(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2013-0014822
(43) 공개일자 2013년02월12일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 8/14 (2006.01) *G01S 15/89* (2006.01)
G01N 29/24 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2011-0076504
(22) 출원일자 2011년08월01일
심사청구일자 2011년08월01일

(71) 출원인
서강대학교산학협력단
서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)
(72) 발명자
유양모
경기도 고양시 일산서구 후곡로 60, 후곡3단지 307동 101호 (일산동)
강지운
서울특별시 마포구 창전로 26, 서강 LG 아파트 105동 1501호 (신정동)
(뒷면에 계속)
(74) 대리인
특허법인충현

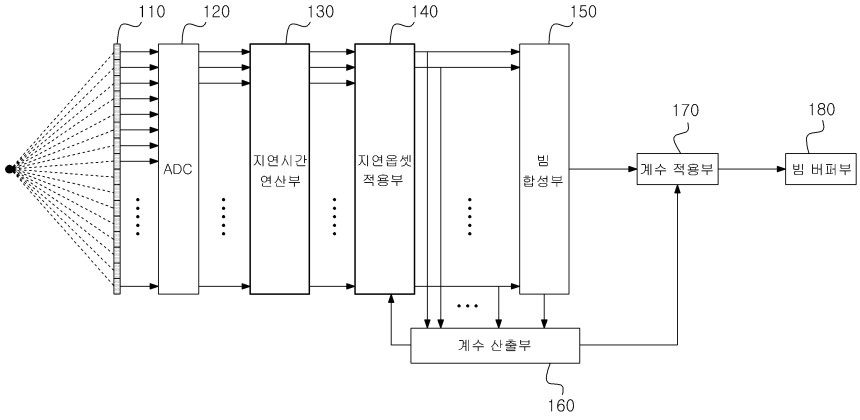
전체 청구항 수 : 총 10 항

(54) 발명의 명칭 **적응 수신 빔 집속 장치 및 방법**

(57) 요 약

본 발명은 적응 수신 빔 집속 장치에 관한 것으로서 영상점으로부터 반사된 초음파 신호를 수신하는 트랜스듀서; 수신된 초음파 신호의 지연시간을 계산하여, 수신된 초음파 신호의 채널별 지연옵셋을 수신된 초음파 신호에 적용하는 지연옵셋 적용부; 채널별로 지연시간이 보상된 초음파 신호를 합성하는 빔 합성부; 어퍼처를 복수의 부구경들로 나눈 후, 부구경별 CF 계수를 이용하여 합성된 초음파 신호에 적용될 전체 계수를 산출하는 계수 산출부; 및 산출된 전체 계수를 합성된 초음파 신호에 적용하는 계수 적용부를 포함하는 것을 특징으로 하며, 영상점 근처의 간섭점의 존재로 인해 영상점에서 반사된 수신신호에 간섭점에서 반사된 수신신호가 중첩되는 경우에 발생하는 오차를 줄일 수 있다.

대 표 도 - 도1



(72) 발명자

장진호

서울특별시 양천구 신목로2길 11, 101동 302호 (신정동, 청구아파트)

송태경

서울특별시 종로구 세검정로 438, 106동 402호 (평창동, 평창동 롯데캐슬 로잔)

특허청구의 범위

청구항 1

영상점으로부터 반사된 초음파 신호를 수신하는 트랜스듀서;

상기 수신된 초음파 신호의 지연시간을 계산하여, 상기 수신된 초음파 신호의 채널별 지연옵셋을 상기 수신된 초음파 신호에 적용하는 지연옵셋 적용부;

상기 채널별로 지연시간이 보상된 초음파 신호를 합성하는 빔 합성부;

어퍼처를 복수의 부구경들로 나눈 후, 상기 부구경별 CF 계수를 이용하여 상기 합성된 초음파 신호에 적용될 전체 계수를 산출하는 계수 산출부; 및

상기 산출된 전체 계수를 상기 합성된 초음파 신호에 적용하는 계수 적용부를 포함하는 적응 수신 빔 집속 장치.

청구항 2

제1 항에 있어서,

상기 계수 산출부는,

상기 부구경별로 계산된 채널 데이터 전체 에너지의 합과 상기 부구경별로 계산된 채널 데이터 주엽 에너지의 비로부터 상기 전체 계수를 산출하는 것을 특징으로 하는 적응 수신 빔 집속 장치.

청구항 3

제1 항에 있어서,

상기 계수 산출부는,

상기 부구경별 CF 계수로부터 매질에서의 실제 초음파 속도를 추정하고, 상기 추정된 실제 초음파 속도를 이용하여 지연옵셋을 계산하며,

상기 지연옵셋 적용부는 상기 계수 산출부가 계산한 지연옵셋을 상기 수신된 초음파 신호에 적용하는 것을 특징으로 하는 적응 수신 빔 집속 장치.

청구항 4

제1 항에 있어서,

상기 계수 산출부는,

상기 부구경별 CF 계수가 최대가 되도록 하는 초음파 속도를 산출하고, 상기 산출된 초음파 속도를 송신 초음파 신호 생성장치로 전달하여, 상기 부구경별로 초음파 속도를 다르게 하여 송신하도록 하는 것을 특징으로 하는 적응 수신 빔 집속 장치.

청구항 5

광음향 신호 송신 장치;

영상점으로부터 반사된 초음파 신호를 수신하는 트랜스듀서;

상기 수신된 초음파 신호의 지연시간을 계산하여, 상기 수신된 초음파 신호의 채널별 지연옵셋을 상기 수신된 초음파 신호에 적용하는 지연옵셋 적용부;

상기 채널별로 지연시간이 보상된 초음파 신호를 합성하는 빔 합성부;

어퍼처를 복수의 부구경들로 나눈 후, 상기 부구경별 CF 계수를 이용하여 상기 합성된 초음파 신호에 적용될 전체 계수를 산출하는 계수 산출부; 및

상기 산출된 전체 계수를 상기 합성된 초음파 신호에 적용하는 계수 적용부를 포함하는 광음향 이미징 장치.

청구항 6

영상점으로부터 반사된 초음파 신호를 트랜스듀서로 수신하는 단계;

상기 수신된 초음파 신호의 지연시간을 계산하여, 상기 초음파 신호의 채널 별 지연시간을 보상하는 단계;

상기 채널별로 지연시간이 보상된 초음파 신호를 합성하는 단계;

어퍼쳐를 복수의 부구경들로 나눈 후, 상기 부구경별 CF 계수를 이용하여 상기 합성된 초음파 신호에 적용될 전체 계수를 산출하는 단계; 및

상기 산출된 전체 계수를 상기 합성된 초음파 신호에 적용하는 단계를 포함하는 적응 수신 빔 집속 방법.

청구항 7

제6 항에 있어서,

상기 부구경별로 계산된 채널 데이터 전체 에너지의 합과 상기 부구경별로 계산된 채널 데이터 주엽 에너지의 비로부터 상기 전체 계수를 산출하는 것을 특징으로 하는 적응 수신 빔 집속 방법.

청구항 8

제6 항에 있어서,

상기 부구경별 CF 계수로부터 매질에서의 실제 초음파 속도를 추정하고, 상기 추정된 실제 초음파 속도를 이용하여 지연옵셋을 계산하는 단계; 및

상기 계산한 지연옵셋을 상기 수신된 초음파 신호에 적용하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 적응 수신 빔 집속 방법.

청구항 9

제6 항에 있어서,

상기 부구경별 CF 계수가 최대가 되도록 하는 초음파 속도를 산출하고, 상기 산출된 초음파 속도를 송신 초음파 신호 생성장치로 전달하는 단계를 더 포함하고,

상기 부구경별로 초음파 속도를 다르게 하여 송신하도록 하는 것을 특징으로 하는 적응 수신 빔 집속 장치.

청구항 10

제 6 항 내지 제 9 항 중에 어느 한 항의 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체.

명 세 서

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 수신 빔 집속 장치에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 매질 내 목적 반사체 외의 간섭과 노이즈의 영향을 감소시켜 CF(Coherence Factor)에 의해 의도하지 않게 발생되는 왜곡과 영상의 노이즈 현상을 줄일 수 있는 적응 수신 빔 집속 장치 및 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 최근 초음파 영상 장치는 실시간으로 높은 해상도의 영상을 얻을 수 있다는 점에서 그 응용 범위가 늘어나고 있다. 초음파 영상 취득은 초음파 배열 변환자에서 송신 집속한 후 돌아온 초음파 신호를 수신 집속하는 방식으로 이루어지게 된다. 수신 집속이란 원하는 집속점에서 배열 변환자로 반사되어 들어오는 초음파 신호의 서로 다른 지연을 보상하여 더함으로써 집속된 신호를 얻는 것이다.

[0003] 하지만 실제 시스템의 초음파 배열 변환자 구경의 크기가 제한되므로 이를 극복하기 위하여 적응 수신 빔 집속

이 활발히 연구되고 있다.

[0004] 적응 수신 빔 집속 방식 중 CF 방식은 수신 집속된 부분을 증폭시키고, 측엽에 의한 영상의 질 저하를 감소시킨다. 하지만 이러한 성능 개선은 영상 왜곡과 타협 관계에 있으므로 적절한 선에서의 타협점 결정이 필요하다.

[0005] 종래의 CF 방식은 다음의 수학식 1과 같이 표현된다.

수학식 1

[0006]
$$CF(k) = \frac{\left|\sum_{m=1}^{M} x_d(m,k)\right|^2}{M\sum_{m=1}^{M}\left|x_d(m,k)\right|^2} = \frac{\text{주엽에너지}}{\text{전체에너지}}$$

[0007] $x_d(m,k)$는 m번째 채널의 k번째 영상점 깊이에서의 지연시간을 적용한 채널 데이터를 나타낸다. M은 전체 채널의 수이다.

[0008] 수학식 1의 분모는 k번째 영상점 깊이에서 지연시간을 적용한 채널 데이터의 전체 에너지를 나타내고, 수학식 1의 분자는 k번째 영상점 깊이에서 지연시간을 적용한 채널 데이터 주엽 에너지를 나타낸다.

[0009] 따라서, 수학식 1에 의해 계산되는 CF는 지연시간을 적용한 채널 데이터 전체 에너지(Total Energy)와 채널 데이터의 주엽 에너지(Mainlobe Energy)의 비율로, 빔 합성부 출력에 곱하는 형식으로 적용된다. 이는 반사체에 의해 수신 집속된 부분은 증폭시키고, 측엽에 의한 에너지는 감소시켜 영상의 질을 향상시키지만, 매질 내 목적 반사체 외의 간섭에 취약한 단점을 갖게 되는바, 이러한 간섭에 의한 왜곡을 제거할 기술이 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0010] 따라서, 본 발명이 해결하고자 하는 첫 번째 과제는 영상점 근처의 간섭점의 존재로 인해 영상점에서 반사된 수신신호에 간섭점에서 반사된 수신신호가 중첩되는 경우에 CF 방식에서 발생하는 오차를 줄일 수 있는 적응 수신 빔 집속 장치를 제공하는 것이다.

[0011] 본 발명이 해결하고자 하는 두 번째 과제는 영상 정보의 손실을 최소화하면서 기존의 CF를 이용하는 경우와 비슷한 CNR 값을 얻을 수 있어 영상의 질을 개선할 수 있는 적응 수신 빔 집속 방법을 제공하는 것이다.

[0012] 또한, 상기된 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체를 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

[0013] 본 발명은 상기 첫 번째 과제를 달성하기 위하여, 영상점으로부터 반사된 초음파 신호를 수신하는 트랜스듀서; 상기 수신된 초음파 신호의 지연시간을 계산하여, 상기 수신된 초음파 신호의 채널별 지연옵셋을 상기 수신된 초음파 신호에 적용하는 지연옵셋 적용부; 상기 채널별로 지연시간이 보상된 초음파 신호를 합성하는 빔 합성부; 어퍼쳐를 복수의 부구경들로 나눈 후, 상기 부구경별 CF 계수를 이용하여 상기 합성된 초음파 신호에 적용될 전체 계수를 산출하는 계수 산출부; 및 상기 산출된 전체 계수를 상기 합성된 초음파 신호에 적용하는 계수 적용부를 포함하는 적응 수신 빔 집속 장치를 제공한다.

[0014] 본 발명의 일 실시예에 의하면, 상기 계수 산출부는 상기 부구경별로 계산된 채널 데이터 전체 에너지의 합과 상기 부구경별로 계산된 채널 데이터 주엽 에너지의 비로부터 상기 전체 계수를 산출할 수 있다.

[0015] 본 발명의 다른 실시예에 의하면, 상기 계수 산출부는 상기 부구경별 CF 계수로부터 매질에서의 실제 초음파 속도를 추정하고, 상기 추정된 실제 초음파 속도를 이용하여 지연옵셋을 계산하며, 상기 지연옵셋 적용부는 상기 계수 산출부가 계산한 지연옵셋을 상기 수신된 초음파 신호에 적용할 수 있다.

[0016] 본 발명의 또 다른 실시예에 의하면, 상기 계수 산출부는 상기 부구경별 CF 계수가 최대가 되도록 하는 초음파 속도를 산출하고, 상기 산출된 초음파 속도를 송신 초음파 신호 생성장치로 전달하여, 상기 부구경별로 초음파 속도를 다르게 하여 송신할 수 있다.

[0017] 본 발명은 상기 두 번째 과제를 달성하기 위하여, 영상점으로부터 반사된 초음파 신호를 트랜스듀서로 수신하는 단계; 상기 수신된 초음파 신호의 지연시간을 계산하여, 상기 초음파 신호의 채널 별 지연시간을 보상하는 단계; 상기 채널별로 지연시간이 보상된 초음파 신호를 합성하는 단계; 어퍼처를 복수의 부구경들로 나눈 후, 상기 부구경별 CF 계수를 이용하여 상기 합성된 초음파 신호에 적용될 전체 계수를 산출하는 단계; 및 상기 산출된 전체 계수를 상기 합성된 초음파 신호에 적용하는 단계를 포함하는 적응 수신 빔 집속 방법을 제공한다.

[0018] 상기 다른 기술적 과제를 해결하기 위하여, 본 발명은 상기된 적응 수신 빔 집속 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체를 제공한다.

발명의 효과

[0019] 본 발명에 따르면, 영상점 근처의 간섭점의 존재로 인해 영상점에서 반사된 수신신호에 간섭점에서 반사된 수신신호가 중첩되는 경우에 발생하는 오차를 줄일 수 있다. 또한, 본 발명에 따르면, 영상 정보의 손실을 최소화하면서 기존의 CF를 이용하는 경우와 비슷한 CNR 값을 얻을 수 있어 영상의 질을 개선할 수 있다. 나아가 본 발명에 따르면, 매질 내 목적 반사체 외의 간섭과 노이즈의 영향을 감소시켜 CF에 의해 의도하지 않게 발생되는 왜곡과 영상의 노이즈 현상을 줄일 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0020] 도 1은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 적응 수신 빔 집속 장치의 구성도이다.

도 2는 비균질 매질을 진행하는 초음파 신호의 채널별 지연시간의 차이를 개념적으로 도시한 것이다.

도 3은 전체 어퍼처를 복수 개의 부구경들로 나누고, 각 부구경에 대응하는 CF 계수들을 도시한 것이다.

도 4는 도 1에 도시된 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 적응 수신 빔 집속 장치가 처리하는 신호들을 개념적으로 도시한 것이다.

도 5는 도 1에 도시된 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 적응 수신 빔 집속 장치가 처리하는 신호들을 개념적으로 도시한 것이다.

도 6은 영상점 근처에 간섭점이 위치한 경우 부구경 별로 높은 CF 계수가 연산되는 경우와 낮은 CF 계수가 연산되는 경우를 각각 도시한 것이다.

도 7은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 적응 수신 빔 집속 방법의 흐름도이다.

도 8은 인체의 갑상선을 7.5MHz 선형 프로브의 중심 주파수와 2.54MHz의 표본화 주파수로 영상화한 생체내 영상이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0021] 본 발명에 관한 구체적인 내용의 설명에 앞서 이해의 편의를 위해 본 발명이 해결하고자 하는 과제의 해결 방안의 개요 혹은 기술적 사상의 핵심을 우선 제시한다.

[0022] 본 발명의 일 실시예에 따른 적응 수신 빔 집속 방법은 영상점으로부터 반사된 초음파 신호를 트랜스듀서로 수신하는 단계; 상기 수신된 초음파 신호의 지연시간을 계산하여, 상기 초음파 신호의 채널 별 지연시간을 보상하는 단계; 상기 채널별로 지연시간이 보상된 초음파 신호를 합성하는 단계; 어퍼처를 복수의 부구경들로 나눈 후, 상기 부구경별 CF 계수를 이용하여 상기 합성된 초음파 신호에 적용될 전체 계수를 산출하는 단계; 및 상기 산출된 전체 계수를 상기 합성된 초음파 신호에 적용하는 단계를 포함한다.

[0023] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명을 용이하게 실시할 수 있는 바람직한 실시 예를 상세히 설명한다. 그러나 이들 실시예는 본 발명을 보다 구체적으로 설명하기 위한 것으로, 본 발명의 범위가 이에 의하여 제한되지 않는다는 것은 당업계의 통상의 지식을 가진 자에게 자명할 것이다.

[0024] 본 발명이 해결하고자 하는 과제의 해결 방안을 명확하게 하기 위한 발명의 구성을 본 발명의 바람직한 실시예

에 근거하여 첨부 도면을 참조하여 상세히 설명하되, 도면의 구성요소들에 참조번호를 부여함에 있어서 동일 구성요소에 대해서는 비록 다른 도면상에 있더라도 동일 참조번호를 부여하였으며 당해 도면에 대한 설명시 필요한 경우 다른 도면의 구성요소를 인용할 수 있음을 미리 밝혀둔다. 아울러 본 발명의 바람직한 실시 예에 대한 동작 원리를 상세하게 설명함에 있어 본 발명과 관련된 공지 기능 혹은 구성에 대한 구체적인 설명 그리고 그 이외의 제반 사항이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우, 그 상세한 설명을 생략한다.

[0025] 덧붙여, 명세서 전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 '연결'되어 있다고 할때, 이는 '직접적으로 연결'되어 있는 경우뿐만 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 '간접적으로 연결'되어 있는 경우도 포함한다. 또한 어떤 구성 요소를 '포함'한다는 것은, 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라, 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미한다.

[0026] 본 발명의 실시예에 따른 적응 수신 빔 집속 장치는 매질 내 목적 반사체 외의 간섭에 의한 영상의 왜곡을 제거하기 위하여 전체 구경을 부구경으로 나누어 구한 CF의 평균을 영상에 적용하는 적응 수신 빔 집속을 수행한다. 이러한 적응 수신 빔 집속 방법을 SSCF(Spatial Smoothing Coherence Factor) 적응 수신 빔 집속 방식이라 하기로 한다.

[0027] 도 1은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 적응 수신 빔 집속 장치의 구성도이다.

[0028] 도 1을 참조하면, 본 실시예에 따른 적응 수신 빔 집속 장치는 트랜스듀서(110), ADC(120), 지연시간 연산부(130), 지연옵셋 적용부(140), 빔 합성부(150), 계수 산출부(160), 계수 적용부(170), 및 빔 버퍼부(180)로 구성된다.

[0029] 트랜스듀서(110)는 매질을 지나 조직에서 반사되어 온 초음파 신호를 수신한다. 수신된 초음파 신호는 아날로그 초음파 신호일 것이다.

[0030] ADC(120)는 수신된 아날로그 초음파 신호를 디지털 초음파 신호로 변환한다.

[0031] 지연시간 연산부(130)는 각 채널별로 트랜스듀서(110)와 조직 사이의 거리, 및 초음파 속도를 이용하여 지연시간을 연산한다.

[0032] 지연옵셋 적용부(140)는 채널별로 연산된 지연시간과 수신된 초음파 신호의 실제 지연시간 간이 차이를 계산하여 지연옵셋을 추정한다. 또한, 상기 추정된 지연옵셋을 상기 수신된 초음파 신호에 적용하여 빔 합성부(150)로 출력한다.

[0033] 빔 합성부(150)는 지연옵셋이 적용된 초음파 신호를 합성한다.

[0034] 계수 산출부(160)는 지연옵셋이 적용된 초음파 신호에 대해서 부구경 별로 CF 계수를 구하고, CF 계수의 평균으로부터 SSCF 계수를 산출한다.

[0035] 보다 상세히 살펴보면, 계수 산출부(160)는 전체 어퍼쳐(aperture)를 M-L+1개의 부구경으로 나누고, 각 부구경에 대응하는 CF 계수들의 평균을 내어 SSCF 계수를 결정할 수 있다. L은 부구경의 길이이고, M은 전체 채널의 수이다.

[0036] 계수 산출부(160)가 산출하는 최종 계수를 SSCF(Spatial Smoothing Coherence Factor)라고 하는데, 계수 산출부(160)에 의해 산출되는 SSCF 계수를 이용하면, 매질 내 목적 반사체 외의 간섭과 노이즈의 영향을 감소시켜 CF에 의해 의도하지 않게 발생되는 왜곡과 영상의 노이즈 현상을 줄일 수 있다.

[0037] 또한, 계수 산출부(160)가 각 부구경에 대응하는 CF 계수들로부터 SSCF 계수를 구하는 방법으로 본 실시예에서는 평균을 구하는 방법을 사용하였으나, 이에 한정되지 아니한다.

[0038] SSCF 계수의 L값에 따라 SSCF의 성능은 변화하게 되는데, L = 1인 경우에는 기존 지연-합 수신 빔 집속 기법과 같은 성능을 보이지만 L이 점점 증가할수록 CF계수에 가까워져 결과적으로 사용자에 의한 영상의 왜곡과 해상도 간 타협을 가능하게 한다.

[0039] 한편, 계수 산출부(160)는 부구경별 CF 계수로부터 부구경별 초음파 실제 속도를 추정할 수 있다. 따라서, 계수 산출부(160)가 산출한 CF 계수로부터 매질에서의 실제 초음파 속도를 추정할 수 있으며, 추정된 실제 초음파 속도를 이용하여 지연옵셋 적용부(140)에 제공할 지연옵셋을 계산할 수 있을 것이다.

[0040] 또한, 계수 산출부(160)는 부구경별 CF 계수가 최대가 되도록 하는 초음파 속도를 산출하고, 송신 초음파 신호를 상기 산출된 초음파 속도를 갖는 초음파 신호를 부구경별로 다르게 하여 송신함으로써, 부구경별 CF 계수가

최대가 되도록 제어할 수 있다.

[0041] 계수 적용부(170)는 계수 산출부(160)에서 산출된 SSCF 계수를 빔 합성부(150)에서 합성된 초음파 신호에 적용한다.

[0042] 빔 버퍼부(180)는 SSCF 계수가 적용된 초음파 신호를 영상점 깊이별로 저장한다.

[0043] 도 2는 비균질 매질을 진행하는 초음파 신호의 채널별 지연시간의 차이를 개념적으로 도시한 것이다.

[0044] 도 2를 참조하면, 주변 매질과 다른 매질(200)의 존재로 인해, 반사된 초음파 신호의 지연시간은 계산된 지연시간 곡선(210)에서 벗어나게 된다.

[0045] 이때, 지연시간 연산부(130)가 각 채널별로 트랜스듀서(110)와 조직 사이의 거리, 및 초음파 속도를 이용하여 지연시간을 연산한다. 그러나 주변 매질과 다른 매질(200)을 지나가는 초음파 신호는 연산된 지연시간보다 빠르거나 늦어지게 된다.

[0046] 따라서, 비균일한 매질의 경우 각 부구경별로 CF 계수가 가장 큰 값을 갖도록 하는 초음파 속도를 결정하여, 부구경 별로 다른 초음파 속도를 사용할 수 있다. 초음파 속도가 빠르면 빠를수록 지연시간은 작아지게 된다. 예를 들어, 도 3의 첫번째 부구경의 경우에는 원래 계산된 지연시간보다 실제 지연시간이 더 작으므로, 보다 느린 초음파 속도를 갖는 신호를 이용하면 계산된 지연시간 곡선과의 차이를 줄일 수 있으며, 첫번째 부구경에 대하여 보다 큰 CF 계수가 연산될 것이다.

[0047] 도 3은 전체 어퍼쳐를 복수 개의 부구경들로 나누고, 각 부구경에 대응하는 CF 계수들을 도시한 것이다.

[0048] 부구경에 대응하는 CF 계수 $x_d^1(k)$는 첫번째 부구경의 k번째 영상점 깊이에서의 지연시간을 적용한 채널 데이터를 의미하며, $x_d^{M-L+1}(k)$는 M-L+1번째 부구경의 k번째 영상점 깊이에서의 지연시간을 적용한 채널 데이터를 의미한다. 한편, $x_d(k)$는 어퍼쳐를 부구경으로 나누지 아니한 경우의 k번째 영상점 깊이에서의 지연시간을 적용한 채널 데이터를 의미한다.

[0049] 전체 어퍼쳐를 M-L+1개의 부구경으로 나눈 후, 각 부구경에 대응하는 CF 계수들의 평균을 구하는 방법은 다음의 수학식 2와 같다.

수학식 2

[0050]
$$CF_{proposed}(k) = \frac{1}{L(M-L+1)} \sum_{m=1}^{M-L+1} \frac{\left| \sum_{l=1}^{L} x_d^m(l,k) \right|^2}{\sum_{l=1}^{L} \left| x_d^m(l,k) \right|^2}$$

[0051] 수학식 2는 부구경별로 계산된 채널 데이터 전체 에너지의 합과 부구경별로 계산된 채널 데이터 주엽 에너지의 비를 본 발명의 실시예에 따른 SSCF 계수로 산출하는 식을 나타낸다.

[0052] 도 4는 도 1에 도시된 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 적응 수신 빔 집속 장치가 처리하는 신호들을 개념적으로 도시한 것이다.

[0053] 도 4를 참조하면, 아래쪽에 위치한 비균일 매질로 인해 아래쪽 채널 데이터의 실제 지연시간과 계산된 지연시간의 차이가 크게 나타남을 알 수 있다.

[0054] 도 5는 도 1에 도시된 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 적응 수신 빔 집속 장치가 처리하는 신호들을 개념적으로 도시한 것이다.

[0055] 도 5에서는 비균일 매질이 불특정하게 분포하고 있는 경우, 채널 데이터의 실제 지연시간과 계산된 지연시간의 차이가 도 4와 같이 아래쪽 채널 데이터에 대해서만 크게 나타나지는 않고, 불규칙하게 채널 데이터의 실제 지연시간과 계산된 지연시간의 차이가 나타나고 있다.

[0056] 특히, 영상점 근처의 간섭점의 존재로 인해 영상점에서 반사된 수신신호에 간섭점에서 반사된 수신신호가 중첩되는 경우 지연옵셋이 적용된 신호에서도 오차가 발생하게 된다. 이 경우, 계수 산출부(160)가 생성한 SSCF 계수를 합성된 빔에 적용하여 이러한 오차를 제거할 수 있다.

[0057] 도 6은 영상점 근처에 간섭점이 위치한 경우 부구경 별로 높은 CF 계수가 연산되는 경우와 낮은 CF 계수가 연산되는 경우를 각각 도시한 것이다.

[0058] 도 6(a)를 참조하면, 어퍼쳐의 끝단에 위치한 부구경의 경우 영상점(610)에서 반사된 초음파 신호와 간섭점(620)에서 반사된 초음파 신호가 중첩되지 않을 정도로 지연시간의 차이가 있어 상호 중첩이 발생하지 않는다.

[0059] 반면, 도 6(b)를 참조하면, 어퍼쳐의 가운데에 위치한 부구경의 경우 영상점(610)에서 반사된 초음파 신호와 간섭점(620)에서 반사된 초음파 신호가 중첩될 정도로 지연시간의 차이가 없어 상호 중첩이 발생한다.

[0060] 따라서, 본 발명에 따른 SSCF 계수를 합성된 빔에 적용함으로써, 간섭점에 의한 신호 중첩의 영향을 감쇄할 수 있다.

[0061] 도 7은 본 발명의 바람직한 일 실시예에 따른 적응 수신 빔 집속 방법의 흐름도이다.

[0062] 도 7을 참조하면, 본 실시예에 따른 적응 수신 빔 집속 방법은 도 1에 도시된 적응 수신 빔 집속 장치에서 시계열적으로 처리되는 단계들로 구성된다. 따라서, 이하 생략된 내용이라 하더라도 도 1에 도시된 적응 수신 빔 집속 장치에 관하여 이상에서 기술된 내용은 본 실시예에 따른 적응 수신 빔 집속 방법에도 적용된다.

[0063] 700 단계에서 적응 수신 빔 집속 장치는 영상점으로부터 반사된 초음파 신호를 트랜스듀서로 수신한다.

[0064] 710 단계에서 적응 수신 빔 집속 장치는 상기 수신된 초음파 신호의 지연시간을 계산하여, 상기 초음파 신호의 채널별 지연시간을 보상한다.

[0065] 720 단계에서 적응 수신 빔 집속 장치는 상기 채널별로 지연시간이 보상된 초음파 신호를 합성한다.

[0066] 730 단계에서 적응 수신 빔 집속 장치는 어퍼쳐를 복수의 부구경들로 나눈 후, 상기 부구경별 CF 계수를 이용하여 상기 합성된 초음파 신호에 적용될 전체 계수를 산출한다. 이때, 수학식 2를 참조하면, 상기 부구경별로 계산된 채널 데이터 전체 에너지의 합과 상기 부구경별로 계산된 채널 데이터 주엽 에너지의 비로부터 상기 전체 계수(SSCF 계수)를 산출할 수 있다.

[0067] 한편, 상기 부구경별 CF 계수로부터 매질에서의 채널별 실제 초음파 속도를 추정하고, 상기 추정된 실제 초음파 속도를 이용하여 지연옵셋을 계산한 다음, 계산한 지연옵셋을 상기 수신된 초음파 신호에 적용할 수 있다.

[0068] 또한, 상기 부구경별 CF 계수가 최대가 되도록 하는 초음파 속도를 산출하고, 상기 산출된 초음파 속도를 송신 초음파 신호 생성장치로 전달함으로써, 상기 부구경별로 초음파 속도를 다르게 하여 송신하도록 할 수 있다.

[0069] 740 단계에서 적응 수신 빔 집속 장치는 상기 산출된 전체 계수를 상기 합성된 초음파 신호에 적용한다.

[0070] 도 8은 인체의 갑상선을 7.5MHz 선형 프로브의 중심 주파수와 2.54MHz의 표본화 주파수로 영상화한 생체내 영상이다. 각각 (a)는 지연-합 수신 빔 집속 기법에 의한 영상(CONV 영상), (b)는 기존 CF 계수에 의해 적응 빔집속 기법을 수행한 영상을 보이고 있으며 (c)는 부구경의 길이를 16로 설정한 SSCF 계수를 적용한 영상이다.

[0071] 각 방법에 따른 정량적인 평가는 각 영상의 Contrast-to-noise ratio (CNR)로 수행하였는데, (a)의 경우에는 CNR이 1.46, (b)의 경우에는 2.52, (c)의 경우에는 2.27로 나타난다.

[0072] CNR을 비교해보면 (b)의 경우에 가장 큰 값을 갖지만 실제로 (b)에 나타난 영상은 극단적으로 신호가 증폭되어 세밀한 정보를 소실한다. 하지만, (c)의 SSCF는 영상 정보의 손실을 최소화하면서 (b)와 비슷한 CNR 값을 얻어, 결과적으로 개선된 영상의 질을 제공하는 것을 볼 수 있다.

[0073] 본 발명의 실시예들은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical media), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령을 저장하고 수행하도록 특별히 구성된 하드웨어 장치가 포함된다. 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 본 발명의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

[0074] 이상과 같이 본 발명에서는 구체적인 구성 요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 및 도면에 의해 설명되었으나 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다.

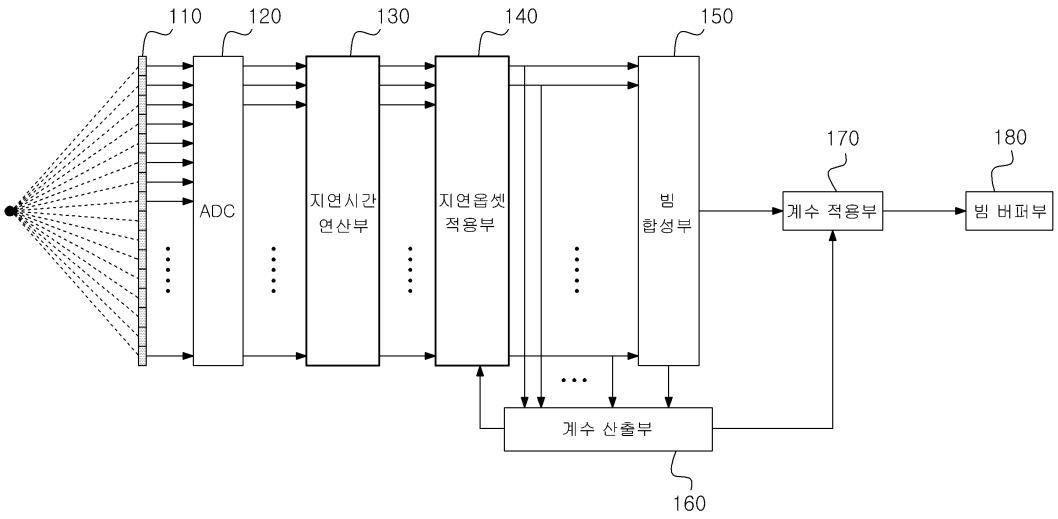
[0075] 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

산업상 이용가능성

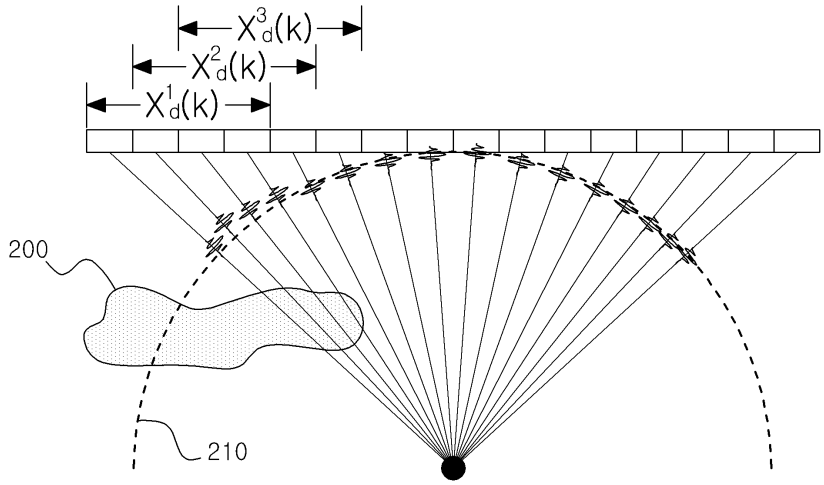
[0076] 본 발명은 초음파 의료 영상 시스템에 포함되는 단일 전단 칩의 효율적 구조 및 구성에 관한 발명이다. 또한, 본 발명은 초음파 의료 영상 시스템 외에 광음향 이미징 시스템에도 적용이 가능하다.

도면

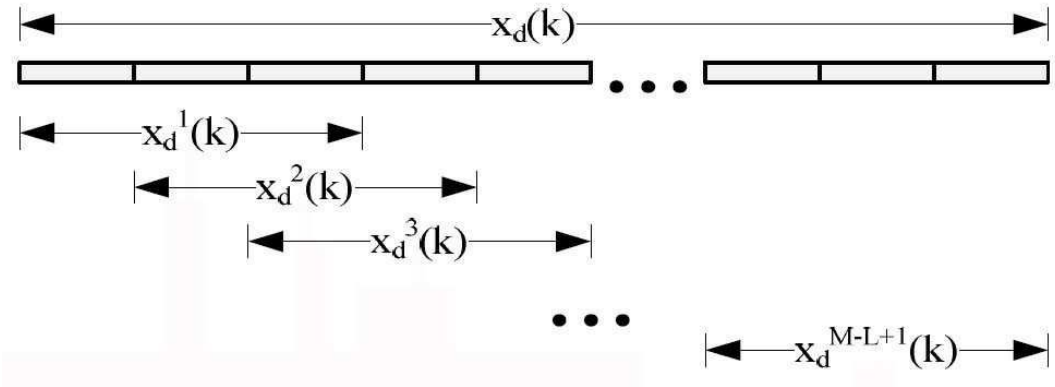
도면1



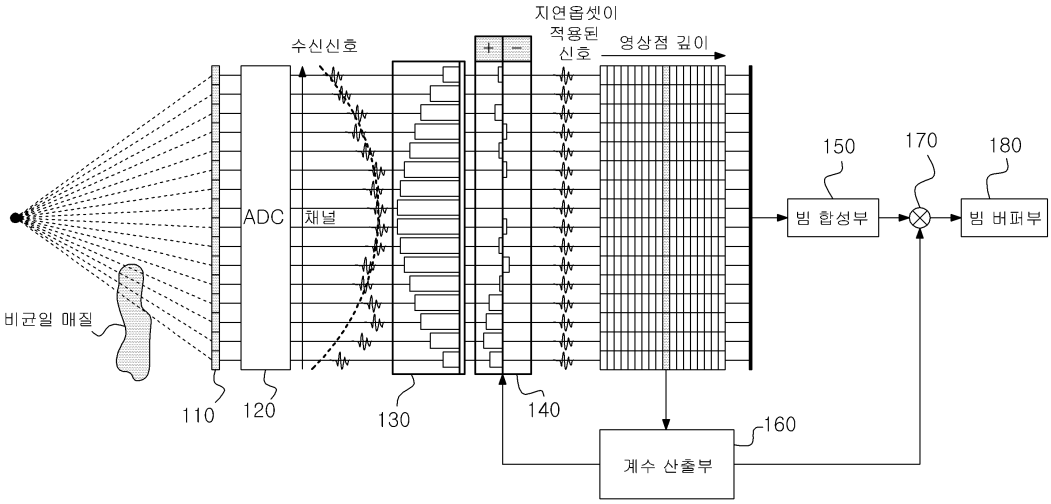
도면2


$X^3_d(k)$
$X^2_d(k)$
$X^1_d(k)$
200
210

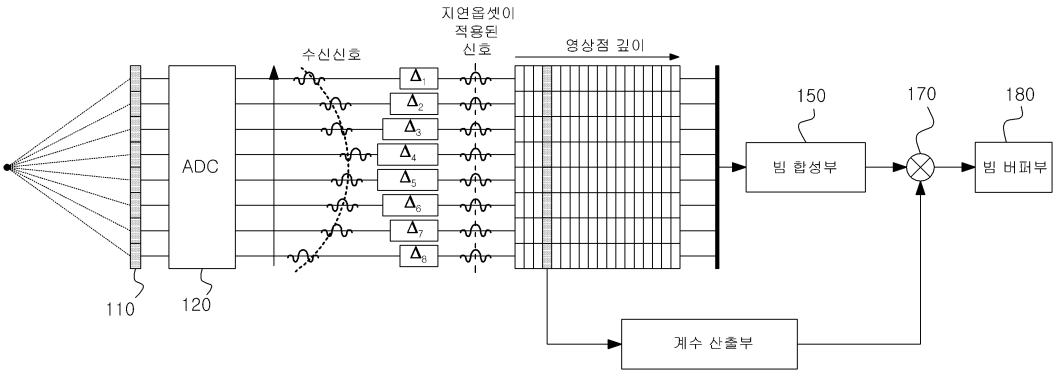
도면3


$x_d(k)$
$x_d^1(k)$
$x_d^2(k)$
$x_d^3(k)$
$x_d^{M-L+1}(k)$

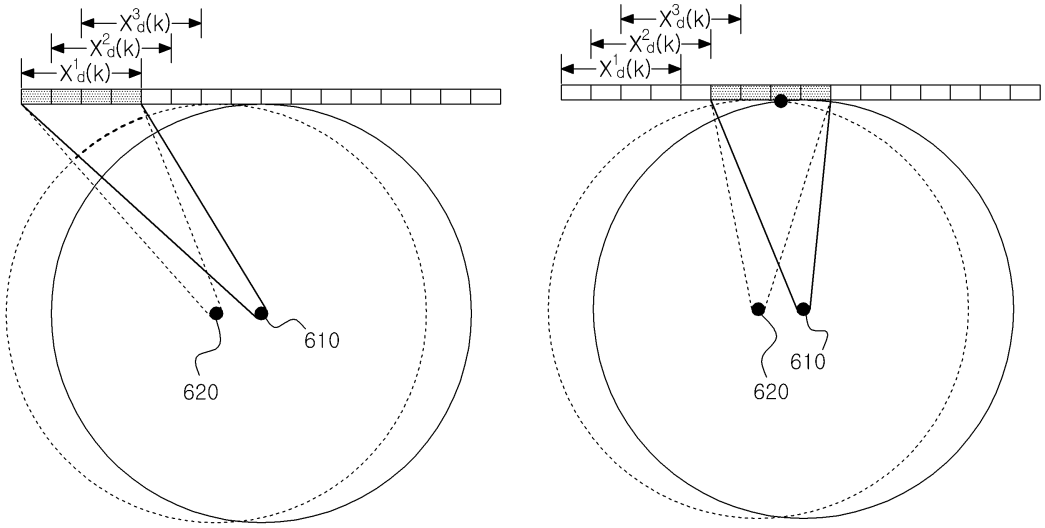
도면4


지연옵셋이 적용된 신호
수신신호
영상점 깊이
ADC
채널
비균일 매질
110
120
130
140
150
160
170
180
빔 합성부
빔 버퍼부
계수 산출부

도면5

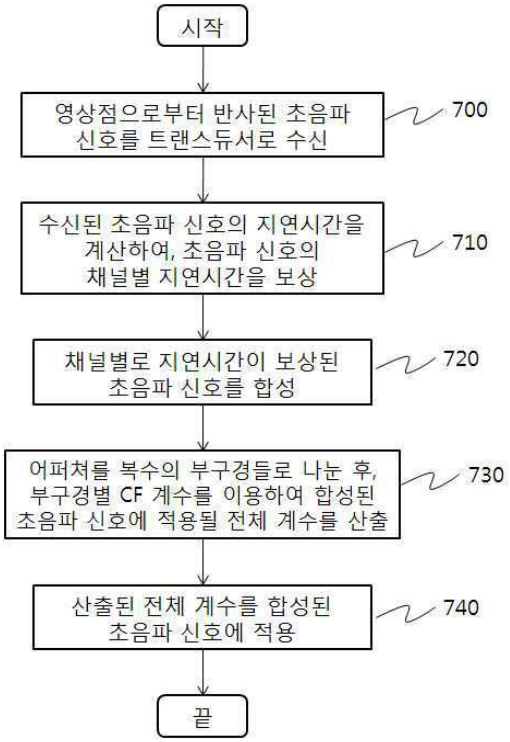

지연옵셋이
적용된
신호
영상점 깊이
수신신호
ADC
110
120
150
170
180
빔 합성부
빔 버퍼부
계수 산출부

도면6

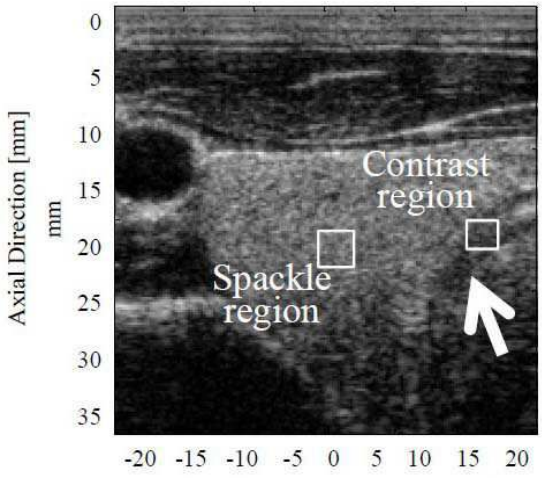

610
620
610
620

(a) (b)

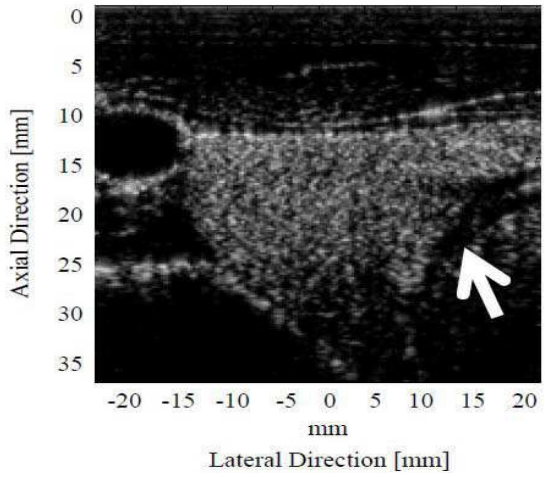
도면7


시작
영상점으로부터 반사된 초음파 신호를 트랜스듀서로 수신
700
수신된 초음파 신호의 지연시간을 계산하여, 초음파 신호의 채널별 지연시간을 보상
710
채널별로 지연시간이 보상된 초음파 신호를 합성
720
어퍼쳐를 복수의 부구경들로 나눈 후, 부구경별 CF 계수를 이용하여 합성된 초음파 신호에 적용될 전체 계수를 산출
730
산출된 전체 계수를 합성된 초음파 신호에 적용
740
끝

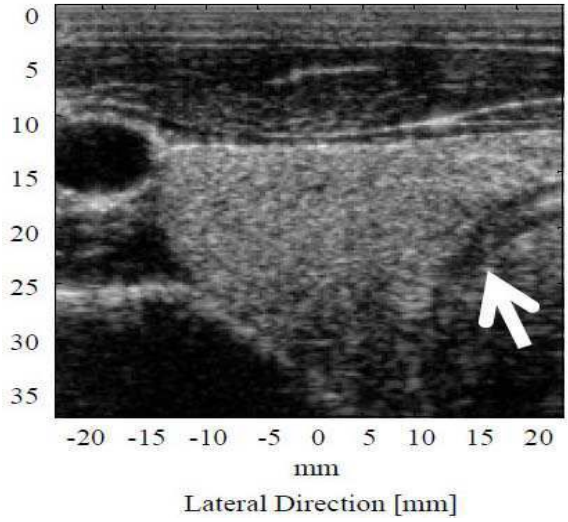
도면8a


Axial Direction [mm]
mm
0
5
10
15
20
25
30
35
-20 -15 -10 -5 0 5 10 15 20
Contrast region
Spackle region

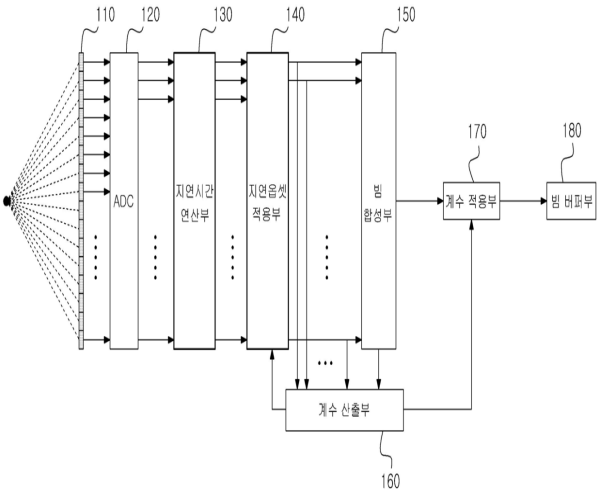
도면8b


0
5
10
15
20
25
30
35
Axial Direction [mm]
-20 -15 -10 -5 0 5 10 15 20
mm
Lateral Direction [mm]

도면8c


0
5
10
15
20
25
30
35
-20 -15 -10 -5 0 5 10 15 20
mm
Lateral Direction [mm]

专利名称(译)	自适应接收波束聚焦装置和方法		
公开(公告)号	KR1020130014822A	公开(公告)日	2013-02-12
申请号	KR1020110076504	申请日	2011-08-01
[标]申请(专利权)人(译)	서강대학교산학협력단		
申请(专利权)人(译)	서강대학교산학협력단		
当前申请(专利权)人(译)	서강대학교산학협력단		
[标]发明人	YOO YANG MO 유양모 KANG JEEUN 강지운 CHANG JIN HO 장진호 SONG TAI KYONG 송태경		
发明人	유양모 강지운 장진호 송태경		
IPC分类号	G01S15/89 G01N A61B G01N29/24 A61B8/14 G01S		
CPC分类号	G10K11/346 G01N2291/106 G01N29/262 G01S3/805		
其他公开文献	KR101312309B1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

目的：提供一种自适应接收波束聚焦装置和方法，通过减少介质内非目的反射器的干扰和噪声的影响，无意地减少CF产生的失真。组成：换能器（110）接收从光点反射的超声信号。延迟偏移应用单元（140）将接收的超声信号的每个信道的延迟偏移应用于接收的超声信号。光束组合器（150）合成超声信号，其中对每个信道补偿延迟时间。系数计算单元（160）将孔径分成多个子孔径，并使用每个子孔径的CF系数计算将应用于合成超声波信号的总系数。系数应用单元（170）将计算的总系数应用于合成的超声信号。