t)| = \sqrt{R_{xI}^2(T_I, t) + jR_{yI}^2(T_I, t)}$

수학식 9

<52> $\Phi(T_I, t) = \tan^{-1} \frac{R_{yI}(T_I, t)}{R_{xI}(T_I, t)}$

<53> 상기 [수학식 9]로부터 가중치를 주어 위상을 구하면 하기의 [수학식 10]과 같이 표현된다.

수학식 10

$$\bar{\Phi}_g(T_I, t) = \frac{1}{2} \times \tan^{-1} \frac{R_{yi}(T_I, t)}{R_{xi}(T_I, t)}$$

<54>

<55> 송신 주사선 증가방향에 대한 최종적 결과식은 하기의 [수학식 11] 및 [수학식 12]와 같다.

수학식 11

$$R_{\theta zi}(T_I, t) = |R_I(T_I, t)| \times \cos(\bar{\Phi}_g(T_I, t))$$

<56>

수학식 12

$$R_{\theta yi}(T_I, t) = |R_I(T_I, t)| \times \sin(\bar{\Phi}_g(T_I, t))$$

<57>

<58> 한편, 송신 주사선 -1씩 감소하는 방향에 대한 식은 하기의 [수학식 13] 내지 [수학식 15]와 같다. [수학식 13]은 송신 주사선 배치가 -1씩 감소하는 부분에 대한 자기상관함수를 표현한 것이고, [수학식 14] 및 [수학식 15]는 주사선 감소 그룹의 크기 및 위상을 각각 나타낸 것이다. 이 과정은 영상 움직임 추정/보상 제어부(31)의 자기 상관기(311~313) 중 예컨대 자기 상관기(311)에서 주사선 감소 그룹 데이터에 대해 수행한다.

수학식 13

$$R_D(T_D, t) = \int_{t-nT_D}^t \tilde{z}_{1D}(t') dt' = R_{xD}(T_D, t) + jR_{yD}(T_D, t)$$

<59>

수학식 14

$$|R_D(T_D, t)| = \sqrt{R_{xD}^2(T_D, t) + R_{yD}^2(T_D, t)}$$

<60>

수학식 15

$$\bar{\Phi}(T_D, t) = \tan^{-1} \frac{R_{yD}(T_D, t)}{R_{xD}(T_D, t)}$$

<61>

<62> 결과적으로, 송신 주사선의 +2 증가방향과 -1 감소방향의 결과[즉, 영상 움직임 추정/보상 제어부(31)의 자기 상관기(311~313)에서 주사선 증가 그룹 및 주사선 감소 그룹 데이터에 대해 각각 수행함]를 더한[이는 영상 움직임 추정/보상 제어부(31)의 합산부(314)에서 수행함] 복소값은 하기의 [수학식 16] 및 [수학식 17]과 같으며, 이를 가지고 해당 픽셀 또는 샘플에 대한 크기는 하기의 [수학식 18], 위상은 하기의 [수학식 19]로 나타낼 수 있다.

수학식 16

$$R_{Tx}(T, t) = R_{\theta zi}(T_I, t) + R_{xD}(T_D, t)$$

<63>

수학식 17

$$R_{Ty}(T, t) = R_{\theta yi}(T_I, t) + R_{yD}(T_D, t)$$

<64>

수학식 18

<65>
$$|R_T(T, t)| = \sqrt{R_{Tx}^2(T, t) + jR_{Ty}^2(T, t)}$$

수학식 19

<66>
$$\Phi_T(T, t) = \tan^{-1} \frac{R_{Ty}(T, t)}{R_{Tx}(T, t)}$$

<67> 상기 [수학식 19]는 픽셀 기반의 평균 위상을 나타낸다. 이를 이용하면, 특정 영역 기반의 평균 위상을 구할 수도 있다. 이를 살펴보면, 우선 상기 [수학식 16]과 [수학식 17]의 결과를 공간상의 좌표로 하기의 [수학식 20]과 같이 표현할 수 있다.

수학식 20

<68>
$$R_{Tx}(T, t) \rightarrow R_{Px}(s, z), R_{Ty}(T, t) \rightarrow R_{Py}(s, z)$$

<69> 상기 [수학식 20]은 다시 [수학식 21] 및 [수학식 22]와 같이 표현하여 특정 영역 기반의 평균 위상을 가지는 형태로 확장할 수 있다.

수학식 21

<70>
$$R_{Rx}(i, j) = \frac{1}{K} \sum_{s=i}^{m} \sum_{z=n}^o R_{Px}(s, z)$$

수학식 22

<71>
$$R_{Ry}(i, j) = \frac{1}{K} \sum_{s=i}^{m} \sum_{z=n}^o R_{Py}(s, z)$$

<72> 제안된 송신 주사선과 자기상관함수를 이용하여 추정된 평균 위상을 가지고 움직임 보상을 해야 한다. 이를 위해 추정된 위상값을 대상체가 움직인 거리로 변환해야 하는데, 하기의 [수학식 23]은 대상체가 움직인 속도를 나타낸다. c는 음속, f0는 트랜스듀서의 중심주파수, 그리고 PRF는 송신이 반복되는 주파수를 나타낸다. 하기의 [수학식 24]는 변환된 대상체의 속도를 가지고 움직인 거리를 구한 것이다. 구해진 속도를 기반으로 픽셀마다의 집속시간을 보상해주면 된다.

수학식 23

<73>
$$V_{\text{target}} = \Phi_T \times \frac{c}{2 \times f_0} \times \frac{PRF}{2 \times \pi}$$

수학식 24

<74>
$$z_{\text{target}} = V_{\text{target}} \times \frac{1}{PRF}$$

<75> 상기에서 픽셀마다 추정된 속도를 기반으로 집속지연시간을 보상하는 방법의 예로서, 매 픽셀의 송신집속지연시간, 수신집속지연시간에 대해 각각 보상을 적용하거나, 기존에 움직임이 고려되지 않은 송신집속지연시간과 수신집속지연시간은 그대로 두고 추가로 움직임보상집속지연시간을 적용할 수도 있다.

<76> 고정된 대상체에 대해 송수신 빔의 재배열을 통해 자기상관을 실시하면, 도 13a 및 도 13b와 같은 결과를 얻게 된다. 도 13a는 고정된 대상체에서 송수신 빔의 재배열에 의한 주사선 감소 그룹에 대해 자기상관을 실시한 결과이고, 도 13b는 고정된 대상체에서 송수신 빔의 재배열에 의한 주사선 증가 그룹에 대해 자기상관을 실시한 결과를 보여준다.

- <77> 도 8과 같이 송수신 빔의 재배열을 통해 자기상관을 실시하면 사이드 로브의 영향이 확연히 줄어들게 된다[도 14b 및 도 14c 참조]. 도 14a에서, c0는 원래 메인 로브(main lobe)의 크기를 나타내고, 주위는 사이드 로브(side lobe)로 볼 수 있다. 이 경우 메인 로브는 사이드 로브의 영향을 받고 있다.
- <78> 그러나, 재배열된 송수신 빔을 자기상관하게 되면, 도 14b의 c1와 같이 메인 로브에 미치는 주위 사이드 로브의 영향이 줄어들게 됨을 알 수 있다. 아울러, 파워 임계치(power threshold) 전압을 조정하면, 도 14c의 c2와 같이 사이드 로브로 인한 영향을 보다 줄일 수 있다. 결과적으로, 재배열된 송수신 빔의 자기상관을 통해, 대상체가 고정된 경우 사이드 로브의 영향을 줄여 줄 수 있다.
- <79> 한편, 움직이는 대상체에 대해 송수신 빔 재배열후 자기상관을 실시하기 위해서는, 움직이는 대상체를 모델링하기 위해 앞서 실험한 고정된 대상체에 대한 RF 데이터를 주사선이 증가함에 따라 주사선별로 하나의 샘플씩 증가하도록 조정한다. RF 데이터는 7.5MHz 프로브에 대해서 61.6MHz 샘플링으로 얻어진 데이터이다. 그래서 하나의 샘플 변화는 위상이 $2 * \pi / (61.6 / 7.5)$ 로 대략 $2 * \pi / 8.21$ 변화되었음을 알 수 있다. 본 발명이 추구하는 최종목적인 사이드 로브의 영향을 최소화 하면서 대상체의 움직임을 추정하는 것이므로 메인 로브가 움직이는 것이 관측되어야 한다.
- <80> 움직이는 대상체에 대해 송수신 빔의 재배열을 통해 자기상관을 실시하면, 도 15a 내지 도 15c와 같은 결과를 얻게 된다. 도 15a는 움직이는 대상체에서 송수신 빔의 재배열에 의한 주사선 감소 그룹에 대해 자기상관을 실시한 결과이고, 도 15b는 움직이는 대상체에서 송수신 빔의 재배열에 의한 주사선 증가 그룹에 대해 자기상관을 실시한 결과를 보여준다. 도 15c에서 R0는 메인 로브의 이동으로 위상이 변화된 것을 보여준다.
- <81> 이하에서는 본 발명과 종래 방식과의 차이에 따른 시뮬레이션 결과를 살펴보기로 한다.
- <82> 도 16a 및 도 16b는 대상체가 움직이지 않는 경우, 종래의 방법과 본 발명에 따라 BiPBF(N=17)를 이용하여 구한 공간상의 속도 분포를 나타낸 것이다. 도 16a는 종래의 송신빔 순서(선형적 배열)를 가지는 BiPBF 합성 영상 방법으로 N=17인 경우에 대해서 자기상관함수를 이용하여 평균 위상을 구하고 이를 가지고 속도로 나타낸 결과이다. 사이드 로브 부분에서 불필요한 속도 성분이 검출되는 것을 알 수 있다. 낮은 신호에 대한 평균 속도를 무시하기 위해 파워 임계치는 0~1 사이로 노멀라이제이션(normalization)된 결과 기준에서 적절하게(예컨대, 0.0002)로 조절하였다. 도 16b는 본 발명의 실시예에 따라 송신 주사선을 재배치하고 주사선 증감 방향에 따라 가중치를 두어 평균 속도를 구한 결과이다.
- <83> 도 16a 및 도 16b를 비교하면, 본 발명은 종래의 방법에 비교하여 사이드 로브로 인한 위상, 또는 속도 변화가 범위가 작고 공간상에서도 작은 면적에 걸쳐 있음을 보여주어, 종래의 방법보다 사이드 로브로 인한 영향을 상당히 줄일 수 있음을 알 수 있다[종래의 방법에 비해 본 발명이 사이드 로브의 회전에 의한 속도 검출 오차가 대폭 감소됨]. 아울러, 파워 임계치를 적절히 조절하면 사이드 로브로 인한 속도 영향을 좀더 줄일 수 있다.
- <84> 도 17a 및 도 17b는 대상체가 움직이는 경우, 종래의 방법과 본 발명에 따라 BiPBF(N=17)를 이용하여 구한 공간상의 속도 분포를 나타낸 것이다. 대상체는 트랜스듀서 중심에서 깊이 60mm 지점부터 60mm/s 속도로 축방향으로 깊이 0mm 지점을 향하여 움직이며, PRF는 4kHz로 정의하였다. 단, 장비로 받은 RF 데이터의 경우는 샘플링 클럭을 61.6MHz를 사용하였다. 구현 방법은 움직임을 없는 경우와 동일하며 보상 방법은 선형적 방법으로 진행하였다.
- <85> 도 17a는 종래의 방법으로, 도 17b는 본 발명에 따라 구한 평균 위상을 가지고 속도 성분을 구한 것이다. 도 17b의 본 발명이 도 17a의 종래 방법보다 속도 분포가 60mm/s를 중심으로 분포되어 있음을 알 수 있다. 파워 임계치는 0~1 사이로 노멀라이제이션(normalization)된 결과 기준에서 적절하게(예컨대, 0.0002) 조절하였다.
- <86> 이상적으로 60mm/s 속도 1개만 존재하지만, 종래 방법의 경우 속도가 +120mm/s 이상까지 검출되는 것을 알 수 있다. 본 발명은 60mm/s에 가깝게 따라가는 것을 알 수 있고, 더불어 픽셀 단위로 메인 로브의 움직임을 따라감을 알 수 있다. 마찬가지로 60mm/s 속도 1개만 존재해야 하지만 일부 남아있는 사이드 로브 속도 성분으로 인해 어느 정도 다른 속도들이 있음을 알 수 있고 표준편차가 종래 방법에 비해 상대적으로 작아지게 된다.
- <87> 도 18에 원래 움직임을 없는 경우(solid), 움직임을 있는 것을 아무 보상하지 않은 경우(dash), 본 발명의 실시예에 따라 움직임을 추정한 다음 추정된 값으로 움직임을 보정한 경우(dot)에 대해 합성 영상의 측방향 빔폭을 비교하였다. 움직임을 보상하지 않으면 측방향 빔폭이 심각하게 나빠지지만, 보상하면 거의 움직임을 없는 경우와 비슷하게 되었음을 보여준다.
- <88> 실제 데이터를 가지고 실험하기 위해서, 테스트 펜텀을 ATS539를 사용하였다. 실험조건은 관심 깊이 영역은

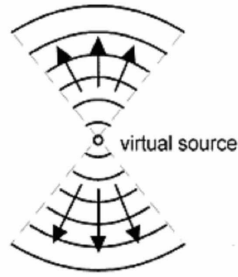
0~60mm, 움직임 속도는 60mm/s, 팬텀이 움직이는 영역은 10.3mm~20.3mm, 송신 초점거리는 12mm, Tx/Rx f-number는 1, 그리고 초음파 속도는 1450m/s로 정의하였다. 도 19에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따라 실험한 결과(19c)의 해상도가 보상전(19b) 보다 향상되었음을 알 수 있다. 본 발명의 실시예에 따라 움직임 보상한 결과의 해상도가 움직임이 없는 경우의 합성 영상의 해상도와 비교하여 상응하게 유지됨을 알 수 있다. 도 19에서, "19a"는 비합성 영상(N=1), "19b"는 BiPBF 합성 영상 방법의 보상전 합성 영상(N=17), "19c"는 BiPBF 합성 영상 방법의 보상후 합성 영상(N=17)이다.

<89> 본 명세서에서는 본 발명이 일부 실시예들과 관련하여 설명되었지만, 본 발명이 속하는 기술분야의 당업자가 이해할 수 있는 본 발명의 정신 및 범위를 벗어나지 않는 범위에서 다양한 변형 및 변경이 이루어질 수 있다는 점을 알아야 할 것이다. 또한, 그러한 변형 및 변경은 본 명세서에 첨부된 특허청구의 범위 내에 속하는 것으로 생각되어야 한다.

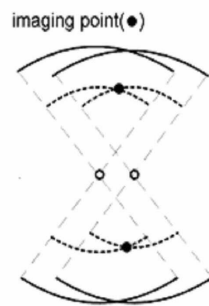
도면의 간단한 설명

- <90> 도 1은 일반적인 합성 영상 생성 과정을 보여주는 설명도.
- <91> 도 2a 내지 2c는 초음파 방사 예를 보여주는 설명도.
- <92> 도 3은 고정된 대상체와 움직이는 대상체에 대한 합성 영상을 비교한 예시도.
- <93> 도 4a 내지 도 4d는 N=17인 경우 LRI 송신빔 패턴을 보여주는 설명도.
- <94> 도 5는 본 발명의 실시예에 따라 초음파 진단 시스템의 구성을 개략적으로 도시한 도면.
- <95> 도 6은 도 5의 빔포머의 구성을 상세하게 도시한 도면.
- <96> 도 7은 도 5의 영상 움직임 추정/보상 제어부의 구성을 상세하게 도시한 도면.
- <97> 도 8은 본 발명의 실시예에 따라 송수신 빔의 특성화된 배열을 보여주는 설명도.
- <98> 도 9는 BiPBF 합성 영상 과정을 보여주는 설명도.
- <99> 도 10은 LRI와 주사선의 관계를 보여주는 설명도.
- <100> 도 11a는 BiPBF RF 영상을 보여주는 설명도.
- <101> 도 11b는 BiPBF 합성 영상 과정을 통해 고정된 대상체에 대해 자기상관을 실시한 결과를 보여주는 설명도.
- <102> 도 12는 RF 데이터의 위상 변화를 보여주는 설명도.
- <103> 도 13a 및 도 13b는 본 발명의 실시예에 따라 고정된 대상체에 대해 송수신 빔 재배열후 자기상관을 실시한 결과를 보여주는 설명도.
- <104> 도 14a는 고정된 대상체에 대해 자기상관을 실시한 결과를 보여주는 설명도.
- <105> 도 14b 및 도 14c는 본 발명의 실시예에 따라 고정된 대상체에 대해 송수신 재배열후 자기상관을 실시한 결과를 보여주는 설명도.
- <106> 도 15a 내지 도 15c는 본 발명의 실시예에 따라 움직이는 대상체에 대해 송수신 빔 재배열후 자기상관을 실시한 결과를 보여주는 설명도.
- <107> 도 16a는 종래의 방법에 따라 고정된 대상체에서 BiPBF(N=17)를 이용하여 구한 공간상의 속도분포를 보여주는 설명도.
- <108> 도 16b는 본 발명의 실시예에 따라 고정된 대상체에서 BiPBF(N=17)를 이용하여 구한 공간상의 속도분포를 보여주는 설명도.
- <109> 도 17a는 종래의 방법에 따라 움직이는 대상체에서 BiPBF(N=17)를 이용하여 구한 공간상의 속도분포를 보여주는 설명도.
- <110> 도 17b는 본 발명의 실시예에 따라 움직이는 대상체에서 BiPBF(N=17)를 이용하여 구한 공간상의 속도분포를 보여주는 설명도.
- <111> 도 18은 종래의 방법과 본 발명의 실시예에 따라 움직이는 대상체에서 각 주사선 상의 최대값에 대한 측방향 필

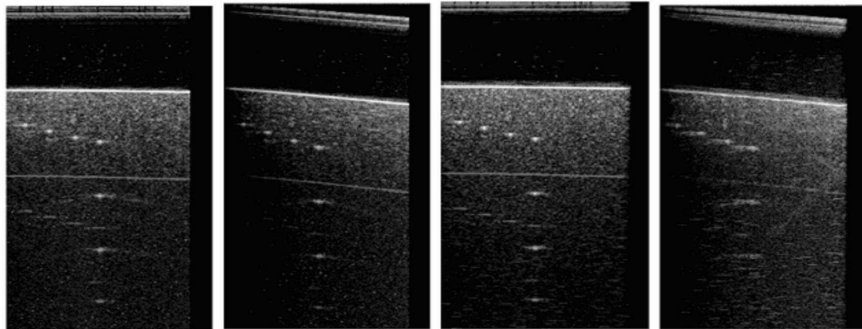
도면2b



도면2c



도면3



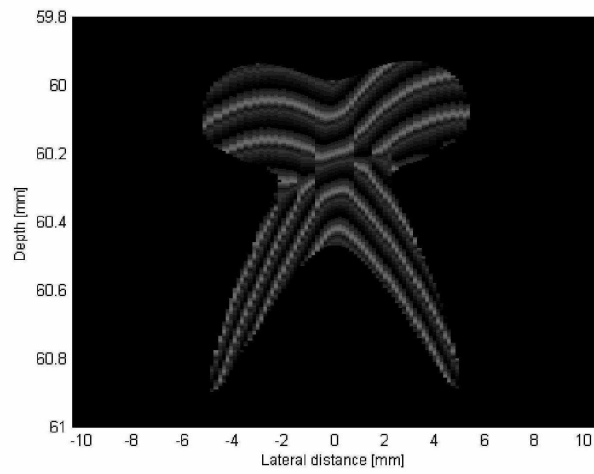
(3a)고정된 대상체
-단일 송수신부

(3b)움직이는 대상체
-단일 송수신부

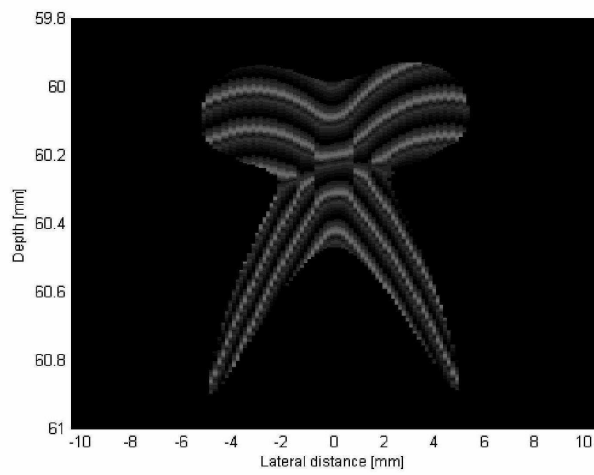
(3c)고정된 대상체
-biPBF

(3d)움직이는 대상체
-biPBF

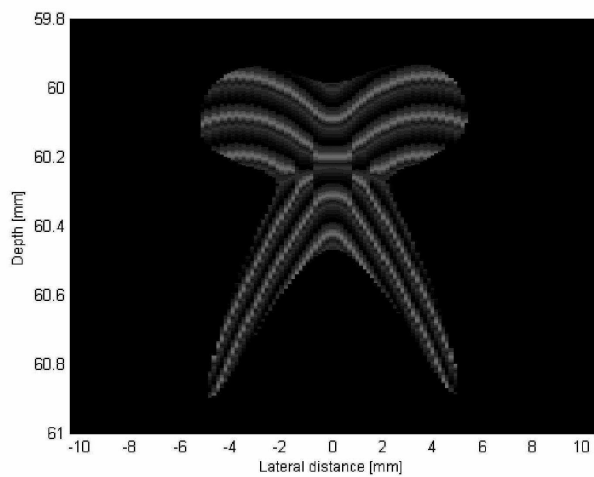
도면4a



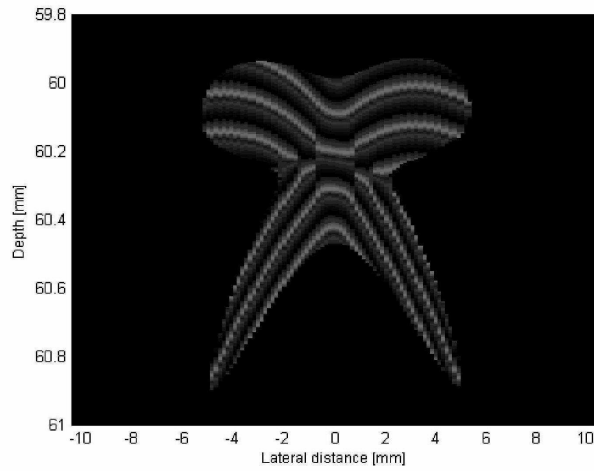
도면4b



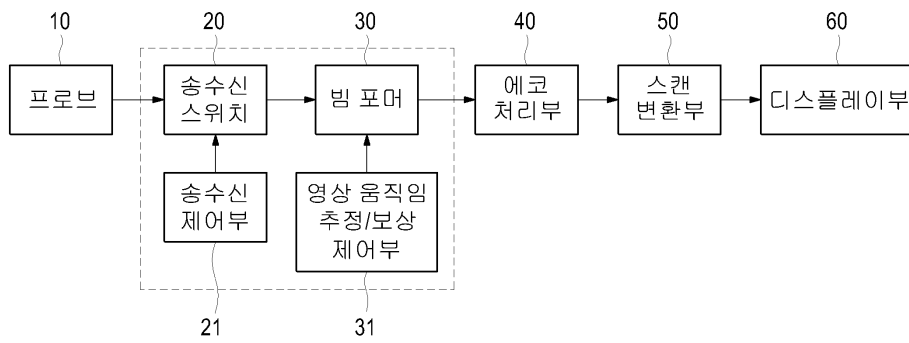
도면4c



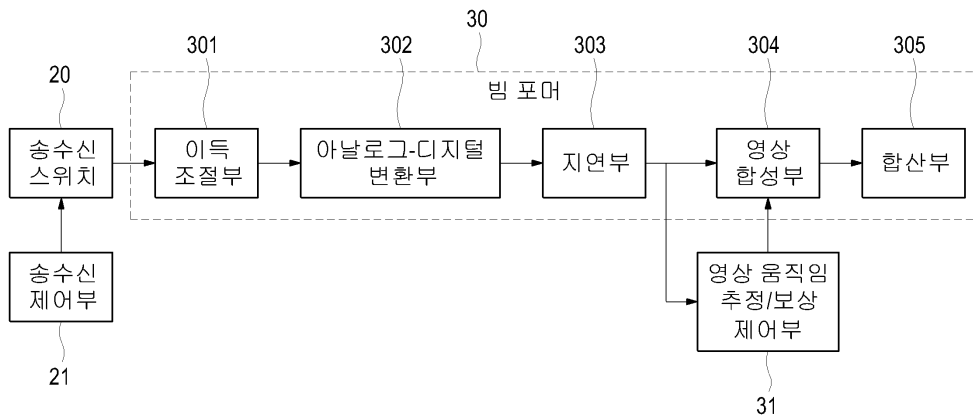
도면4d



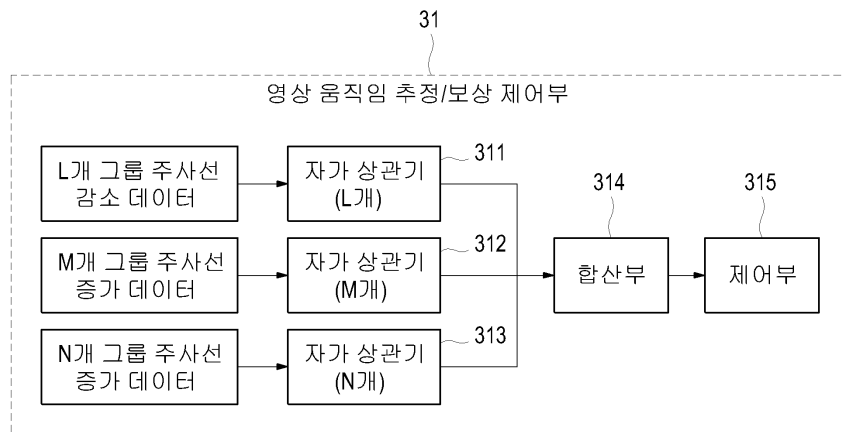
도면5



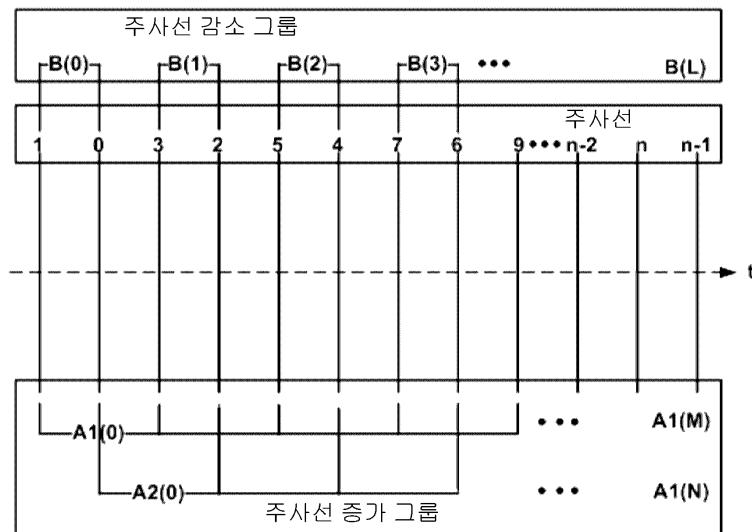
도면6



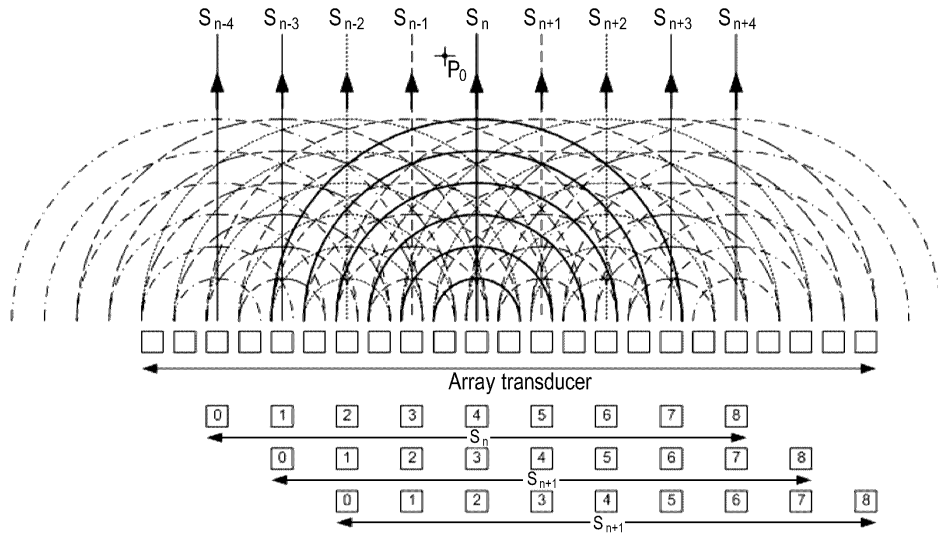
도면7



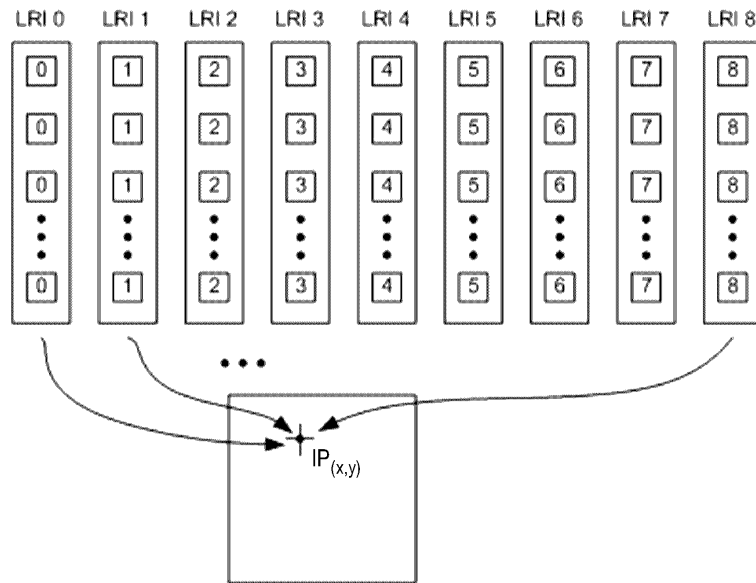
도면8



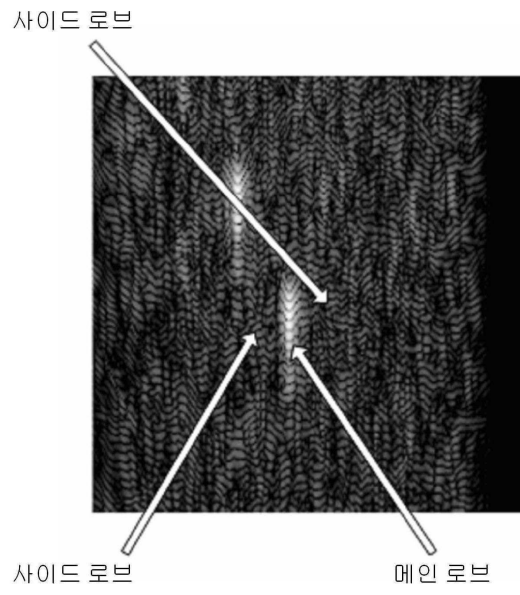
도면9



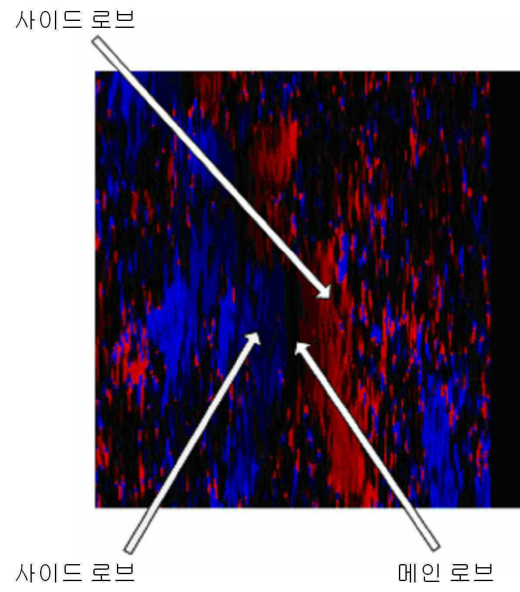
도면10



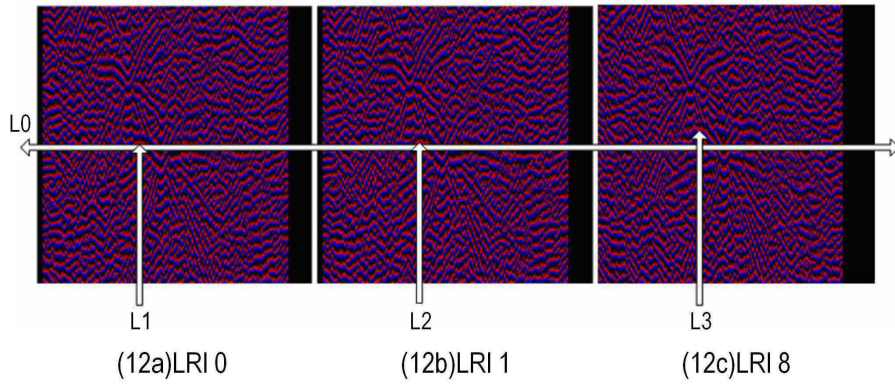
도면11a



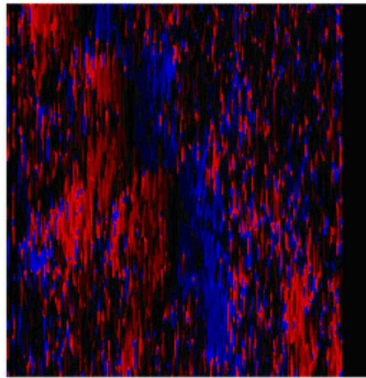
도면11b



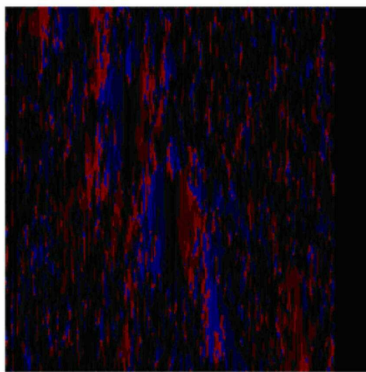
도면12



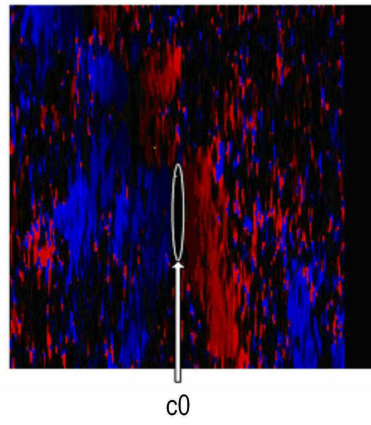
도면13a



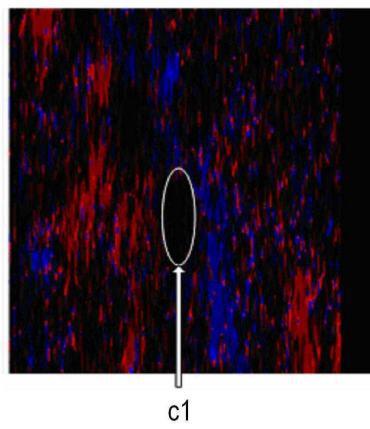
도면13b



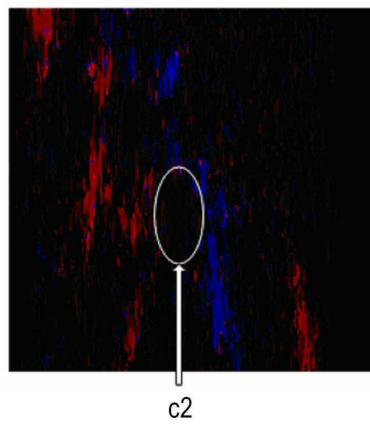
도면14a



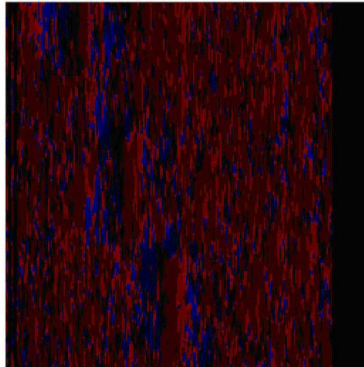
도면14b



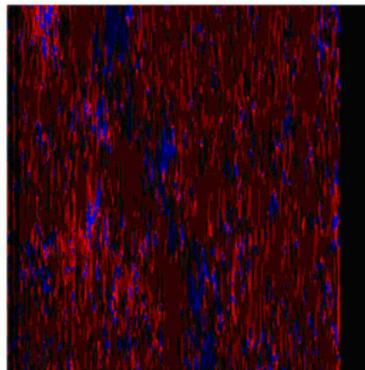
도면14c



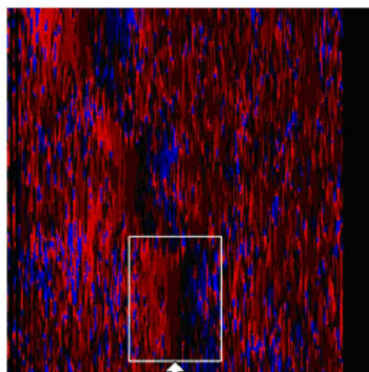
도면15a



도면15b

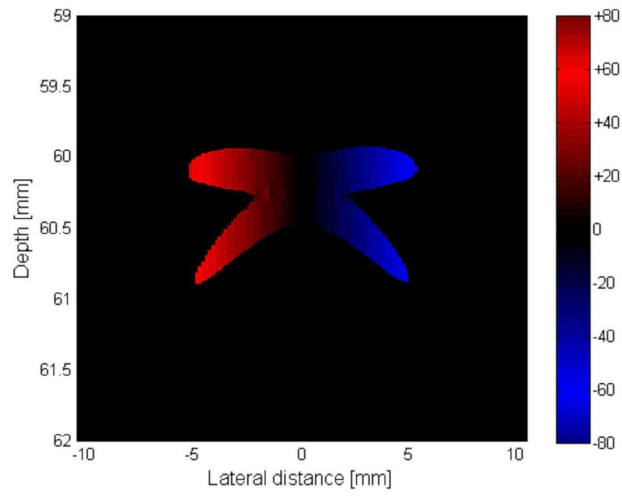


도면15c

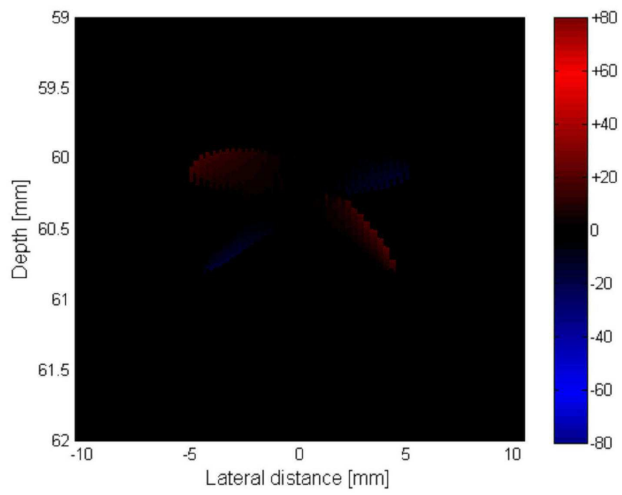


R0

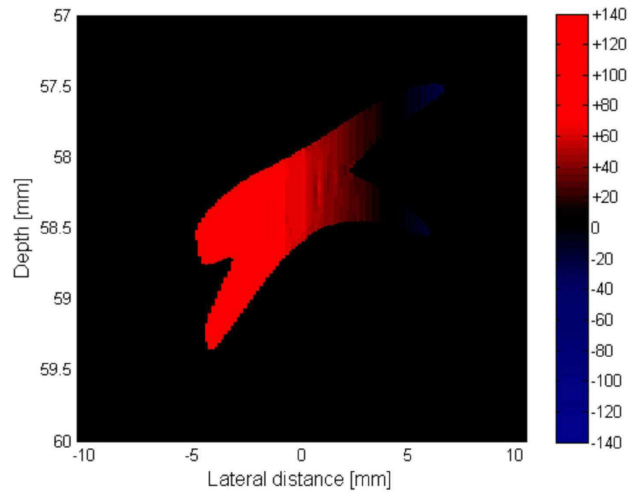
도면16a



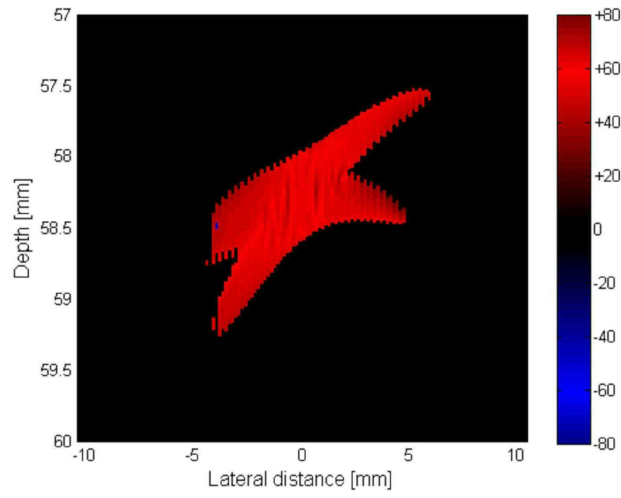
도면16b



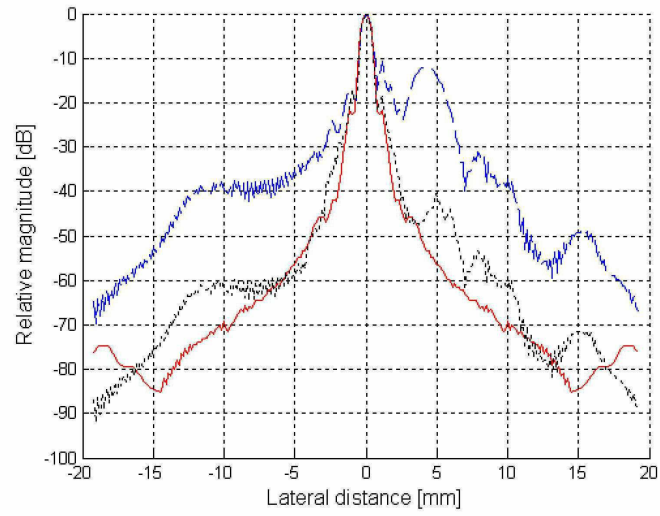
도면17a



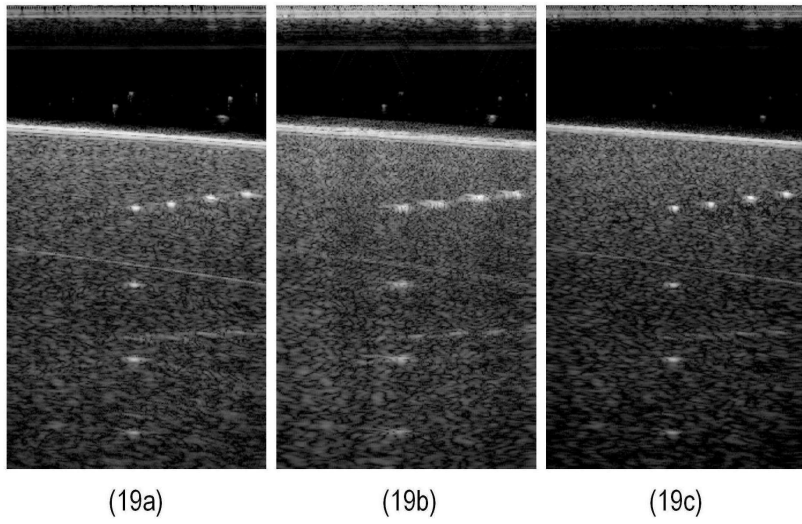
도면17b



도면18



도면19



专利名称(译)	如何消除旁瓣水平的影响		
公开(公告)号	KR1020090042152A	公开(公告)日	2009-04-29
申请号	KR1020080095110	申请日	2008-09-29
[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	BAE MOO HO 배무호 HAM JEONG HO 함정호		
发明人	배무호 함정호		
IPC分类号	A61B8/00		
CPC分类号	G01S7/52047 A61B8/5276 A61B8/08 G01S7/52095 G01S7/52077 G01S7/52026 A61B8/488 G01S7/52028 G01S15/8979 G01S7/52085 G01S7/52046 G01S7/52049 G01S15/8997 A61B8/00 A61B8/52 A61B8/56		
代理人(译)	CHANG, SOO KIL		
优先权	1020070107947 2007-10-25 KR		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

公开了一种消除其保持在超声合成图像中的可移动物体的旁瓣的影响的方法。根据本发明，超音速发送波束的顺序是非线性排列的并且它发送消息。非线性地，在找到每个像素的平均相位或通过基于所布置的发送波束接收的样本波束通过根据扫描线增加和减少方向通过组自相关发送的样本波束之后，加权值被乘以通过并且它加起来并且消除了旁瓣的影响。旁瓣，主瓣，合成图像，重新排序，自相关，互相关。

