



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2013년07월16일
(11) 등록번호 10-1287098
(24) 등록일자 2013년07월10일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

A61B 8/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2011-0040172

(22) 출원일자 2011년04월28일

심사청구일자 2011년04월28일

(65) 공개번호 10-2012-0122157

(43) 공개일자 2012년11월07일

(56) 선행기술조사문헌

JP2009101083 A*

KR1020070113083 A*

KR1020100049336 A

US20090030319 A1

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

서강대학교산학협력단

서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)

(72) 발명자

장진호

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

송태경

서울특별시 서초구 신반포로33길 15, 105동 1403호 (잠원동, 동아아파트)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인충현

전체 청구항 수 : 총 12 항

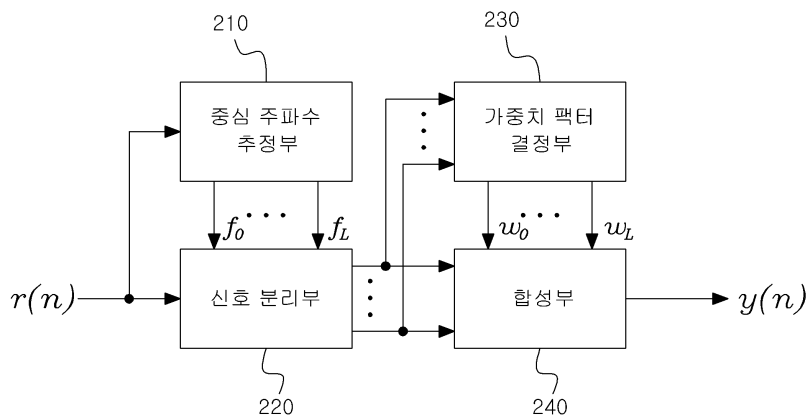
심사관 : 박승배

(54) 발명의 명칭 주파수 대역별 에너지를 이용하여 주파수 영상을 합성하는 방법 및 장치

(57) 요약

본 발명은 주파수 영상 합성 방법에 관한 것으로서, 수신 신호의 각 대역별 중심 주파수를 추정하고, 추정된 각 대역별 중심 주파수를 이용하여 수신 신호를 각 대역별로 분리한 다음, 대역별로 수신 신호를 분리한 결과를 이용하여 대역별로 에너지를 추정하고, 추정된 에너지로부터 각 대역별 가중치 팩터를 결정하며, 결정된 각 대역별 가중치 팩터를 대역별로 수신 신호를 분리한 결과에 적용하여 각 대역별 주파수 영상을 합성하는 것을 특징으로 하며, 초음파 영상의 대조도를 높여 개선된 초음파 영상을 제공할 수 있다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

유양모

경기도 고양시 일산서구 후곡로 60, 후곡3단지 30
7동 101호 (일산동)

윤창한

서울특별시 용산구 청암동 158 201호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	10033726
부처명	지식경제부
연구사업명	산업원천기술개발사업
연구과제명	초음파 멀티 하모닉 영상 기술
주관기관	서강대학교 산학협력단
연구기간	2009.06.01 ~ 2010.05.31

특허청구의 범위

청구항 1

수신 신호의 각 대역별 중심 주파수를 추정하는 단계;

상기 추정된 각 대역별 중심 주파수를 이용하여 상기 수신 신호를 각 대역별로 분리하는 단계;

상기 대역별로 상기 수신 신호를 분리한 결과를 이용하여 상기 대역별로 에너지를 추정하고, 상기 추정된 에너지로부터 각 대역별 가중치 팩터를 결정하는 단계; 및

상기 결정된 각 대역별 가중치 팩터를 상기 대역별로 상기 수신 신호를 분리한 결과에 적용하여 각 대역별 주파수 영상을 합성하는 단계를 포함하되,

상기 대역별 주파수 영상을 합성하는 단계는

상기 수신 신호로부터 분리되어, 상기 수신 신호와 동일한 위상을 갖는 신호인 동상(Inphase) 신호와, 상기 수신 신호로부터 분리되어, 상기 수신 신호와 위상 차이가 90도를 갖는 신호인 직교(Quadrature) 신호를 이용하여 각 대역별 주파수 영상을 합성하되,

각 대역별 상기 동상 신호와 직교 신호를 각 대역에 대응하는 저역 통과 필터에 통과시키고, 상기 저역 통과 필터를 통과한 동상 신호와 직교 신호를 각각 제공하여 더한 후, 더한 결과의 제공근을 구하고, 상기 가중치 팩터를 상기 제공근에 곱하고, 상기 가중치 팩터가 곱해진 각 대역별 제공근을 합하여 각 대역별 주파수 영상을 합성하는 것을 특징으로 하는 주파수 영상 합성 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 수신 신호를 각 대역별로 분리하는 단계는,

상기 수신 신호를 각 대역별로 독립적인 직교 성분으로 분리하는 단계인 것을 특징으로 하는 주파수 영상 합성 방법.

청구항 3

제 2 항에 있어서,

상기 직교 성분은 상기 수신 신호에 각 대역별 주파수에 대응하는 코사인 함수와 사인 함수를 곱함으로써 생성되는 것을 특징으로 하는 주파수 영상 합성 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 대역별로 에너지를 추정하는 것은 상기 대역별로 상기 수신 신호를 분리한 결과를 누적함으로써, 상기 대역별로 에너지를 추정하는 것을 특징으로 하는 주파수 영상 합성 방법.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 각 대역별 가중치 팩터를 결정하는 단계는,

상기 추정된 에너지에 근거하여 각 대역별 가중치 팩터를 산출한 후, 다항식 근사화를 통해 상기 각 대역별 최종 가중치 팩터를 산출하는 것을 특징으로 하는 주파수 영상 합성 방법.

청구항 6

수신 신호의 각 대역별 중심 주파수를 추정하는 중심 주파수 추정부;

상기 추정된 각 대역별 중심 주파수를 이용하여 상기 수신 신호를 각 대역별로 분리하는 신호 분리부;

상기 대역별로 상기 수신 신호를 분리한 결과를 이용하여 상기 대역별로 에너지를 추정하고, 상기 추정된 에너지로부터 각 대역별 가중치 팩터를 결정하는 가중치 팩터 결정부; 및

상기 결정된 각 대역별 가중치 팩터를 상기 대역별로 상기 수신 신호를 분리한 결과에 적용하여 각 대역별 주파수 영상을 합성하는 합성부;를 포함하되,

상기 합성부는

상기 수신 신호로부터 분리되어, 상기 수신 신호와 동일한 위상을 갖는 신호인 동상(Inphase) 신호와, 상기 수신 신호로부터 분리되어, 상기 수신 신호와 위상 차이가 90도를 갖는 신호인 직교(Quadrature) 신호를 이용하여 각 대역별 주파수 영상을 합성하되,

각 대역별 상기 동상 신호와 직교 신호를 각 대역에 대응하는 저역 통과 필터에 통과시키고, 상기 저역 통과 필터를 통과한 동상 신호와 직교 신호를 각각 제공하여 더한 후, 더한 결과의 제곱근을 구하고, 상기 가중치 팩터를 상기 제곱근에 곱하고, 상기 가중치 팩터가 곱해진 각 대역별 제곱근을 합하여 각 대역별 주파수 영상을 합성하는 것을 특징으로 하는 주파수 영상 합성 장치.

청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 신호 분리부는,

상기 수신 신호를 각 대역별로 독립적인 직교 성분으로 분리하는 것을 특징으로 하는 주파수 영상 합성 장치.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 직교 성분은 상기 수신 신호에 각 대역별 주파수에 대응하는 코사인 함수와 사인 함수를 곱함으로써 생성되는 것을 특징으로 하는 주파수 영상 합성 장치.

청구항 9

제 6 항에 있어서,

상기 가중치 팩터 결정부는,

상기 대역별로 상기 수신 신호를 분리한 결과를 누적함으로써, 상기 대역별로 에너지를 추정하는 것을 특징으로 하는 주파수 영상 합성 장치.

청구항 10

제 6 항에 있어서,

상기 가중치 팩터 결정부는,

상기 추정된 에너지에 근거하여 각 대역별 가중치 팩터를 산출한 후, 다항식 근사화를 통해 상기 각 대역별 최종 가중치 팩터를 산출하는 것을 특징으로 하는 주파수 영상 합성 장치.

청구항 11

수신 신호에 포함된 각 고조파 신호별로 에너지를 추정하고, 상기 추정된 에너지로부터 각 고조파 신호별로 가중치 팩터를 결정하는 단계; 및

상기 결정된 각 고조파 신호별 가중치 팩터를 각 고조파 신호를 분리한 결과에 적용하여 각 고조파별 주파수 영상을 합성하는 단계를 포함하되,

상기 고조파별 주파수 영상을 합성하는 단계는

상기 고조파 신호로부터 분리되어, 상기 고조파 신호와 동일한 위상을 갖는 동상(Inphase) 신호와, 상기 고조파 신호로부터 분리되어 상기 고조파 신호와 위상 차이가 90도를 갖는 신호인 직교(Quadrature) 신호를 이용하여

각 고조파 신호별 주파수 영상을 합성하되,

각 고조파 신호별 상기 동상 신호와 직교 신호를 각 고조파 신호에 대응하는 저역 통과 필터에 통과시키고, 상기 저역 통과 필터를 통과한 동상 신호와 직교 신호를 각각 제곱하여 더한 후, 더한 결과의 제곱근을 구하고, 상기 가중치 팩터를 상기 제곱근에 곱하고, 상기 가중치 팩터가 곱해진 각 고조파 신호별 제곱근을 합하여 각 고조파 신호별 주파수 영상을 합성하는 것을 특징으로 하는 멀티 고조파 영상 합성 방법.

청구항 12

제 1 항 내지 제 5 항 또는 제 11항 중에 어느 한 항의 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체.

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 주파수 영상 합성 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 초음파 영상의 대조도를 높여 개선된 초음파 영상을 제공할 수 있는 주파수 영상을 합성하는 방법 및 장치에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 초음파 주파수 합성 영상 기법은 초음파 영상의 스펙클 노이즈를 줄여 대조도를 향상시키는 기술이다. 일반적으로 초음파 주파수 합성 영상 기법은 빔 집속된 수신 데이터를 다수의 주파수 대역으로 나누고, 각 대역에 대해 포락선을 검출한 후 합성하여 초음파 영상을 생성하는 방식을 말한다.

[0003] 도 1은 초음파 주파수 합성시에 빔 집속된 신호를 다수의 대역으로 나눈 상태를 도시한 것이다.

[0004] 기존의 초음파 주파수 합성 방식은 동일한 계수 또는 시스템에 의해 결정되어 있는 계수를 각 대역 신호에 곱한 후 각 대역의 포락선 신호를 합성하는데 이는 실제 데이터의 특성을 반영하지 못한다. 특히 초음파는 인체 내를 진행하면서 주파수 종속적인 감쇠현상이 발생하는데 기존 초음파 주파수 합성과 같은 경우 이러한 특성을 반영하지 못하기 때문에 깊은 영역에서는 CNR(Contrast to Noise Ratio)이 떨어지는 문제점이 있었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0005] 따라서, 본 발명이 해결하고자 하는 첫 번째 과제는 초음파 영상의 대조도를 높여 개선된 초음파 영상을 제공할 수 있는 주파수 영상 합성 방법을 제공하는 것이다.

[0006] 본 발명이 해결하고자 하는 두 번째 과제는 초음파 영상의 대조도를 높여 개선된 초음파 영상을 제공할 수 있는 주파수 영상 합성 장치를 제공하는 것이다.

[0007] 또한, 상기된 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체를 제공하는데 있다.

과제의 해결 수단

[0008] 본 발명은 상기 첫 번째 과제를 달성하기 위하여, 수신 신호의 각 대역별 중심 주파수를 추정하는 단계; 상기 추정된 각 대역별 중심 주파수를 이용하여 상기 수신 신호를 각 대역별로 분리하는 단계; 상기 대역별로 상기 수신 신호를 분리한 결과를 이용하여 상기 대역별로 에너지를 추정하고, 상기 추정된 에너지로부터 각 대역별 가중치 팩터를 결정하는 단계; 및 상기 결정된 각 대역별 가중치 팩터를 상기 대역별로 상기 수신 신호를 분리한 결과에 적용하여 각 대역별 주파수 영상을 합성하는 단계를 포함하는 주파수 영상 합성 방법을 제공한다.

- [0009] 본 발명의 일 실시 예에 의하면, 상기 수신 신호를 각 대역별로 분리하는 단계는 상기 수신 신호를 각 대역별로 독립적인 직교 성분으로 분리하는 단계일 수 있다.
- [0010] 또한, 상기 직교 성분은 상기 수신 신호에 각 대역별 주파수에 대응하는 코사인 함수와 사인 함수를 곱함으로써 생성될 수 있다.
- [0011] 본 발명의 다른 실시 예에 의하면, 상기 대역별로 에너지를 추정하는 것은 상기 대역별로 상기 수신 신호를 분리한 결과를 누적함으로써, 상기 대역별로 에너지를 추정하는 것이 바람직하다.
- [0012] 또한, 상기 각 대역별 가중치 팩터를 결정하는 단계는 상기 추정된 에너지에 근거하여 각 대역별 가중치 팩터를 산출한 후, 다항식 근사화를 통해 상기 각 대역별 최종 가중치 팩터를 산출하는 단계인 것이 바람직하다.
- [0013] 본 발명은 상기 두 번째 과제를 달성하기 위하여, 수신 신호의 각 대역별 중심 주파수를 추정하는 중심 주파수 추정부; 상기 추정된 각 대역별 중심 주파수를 이용하여 상기 수신 신호를 각 대역별로 분리하는 신호 분리부; 상기 대역별로 상기 수신 신호를 분리한 결과를 이용하여 상기 대역별로 에너지를 추정하고, 상기 추정된 에너지로부터 각 대역별 가중치 팩터를 결정하는 가중치 팩터 결정부; 및 상기 결정된 각 대역별 가중치 팩터를 상기 대역별로 상기 수신 신호를 분리한 결과에 적용하여 각 대역별 주파수 영상을 합성하는 합성부를 포함하는 주파수 영상 합성 장치를 제공한다.
- [0014] 상기 다른 기술적 과제를 해결하기 위하여, 본 발명은 상기된 주파수 영상 합성 방법을 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램을 기록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록 매체를 제공한다.

발명의 효과

- [0015] 본 발명에 따르면, 초음파 영상의 대조도를 높여 개선된 초음파 영상을 제공할 수 있다. 또한, 본 발명에 따르면, 높은 공간 해상도와 대조도를 제공하는 멀티 고조파 영상화에 유용하게 사용할 수 있다. 나아가 본 발명에 따르면, 한 번의 송신 과정을 거친 후, 수신 집속 신호의 중심 주파수를 추정하고, 이를 이용하여 대역을 분할함으로써, CNR 및 SNR을 높일 수 있다. 또한, 실제 수신된 신호를 분석하여 가중치 팩터를 결정하고, 결정된 가중치 팩터를 이용하여 주파수 영상을 합성함으로써, 적응적(adaptive)으로 주파수 영상 합성을 수행한다.

도면의 간단한 설명

- [0016] 도 1은 초음파 주파수 합성시에 빔 집속된 신호를 다수의 대역으로 나눈 상태를 도시한 것이다.
- 도 2는 본 발명의 바람직한 일 실시 예에 따른 주파수 대역별 에너지를 이용하여 주파수 영상을 합성하는 장치의 블록도이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따라 중심 주파수 추정부(210)를 제외한 나머지 블록들의 상세 블록도를 도시한 것이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따라 동상(Inphase) 신호와 직교(Quadrature) 신호를 이용하여 에너지를 추정하고 가중치 팩터를 결정하는 가중치 팩터 결정부의 상세 블록도이다.
- 도 5는 본 발명의 바람직한 일 실시 예에 따라 주파수 대역별 에너지를 이용하여 주파수 영상을 합성하는 방법의 흐름도이다.
- 도 6은 기본 주파수 대역 분할, 고조파 주파수 대역 분할, 및 다수의 하모닉 주파수 대역 분할을 이용하여 주파수를 합성하고 영상화하는 방법의 개념을 도시한 것이다.
- 도 7은 일반적인 초음파 영상이다.
- 도 8은 두 개의 서브 밴드에 동일한 가중치 팩터(0.5)를 사용하여 얻은 일반적인 주파수 합성 영상이다.
- 도 9는 두 개의 서브 밴드에서 구한 에너지의 역수를 가중치 팩터로 사용한 본 발명의 실시 예에 따른 초음파 영상이다.
- 도 10은 2개의 서브 밴드별로 가중치 팩터를 깊이에 따라 다르게 결정하는 그래프를 나타낸 것이다.
- 도 11은 4 개의 서브 밴드에 일정한 가중치(0.25)를 적용한 주파수 합성 영상이다.
- 도 12는 4 개의 서브 밴드에서 구한 에너지의 역수를 가중치 팩터로 사용한 본 발명의 실시 예에 따른 초음파

영상이다.

도 13은 4 개의 서브 밴드별로 가중치 팩터를 깊이에 따라 다르게 결정하는 그래프를 나타낸 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0017] 본 발명에 관한 구체적인 내용의 설명에 앞서 이해의 편의를 위해 본 발명이 해결하고자 하는 과제의 해결 방안의 개요 혹은 기술적 사상의 핵심을 우선 제시한다.

[0018] 본 발명의 일 실시 예에 따른 주파수 영상 합성 방법은 수신 신호의 각 대역별 중심 주파수를 추정하는 단계; 상기 추정된 각 대역별 중심 주파수를 이용하여 상기 수신 신호를 각 대역별로 분리하는 단계; 상기 대역별로 상기 수신 신호를 분리한 결과를 이용하여 상기 대역별로 에너지를 추정하고, 상기 추정된 에너지로부터 각 대역별 가중치 팩터를 결정하는 단계; 및 상기 결정된 각 대역별 가중치 팩터를 상기 대역별로 상기 수신 신호를 분리한 결과에 적용하여 각 대역별 주파수 영상을 합성하는 단계를 포함한다.

[0019] 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 실시 예는 본 발명을 보다 구체적으로 설명하기 위한 것으로, 본 발명의 범위가 이에 의하여 제한되지 않는다는 것은 당업계의 통상의 지식을 가진 자에게 자명할 것이다.

[0020] 본 발명이 해결하고자 하는 과제의 해결 방안을 명확하게 하기 위한 발명의 구성을 본 발명의 바람직한 실시 예에 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.

[0021] 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.

[0022] 도 2는 본 발명의 바람직한 일 실시 예에 따른 주파수 대역별 에너지를 이용하여 주파수 영상을 합성하는 장치의 블록도이다.

[0023] 도 2를 참조하면, 본 실시 예에 따른 주파수 영상을 합성하는 장치는 중심 주파수 추정부(210), 신호 분리부(220), 가중치 팩터 결정부(230), 및 합성부(240)로 구성된다.

[0024] 중심 주파수 추정부(210)는 빔 집속된 수신 집속 신호의 각 대역별 중심 주파수를 추정한다. 중심 주파수 추정부는 주파수 추정이 가능한 어떠한 방법 (e.x., autocorrelation, autoregressive (AR) model 등)도 사용할 수 있다.

[0025] 신호 분리부(220)는 추정된 각 대역별 중심 주파수를 이용하여 수신 신호를 다수의 대역으로 분할한 후 각 대역별로 신호를 분리한다. 신호 분리의 예로서, 직각 복조 방법, 힐버트 변환 방법 등을 들 수 있다. 직각 복조 과정을 수행하면, 서로 독립적으로 직교하는 동상(Inphase) 신호와 직교(Quadrature) 신호가 생성된다.

[0026] 가중치 팩터 결정부(230)는 각 대역별로 분리된 신호를 이용하여 각 대역의 에너지를 추정하고, 가중치 팩터(weighting factor)를 구한다. 직각 복조 방법을 이용하는 경우에는 각 대역별로 동상(Inphase) 신호와 직교(Quadrature) 신호를 이용하여 각 대역의 에너지를 추정하고, 가중치 팩터(weighting factor)를 구한다.

[0027] 합성부(240)는 각 대역별 가중치 팩터, 각 대역별로 분리된 신호를 이용하여 각 대역의 포락선 신호를 합성한다. 직각 복조 방법을 이용하는 경우에는 각 대역별 가중치 팩터, 각 대역별 동상(Inphase) 신호, 및 각 대역별 직교(Quadrature) 신호를 이용하여 각 대역의 주파수 영상을 합성한다.

[0028] 도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따라 중심 주파수 추정부(210)를 제외한 나머지 블록들의 상세 블록도를 도시한

것이다.

[0029] 도 3을 참조하면, 신호 분리부(220), 가중치 팩터 결정부(230), 및 합성부(240)로 구성된다.

[0030] 신호 분리부(220)는 빔 집속된 수신 신호($r(t)$)를 각 대역별 BPF(대역 통과 필터)에 통과시켜, 다수의 주파수 대역으로 나눈 후, 각각 복조부를 이용하여 동상(Inphase) 성분과 직교(Quadrature) 성분으로 분리한다.

[0031] 보다 상세하게 살펴보면, 신호 분리부(220)는 중심 주파수 추정부(210)로부터 입력받은 각 대역별 중심 주파수를 이용하여 BPF를 선택하고, 수신 신호를 다수의 대역으로 분할한다. 또한, 신호 분리부(220)는 각 대역별 중심 주파수를 이용하여 각각 복조부를 통해 수신 신호를 기저대역으로 옮긴다. 이후, 가중치 팩터 결정부(230)는 기저대역으로 옮겨진 각 대역별 수신 신호를 이용하여 각 대역의 에너지를 추정하게 된다.

[0032] 주파수 대역 N에서 얻은 동상(Inphase) 성분과 직교(Quadrature) 성분은 수학식 1과 같다.

수학식 1

$$Inphase = r(t) \cos(2\pi f_N t)$$

$$Quadrature = r(t) \sin(2\pi f_N t)$$

[0034] 가중치 팩터 결정부(230)는 수학식 1에서 구한 동상(Inphase) 신호와 직교(Quadrature) 신호를 이용하여 각 대역의 에너지를 추정한다. 에너지 추정방법의 일례로서, Fourier transform(FT)을 이용할 수 있으며, 에너지를 추정하는 다른 방법을 이용하여도 무관하다.

[0035] Fourier transform(FT)는 다음의 수학식 2와 같이 표현할 수 있다.

수학식 2

$$\begin{aligned} F(k) &= \int_{-\infty}^{\infty} f(t) e^{-j2\pi kt} dt \\ &= \int_{-\infty}^{\infty} f(t) \cos(2\pi kt) dt - j \int_{-\infty}^{\infty} f(t) \sin(2\pi kt) dt \end{aligned}$$

[0037] 수학식 2를 참조하면, k(Hz) 주파수 성분은 입력 신호(i.e., $f(t)$)에 k(Hz)의 중심 주파수를 갖는 cosine과 sine을 곱한 후 이를 누적함으로써 구할 수 있다. 이는 각각 복조부에서 출력된 동상(Inphase) 성분과 직교(Quadrature) 성분을 추출하기 위해 cosine과 sine을 곱하는 것과 동일하며 각 대역의 주파수 추정은 동상(Inphase) 성분과 직교(Quadrature) 성분을 누적함으로써 구할 수 있다.

[0038] 가중치 팩터 결정부(230)가 에너지를 추정하는 방법을 도 4를 참조하여 보다 상세하게 살펴보기로 한다.

[0039] 도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따라 동상(Inphase) 신호와 직교(Quadrature) 신호를 이용하여 에너지를 추정하고 가중치 팩터를 결정하는 가중치 팩터 결정부의 상세 블록도이다.

[0040] 가중치 팩터는 영상을 깊이에 따라 다수의 영역으로 나누고 각 영역에서 추정된 에너지를 기초로 하여 결정된다. 추정된 에너지로부터 각 영역에서의 가중치 팩터를 구한 후 다항식 근사화(polynomial fitting)을 통해 최종 가중치 팩터를 결정한다.

[0041] 도 4를 참조하면, 가중치 팩터 결정부(230)는 어큐뮬레이터(231), 크기 산출부(232), 가중치 팩터 산출부(233), 및 다항식 근사화부(234)로 구성된다.

[0042] 어큐뮬레이터(231)는 각 대역별로 동상(Inphase) 신호 또는 직교(Quadrature) 신호를 입력받고, 입력된 신호를 누적한다.

[0043] 크기 산출부(232)는 어큐뮬레이터(231)에서 누적된 각 대역별 동상(Inphase) 신호와 직교(Quadrature) 신호를

이용하여 각 대역별 에너지 크기를 산출한다.

- [0044] 가중치 팩터 산출부(233)는 크기 산출부(232)에 의해 산출된 각 대역별 에너지 크기를 이용하여 각 대역별 가중치 팩터를 산출한다.
- [0045] 다항식 근사화부(234)는 가중치 팩터 산출부(233)에 의해 산출된 각 대역별 가중치 팩터를 다항식 근사화를 통해 최종 가중치 팩터를 산출한다.
- [0046] 다시 도 3을 참조하면, 합성부(240)는 신호 분리부(220)로부터 각 대역별로 동상(Inphase) 성분과 직교(Quadrature) 성분을 수신하고, 수신된 동상(Inphase) 성분과 직교(Quadrature) 성분을 각 대역에 대응하는 저역 통과 필터(LPF_N, N은 0~L)에 통과시킨다. 이후, 합성부(240)는 각 대역별로 저역 통과 필터를 통과한 동상(Inphase) 성분과 직교(Quadrature) 성분 각각을 제공하여 더한 후, 더한 결과의 제공근을 구하고, 가중치 팩터 결정부(230)로부터 수신된 가중치 팩터를 상기 제공근에 곱한다. 합성부(240)는 가중치 팩터가 곱해진 각 대역별 제공근을 합하여 각 대역별 주파수 영상을 합성한다. 다른 표현으로서, 합성부(240)는 가중치 팩터를 각 대역별 포락선에 곱하여 초음파 합성영상을 생성할 수 있다.
- [0047] 도 5는 본 발명의 바람직한 일 실시 예에 따라 주파수 대역별 에너지를 이용하여 주파수 영상을 합성하는 방법의 흐름도이다.
- [0048] 도 5를 참조하면, 본 실시 예에 따른 주파수 영상 합성 방법은 도 2에 도시된 주파수 영상 합성 장치에서 시계열적으로 처리되는 단계들로 구성된다. 따라서, 이하 생략된 내용이라 하더라도 도 2에 도시된 주파수 영상 합성 장치에 관하여 이상에서 기술된 내용은 본 실시 예에 따른 주파수 영상 합성 방법에도 적용된다.
- [0049] 510 단계에서 주파수 영상 합성 장치는 수신 신호의 각 대역별 중심 주파수를 추정한다. 중심 주파수 추정은 주파수 추정이 가능한 어떠한 방법 (e.x., autocorrelation, autoregressive (AR) model 등)도 사용할 수 있다.
- [0050] 520 단계에서 주파수 영상 합성 장치는 추정된 각 대역별 중심 주파수를 이용하여 상기 수신 신호를 각 대역별로 분리한다. 상기 수신 신호의 각 대역별 분리의 예로서, 상기 수신 신호를 각 대역별로 독립적인 직교 성분으로 분리할 수 있다. 상기 직교 성분은 상기 수신 신호에 각 대역별 주파수에 대응하는 코사인 함수와 사인 함수를 곱함으로써 생성된다. 신호 분리의 예로서, 직각 복조 방법, 힐버트 변환 방법 등을 들 수 있다. 직각 복조 과정을 수행하면, 서로 독립적으로 직교하는 동상(Inphase) 신호와 직교(Quadrature) 신호가 생성된다.
- [0051] 530 단계에서 주파수 영상 합성 장치는 대역별로 수신 신호를 분리한 결과를 이용하여 대역별로 에너지를 추정하고, 추정된 에너지로부터 각 대역별 가중치 팩터를 결정한다. 직각 복조 방법을 이용하는 경우에는 각 대역별로 동상(Inphase) 신호와 직교(Quadrature) 신호를 이용하여 각 대역의 에너지를 추정하고, 가중치 팩터(weighting factor)를 구한다.
- [0052] 한편, 상기 대역별로 에너지를 추정하는 것은 상기 대역별로 상기 수신 신호를 분리한 결과를 누적함으로써, 상기 대역별로 에너지를 추정할 수 있다. 이후, 상기 추정된 에너지에 근거하여 각 대역별 가중치 팩터를 산출한 후, 다항식 근사화를 통해 상기 각 대역별 최종 가중치 팩터를 산출한다.
- [0053] 540 단계에서 주파수 영상 합성 장치는 결정된 각 대역별 가중치 팩터를 대역별로 수신 신호를 분리한 결과에 적용하여 각 대역별 주파수 영상을 합성한다. 직각 복조 방법을 이용하는 경우에는 각 대역별 가중치 팩터, 각 대역별 동상(Inphase) 신호, 및 각 대역별 직교(Quadrature) 신호를 이용하여 각 대역의 주파수 영상을 합성한다.
- [0054] 도 6은 기본 주파수 대역 분할, 고조파 주파수 대역 분할, 및 다수의 하모닉 주파수 대역 분할을 이용하여 주파수를 합성하고 영상화하는 방법의 개념을 도시한 것이다.
- [0055] 본 발명의 일 실시 예에 따른 주파수 영상 합성 장치는 모든 주파수 영역 (e.x., 기본 주파수, 하모닉 주파수, 서브하모닉, 또는 울트라 하모닉)의 대역에 대하여 신호 분할하여 합성하는 주파수 합성 기법(도 6a, 도 6b)에서 사용할 수 있다.
- [0056] 도 6c는 여러 하모닉 주파수를 합성하여 영상화한 멀티 고조파 영상(Multi-harmonic imaging)이다.
- [0057] 본 발명의 다른 실시 예에 따른 멀티 고조파 영상 합성 방법은 높은 공간 해상도와 대조도를 제공하는 멀티 고

조파 영상화에 유용하게 사용할 수 있다. 즉, 기본 주파수 및 생체 조직의 비선형성에 의해 발생하는 고조파 신호들을 합성하여 영상화할 때 각 주파수 대역의 에너지를 추정하여 최적의 멀티 고조파 영상을 획득할 수 있다.

[0058] 보다 상세하게 살펴보면, 각 고조파 신호별로 에너지를 추정하고, 상기 추정된 에너지로부터 각 고조파 신호별로 가중치 팩터를 결정하는 단계와 결정된 각 고조파 신호별 가중치 팩터를 각 고조파 신호를 분리한 결과에 적용하여 각 고조파별 주파수 영상을 합성하는 단계로 이루어질 수 있을 것이다.

[0059] 각 고조파 신호별 에너지를 추정하는 방법과 가중치 팩터를 결정하는 방법은 도 4에 도시된 가중치 팩터 결정부(230)를 이용할 수 있다. 또한, 각 고조파 신호를 분리하는 방법은 도 3에 도시된 신호 분리부(220)를 이용할 수 있으며, 각 고조파 주파수 영상을 합성하는 방법은 도 3에 도시된 합성부(240)를 이용할 수 있다.

[0060] 도 7은 일반적인 초음파 영상이고, 도 8은 두 개의 서브 밴드에 동일한 가중치 팩터를 사용하여 얻은 일반적인 주파수 합성 영상이며, 도 9는 두 개의 서브 밴드에서 구한 에너지의 역수를 가중치 팩터로 사용한 본 발명의 실시 예에 따른 초음파 영상이다. 도 10은 2개의 서브 밴드별로 가중치 팩터를 깊이에 따라 다르게 결정하는 그래프를 나타낸 것이다.

[0061] 도 8의 경우 가중치 팩터를 0.5로 동일하게 하여 영상을 구성한 반면, 도 9의 경우, 도 10과 같이 서브 밴드별로 가중치 팩터를 깊이에 따라 다르게 하여 영상을 구성하고 있다. 도 10a는 낮은 주파수 대역의 깊이에 따른 가중치 팩터를 도시한 것이고, 도 10b는 깊은 주파수 대역의 깊이에 따른 가중치 팩터를 도시한 것이다.

[0062] 표 1은 도 10에서 각 영상의 homogeneous한 영역에서 구한 speckle signal-to-noise ratio (SSNR) 값을 보여주고 있다.

[0063] $SSNR = \mu / \sigma$ 로 계산되며, μ 는 신호 크기의 평균값이고, σ 는 신호 크기의 표준편차값이다.

표 1

Conventional	Conventional FC	Adaptive FC
13.25	15.36	18.58

[0065] 도 11은 4 개의 서브 밴드에 일정한 가중치(0.25)를 적용한 주파수 합성 영상이고, 도 12는 4 개의 서브 밴드에서 구한 에너지의 역수를 가중치 팩터로 사용한 본 발명의 실시 예에 따른 초음파 영상이다.

[0066] 도 13은 4 개의 서브 밴드별로 가중치 팩터를 깊이에 따라 다르게 결정하는 그래프를 나타낸 것이다.

[0067] 표 2는 도 12에서 각 영상의 homogeneous한 영역에서 구한 speckle signal-to-noise ratio (SSNR) 값을 보여주고 있다.

표 2

Conventional	Conventional FC	Adaptive FC
13.25	21.16	24.02

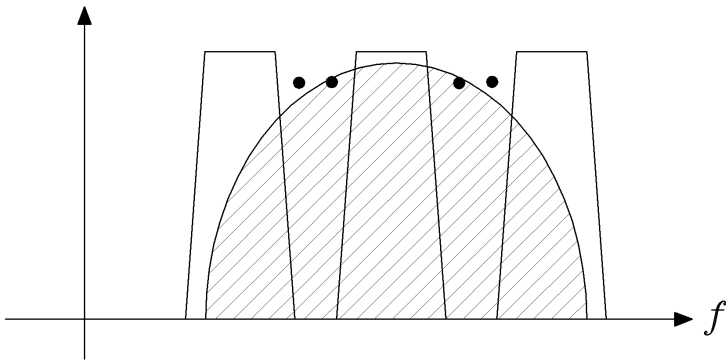
[0069] 본 발명의 실시 예들은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic 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.

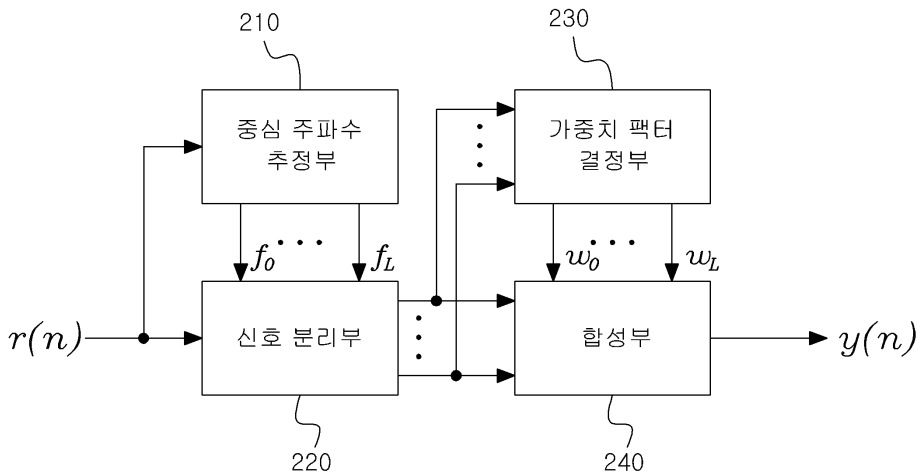
[0070] 이상과 같이 본 발명에서는 구체적인 구성 요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시 예 및 도면에 의해 설명되었으나 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명은 상기의 실시 예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시 예에 국한되어 정해져서는 아니되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

도면

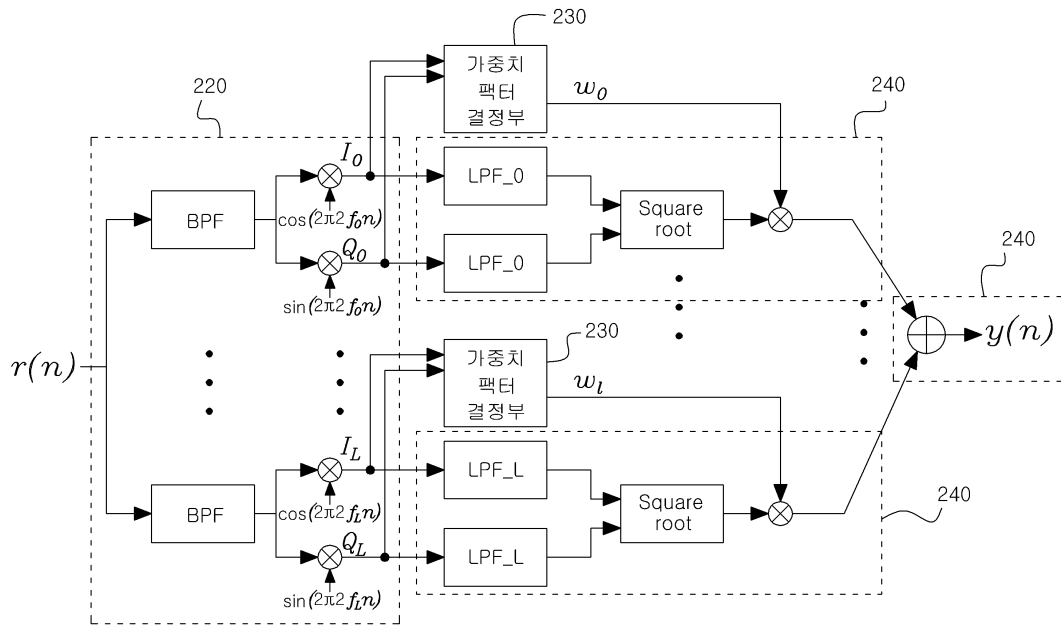
도면1



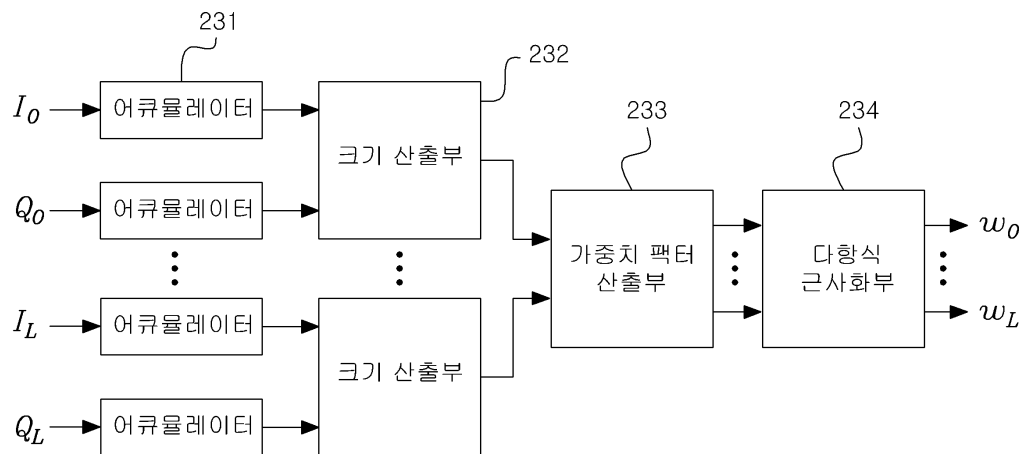
도면2



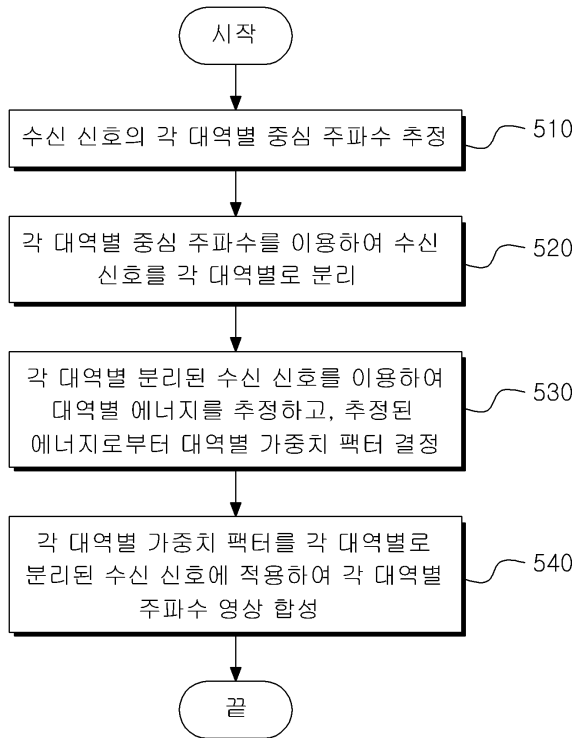
도면3



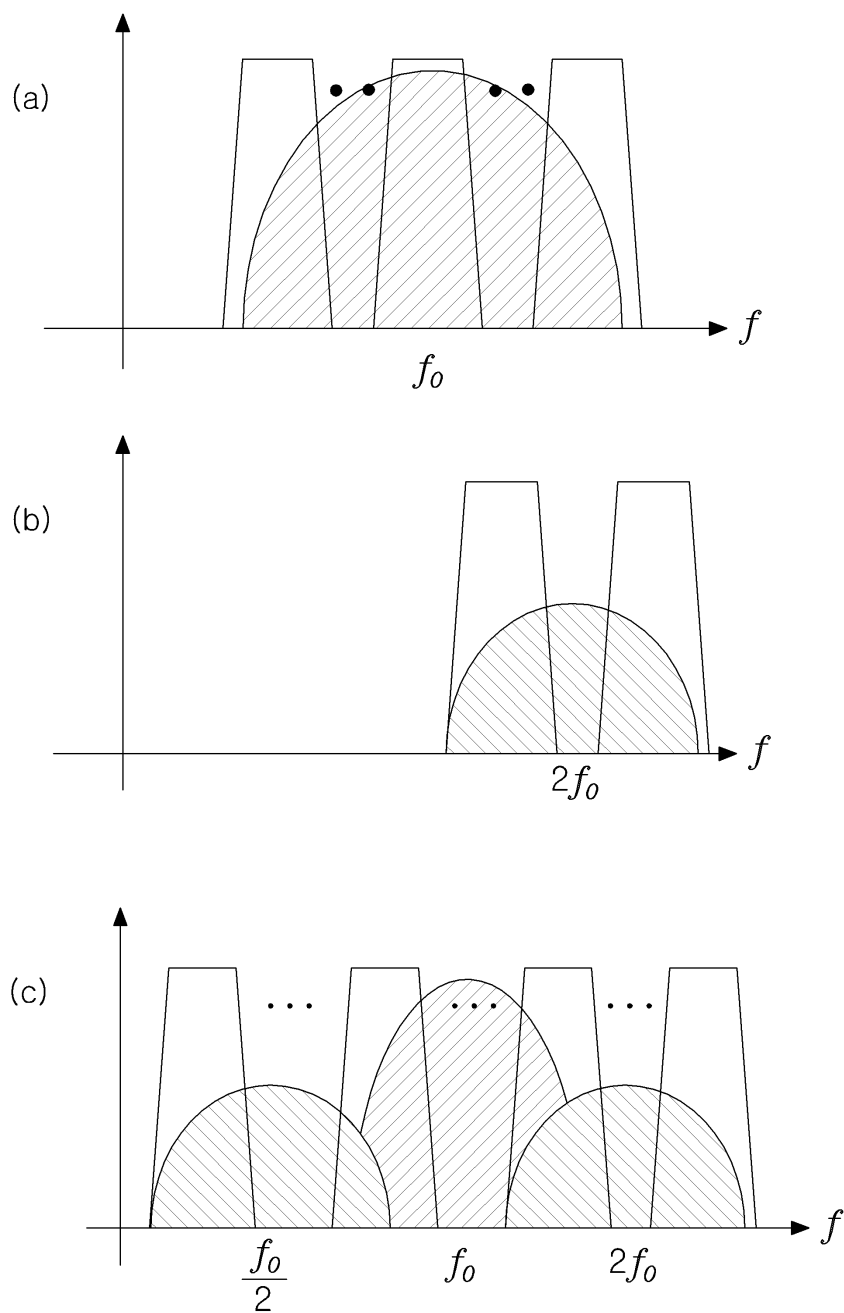
도면4



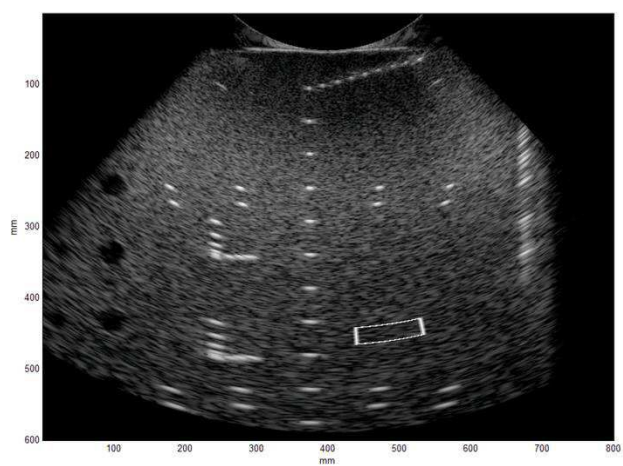
도면5



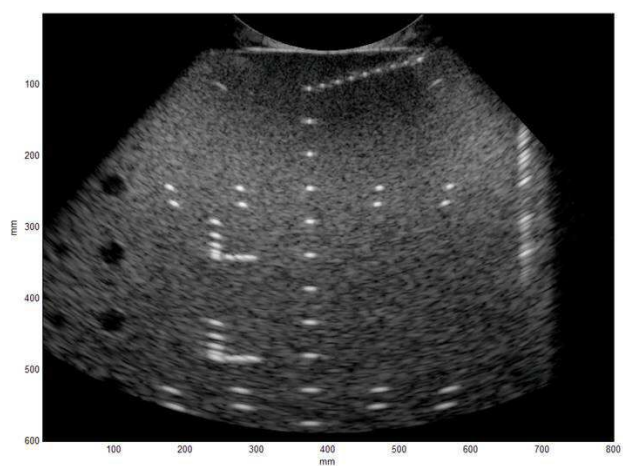
도면6



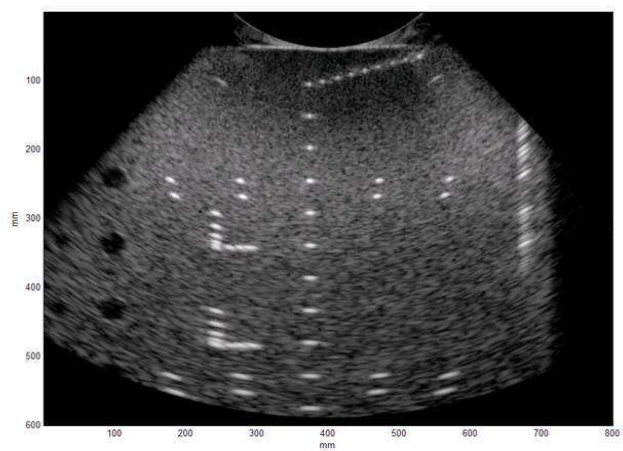
도면7



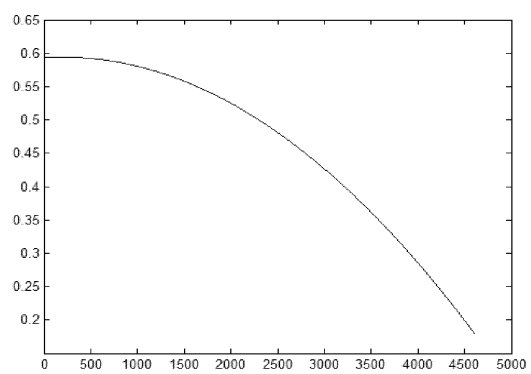
도면8



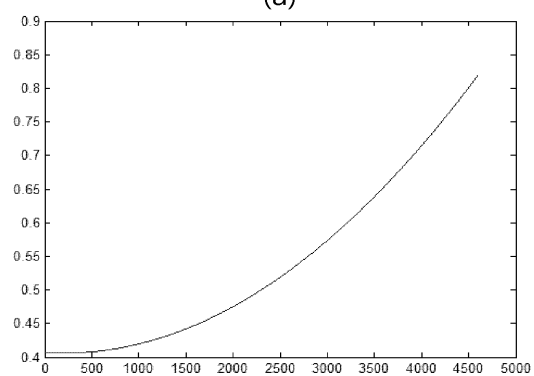
도면9



도면10

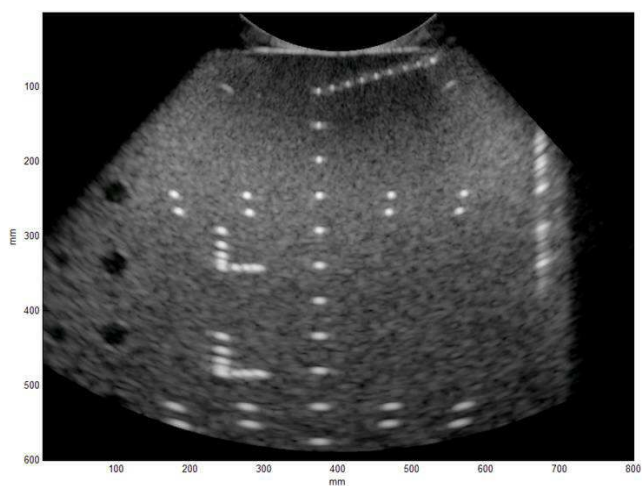


(a)

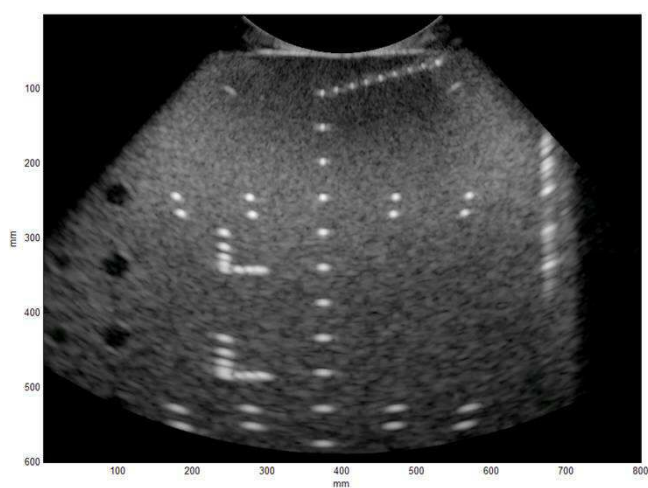


(b)

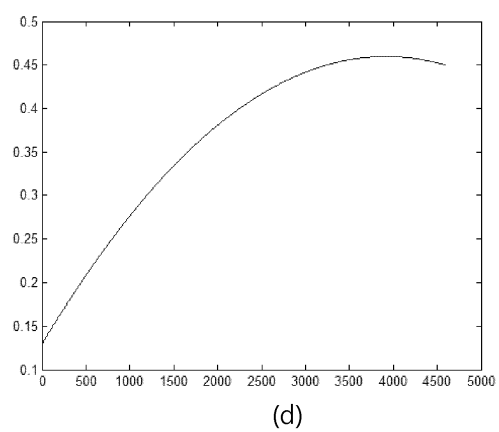
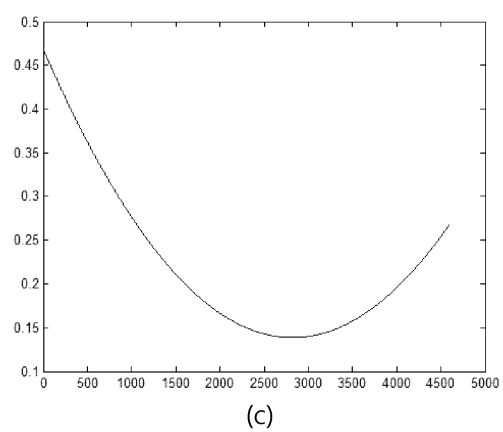
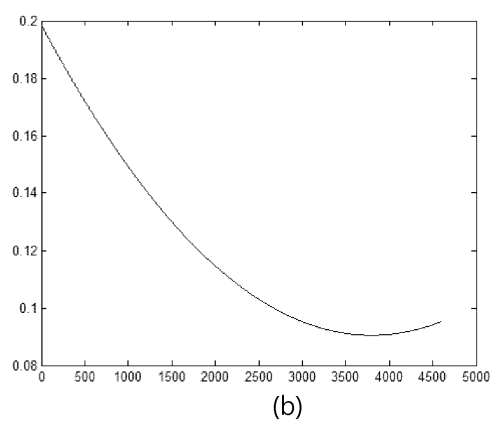
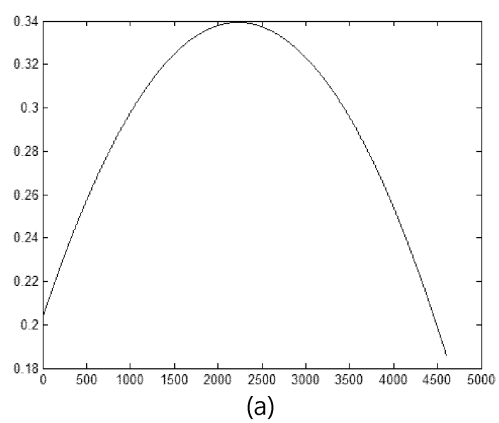
도면11



도면12



도면13



专利名称(译)	使用每频带能量合成频率图像的方法和装置		
公开(公告)号	KR101287098B1	公开(公告)日	2013-07-16
申请号	KR1020110040172	申请日	2011-04-28
[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	CHANG JIN HO 장진호 SONG TAI KYONG 송태경 YOO YANG MO 유양모 YOON CHANG HAN 윤창한		
发明人	장진호 송태경 유양모 윤창한		
IPC分类号	A61B A61B8/00		
CPC分类号	G06T2207/30004 G06T5/007 G06T2207/20056 G01S7/52038 G01S7/52026 G06T2207/10132 G06T5/10 G01S7/52046		
其他公开文献	KR1020120122157A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

频率图像合成方法本发明涉及一种频率图像合成方法，它估计接收信号的每个频带的中心频率，使用每个频段的中心频率为每个频段分离接收信号，要估算每个频段的能量，根据能量确定每个波段的权重因子，并且将权重因子应用于通过每个频带分离接收信号的结果，以合成每个频带的频率图像 并且增强了超声图像的对比度，从而提供了改进的超声图像。 代表还 - 2 尹昌

