



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년02월26일

(11) 등록번호 10-1495527

(24) 등록일자 2015년02월16일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

A61B 8/14 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2012-0104212

(22) 출원일자 2012년09월19일

심사청구일자 2013년04월11일

(65) 공개번호 10-2013-0095163

(43) 공개일자 2013년08월27일

(30) 우선권주장

1020120016473 2012년02월17일 대한민국(KR)

1020120016474 2012년02월17일 대한민국(KR)

(56) 선행기술조사문헌

JP2001149370 A*

KR1020090070562 A

US20090012398 A1

KR101100527 B1

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

삼성메디슨 주식회사

강원도 홍천군 남면 한서로 3366

(72) 발명자

배무호

서울특별시 강남구 테헤란로 108길 42(대치동)

이영석

서울특별시 강남구 테헤란로 108길 42(대치동)

안형준

서울특별시 강남구 테헤란로 108길 42(대치동)

(74) 대리인

리앤록특허법인

전체 청구항 수 : 총 10 항

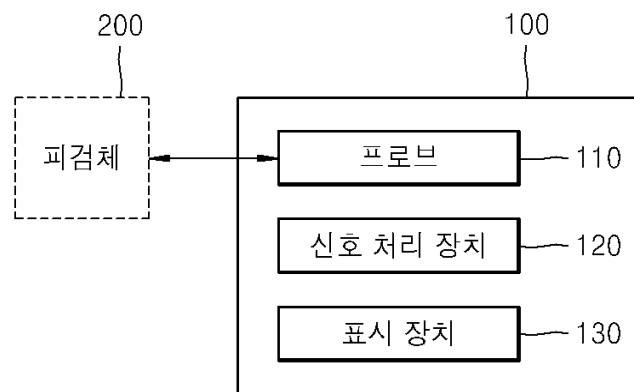
심사관 : 박승배

(54) 발명의 명칭 초음파 영상 장치

(57) 요약

초음파 영상 장치가 개시된다. 제1 기간 및 제2 기간 사이에는 갭이 존재하고, 상기 제1 기간 및 상기 제2 기간에서 각각 제1 모드 초음파 신호를 송신하고, 상기 제1 기간에서 제1 응답 신호를 수신하고, 상기 제2 기간에서 제2 응답 신호를 수신하는 프로브; 및 상기 제1 응답 신호를 외삽(extrapolation)하여 상기 갭에서의 제1 추정 신호를 획득하고, 상기 제2 응답 신호를 외삽하여 상기 갭에서의 제2 추정 신호를 획득하고, 상기 제1 추정 신호 및 상기 제2 추정 신호를 기반으로 상기 갭에서의 추정 신호를 획득하는 신호 처리 장치를 포함하는 초음파 영상 장치가 개시된다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

삭제

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

삭제

청구항 5

삭제

청구항 6

삭제

청구항 7

삭제

청구항 8

삭제

청구항 9

삭제

청구항 10

삭제

청구항 11

제1 기간 및 제2 기간 사이에는 갭이 존재하고, 상기 제1 기간 및 상기 제2 기간에서 각각 제1 모드 초음파 신호를 송신하고, 상기 제1 기간에서 제1 응답 신호를 수신하고, 상기 제2 기간에서 제2 응답 신호를 수신하는 프로브; 및

상기 제1 응답 신호를 필터링하여 1보다 큰 정수인 N개 서브밴드들에 대응되는 N개의 제1 서브밴드 신호들을 획득하고,

상기 N개의 제1 서브밴드 신호들을 각각 미러링(mirroring)을 통해 상기 갭에서의 N개의 제1 서브밴드 추정 신호들을 획득하고,

상기 N개의 제1 서브밴드 추정 신호들을 기반으로 상기 갭에서의 제1 추정 신호를 획득하는 신호 처리 장치를 포함하며,

상기 신호 처리 장치는 상기 N개의 서브밴드들에 대응하며, 각각이 대응하는 주파수 대역인 서브밴드를 통과시키는 N개의 필터들을 포함하고,

상기 N개의 필터들은 상기 제1 응답 신호를 입력받아 상기 N개의 제1 서브밴드 신호들을 출력하는 것을 특징으

로 하는 것을 특징으로 하는 초음파 영상 장치.

청구항 12

제11항에 있어서,

상기 신호 처리 장치는, 상기 제2 응답 신호를 필터링하여 상기 N개 서브밴드에 대응되는 N개의 제2 서브밴드 신호들을 획득하고,

상기 N개의 제2 서브밴드 신호들을 각각 미러링하여 상기 캡에서의 N개의 제2 서브밴드 추정 신호들을 획득하고,

상기 N개의 제2 서브밴드 추정 신호들을 기반으로 상기 캡에서의 제2 추정 신호를 획득하고,

상기 제1 추정 신호 및 상기 제2 추정 신호를 기반으로 상기 캡에서의 추정 신호를 획득하는 것을 특징으로 하는 초음파 영상 장치.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 신호 처리 장치는, 상기 N개의 제1 서브밴드 추정 신호들을 모두 더해 상기 제1 추정 신호를 획득하고,

상기 N개의 제2 서브밴드 추정 신호들을 모두 더해 상기 제2 추정 신호를 획득하는 것을 특징으로 하는 초음파 영상 장치.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 신호 처리 장치는 상기 N개의 서브밴드들에 대응하는 N개의 필터들을 포함하고,

상기 N개의 필터들은 상기 제1 응답 신호를 입력받아 상기 N개의 제1 서브밴드 신호들을 출력하고, 상기 제2 응답 신호를 입력받아 상기 N개의 제2 서브밴드 신호들을 출력하는 것을 특징으로 하는 초음파 영상 장치.

청구항 15

제14항에 있어서,

상기 N개의 필터들의 주파수 응답들을 모두 더하면 평탄한 주파수 특성을 갖는 것을 특징으로 하는 초음파 영상 장치.

청구항 16

제13항에 있어서,

상기 신호 처리 장치는, 상기 제1 추정 신호에 제1 가중치를 곱한 제1 신호 및 상기 제2 추정 신호에 제2 가중치를 곱한 제2 신호를 더해 상기 추정 신호를 획득하는 것을 특징으로 하는 초음파 영상 장치.

청구항 17

제16항에 있어서,

상기 프로브는 상기 캡에서 제2 모드 초음파 신호를 송신하고, 제2 모드 응답 신호를 수신하는 것을 특징으로 하는 초음파 영상 장치.

청구항 18

제17항에 있어서,

상기 제1 모드 초음파 신호는 D 모드용 초음파 신호이고, 상기 제2 모드 초음파 신호는 B 모드용 초음파 신호인 것을 특징으로 하는 초음파 영상 장치.

청구항 19

제18항에 있어서,

상기 신호 처리 장치는, 상기 제1 기간에서의 상기 제1 응답 신호, 상기 제2 기간에서의 상기 제2 응답 신호 및 상기 갭에서의 상기 추정 신호를 기반으로 갭 필러링된 제1 모드 응답 신호를 획득하는 것을 특징으로 하는 초음파 영상 장치.

청구항 20

제19항에 있어서,

상기 신호 처리 장치는 상기 제1 모드 응답 신호 및 상기 제2 모드 응답 신호를 기반으로 B 모드와 D 모드를 동시에 표현하는 B-D 동시 모드 영상을 획득하고,

상기 B-D 동시 모드 영상을 표시하는 표시 장치를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 초음파 영상 장치.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 초음파 영상 장치에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 초음파 영상 장치는 피검체(subject)를 스캔하여 초음파 영상을 획득하고, 초음파 영상을 표시할 수 있다. 예를 들어, 초음파 영상은 A 모드 영상, B 모드(brightness mode) 영상 또는 D 모드(Doppler mode) 영상 등일 수 있다. 또한, 초음파 영상 장치는 서로 다른 모드를 함께 표현하는 초음파 영상을 표시할 수 있다.

[0003] 따라서 서로 다른 모드를 함께 표현하는 초음파 영상을 표시하기 위해 효율적으로 동작할 수 있는 초음파 영상 장치가 요구된다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명이 해결하고자 하는 기술적 과제는, 효율적인 초음파 영상 장치를 제공하는 것에 있다.

과제의 해결 수단

[0005] 상기 기술적 과제를 해결하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파 영상 장치는, 제1 기간 및 제2 기간 사이에는 갭이 존재하고, 상기 제1 기간 및 상기 제2 기간에서 각각 제1 모드 초음파 신호를 송신하고, 상기 제1 기간에서 제1 응답 신호를 수신하고, 상기 제2 기간에서 제2 응답 신호를 수신하는 프로브; 및 상기 제1 응답 신호를 외삽(extrapolation)하여 상기 갭에서의 제1 추정 신호를 획득하고, 상기 제2 응답 신호를 외삽하여 상기 갭에서의 제2 추정 신호를 획득하고, 상기 제1 추정 신호 및 상기 제2 추정 신호를 기반으로 상기 갭에서의 추정 신호를 획득하는 신호 처리 장치를 포함한다.

[0006] 상기 기술적 과제를 해결하기 위한 본 발명의 다른 실시예에 따른 초음파 영상 장치는, 제1 기간 및 제2 기간 사이에는 갭이 존재하고, 상기 제1 기간 및 상기 제2 기간에서 각각 제1 모드 초음파 신호를 송신하고, 상기 제1 기간에서 제1 응답 신호를 수신하고, 상기 제2 기간에서 제2 응답 신호를 수신하는 프로브; 및 상기 제1 응답 신호를 필터링하여 1보다 큰 정수인 N개 서브밴드들에 대응되는 N개의 제1 서브밴드 신호들을 획득하고, 상기 N개의 제1 서브밴드 신호들을 각각 미러링(mirroring)을 통해 상기 갭에서의 N개의 제1 서브밴드 추정 신호들을 획득하고, 상기 N개의 제1 서브밴드 추정 신호들을 기반으로 상기 갭에서의 제1 추정 신호를 획득하는 신호 처리 장치를 포함한다.

발명의 효과

[0007] 본 발명의 실시예에 따르면, 효율적인 초음파 영상 장치 및 그 동작 방법이 제공될 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0008] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파 영상 장치를 나타내는 블록도이다.
- 도 2는 겹 필링에 따르는 경우 시간에 따라 도 1의 프로브에서 수행되는 동작의 예를 나타낸다.
- 도 3은 시간에 따른 제1 모드 응답 신호의 일 예를 나타낸다.
- 도 4 및 도 5는 제1 실시예에 따른 경우의 오차와 종래예에 따른 경우의 오차를 도시한다.
- 도 6은 원래 신호, 종래예에 따라 겹 필링된 신호, 제1 실시예에 따라 겹 필링된 신호에 대한 도플러 스펙트럼 영상을 나타낸다.
- 도 7은 본 발명의 제2 실시예에 따른 신호 처리 장치의 일 예를 나타낸다.
- 도 8은 도 7의 신호 처리 장치가 4개의 필터를 포함한다고 가정한 경우, 4개의 필터 각각의 주파수 응답을 나타낸 그래프이다.
- 도 9는 원래 신호, 일반적인 미러링에 따라 겹 필링된 신호, 제2 실시예에 따라 겹 필링된 신호에 대한 도플러 스펙트럼 영상을 나타낸다.
- 도 10은 본 발명의 다른 실시예에 따른 초음파 영상 장치의 동작 방법을 나타내는 순서도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0009] 이하에서는 도면을 참고하여 본 발명의 실시예들을 상세히 설명한다.
- [0010] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파 영상 장치(100)를 나타내는 블록도이다.
- [0011] 도 1을 참고하면, 초음파 영상 장치(100)는 프로브(probe, 110) 및 신호 처리 장치(120)를 포함한다. 초음파 영상 장치(100)는 표시 장치(130)를 더 포함할 수 있다. 피검체(subject, 200)는 인체를 포함하는 동물체이다.
- [0012] 프로브(110)는 피검체(200)에 초음파 신호를 송신하고, 응답 신호를 수신한다. 프로브(110)는 초음파 신호 및 응답 신호 수신을 통해 피검체(200) 또는 피검체(200)의 일부를 스캔할 수 있다. 응답 신호는 피검체(200)를 투과한 신호이거나, 피검체(200)로부터 반사된 신호일 수 있다. 피검체(200)로부터 반사된 응답 신호는 에코(echo) 신호라고 할 수 있다.
- [0013] 신호 처리 장치(120)는 프로브(110)에서 수신한 응답 신호를 처리하여 초음파 영상을 획득할 수 있다. 표시 장치(130)는 신호 처리 장치(120)에서 획득한 초음파 영상을 표시할 수 있다.
- [0014] 초음파 영상 장치(100)는 다양한 모드의 초음파 영상을 획득하고 표시할 수 있다. 예를 들어, 초음파 영상은 A 모드 영상, B 모드(brightness mode) 영상 또는 D 모드(Doppler mode) 영상 등일 수 있다.
- [0015] A 모드 영상은 시간에 따른 응답 신호의 세기를 표시하는 영상이고, B 모드 영상은 응답 신호의 세기를 휘도로 변조한 영상이다.
- [0016] D 모드 영상은 응답 신호의 위상 변화를 통해 피검체(200) 내 혈류 등의 움직임, 혈류속도를 측정하고, 그 움직임 및 혈류 속도를 영상화한 것이다. 프로브(110)는 펄스파를 동일한 스캔라인을 향해 일정 시간 간격으로 반복하여 송신하고, 응답 신호를 수신할 수 있다. 신호 처리 장치(120)는 수신되는 응답 신호의 위상 변화를 검출하고, 도플러 효과를 이용하여 혈류 등의 움직임 및 혈류 속도를 검출할 수 있다. 프로브(110)가 펄스파를 반복하여 송신하는 시간 간격의 역수를 펄스 반복 주파수(Pulse Repetition Frequency; PRF)라 한다. 펄스 반복 주파수가 낮을수록 응답 신호에 앨리어싱(aliasing)이 생기기 쉽다. 따라서 펄스 반복 주파수가 낮을수록 앨리어싱 없이 측정할 수 있는 혈류속도의 범위가 줄어든다.
- [0017] 초음파 영상 장치(100)는 2가지 다른 모드를 동시에 표현하는 초음파 영상을 획득하고 표시할 수 있다. 예를 들어, 초음파 영상은 B 모드와 D 모드를 동시에 표현하는 B-D 동시 모드 영상일 수 있다.
- [0018] 이하, 초음파 영상 장치(100)가 제1 모드 및 제2 모드를 동시에 표현하는 초음파 영상을 획득하고 처리하는 경우를 가정하여 설명한다. 본 명세서에서는 제1 모드는 D 모드이고, 제2 모드는 B 모드인 경우의 예를 위주로 설명하나, 반드시 이에 제한되는 것은 아니다.
- [0019] 기본적인 B-D 동시 모드에서는 도플러 스캔 라인을 향하여 일정 시간 간격으로 도플러용 펄스를 송수신하고, 그 사이사이에 B 모드 스캔 라인을 향하여 B 모드용 펄스를 송수신한다. 즉, 도플러용 펄스들 간에 B 모드 펄스를

송수신할 수 있는 시간적 틈이 있어야 한다.

- [0020] 기본적인 B-D 동시 모드에서의 B 모드는 B 모드만이 동작하는 경우보다 하나의 프레임을 획득하는 데 더 많은 시간이 소요된다. 보통 두 배 이상의 시간이 소요될 수 있다. 따라서 프레임 레이트(frame rate)가 절반 이하로 떨어질 수 있다. 기본적인 B-D 동시 모드에서의 D 모드에서는 D 모드만이 동작하는 경우보다 도플러용 펄스들 간의 간격이 넓어지므로, 펄스 반복 주파수가 절반 또는 절반 이하로 떨어질 수 있다. 펄스 반복 주파수가 낮을수록 응답 신호에 엘리어싱이 생기기 쉬우므로, 펄스 반복 주파수가 낮을수록 엘리어싱 없이 측정할 수 있는 혈류속도의 범위가 줄어든다. 성능이 저하된다. 이로 인해, 초음파 영상 장치의 성능이 저하된다. 이와 같은 성능 저하를 방지하기 위해 갭 필링(gap filling) 방법이 있다.
- [0021] 갭 필링 방법에서는, 기본적인 B-D 동시 모드와 달리, 일정 기간 동안은 도플러 스캔 라인을 향해 연속적으로 도플러용 펄스를 송수신하고, 그 다음의 일정 기간 동안은 B 모드 스캔 라인을 향해 B 모드 펄스를 송수신하는 동작이 반복한다. 도플러용 펄스가 송수신되는 기간에서는 B 모드 펄스가 송수신되지 않고, B 모드 펄스가 송수신되는 기간에서는 도플러용 펄스가 송수신되지 않는다. 갭 필링 방법에서 D 모드의 경우, 펄스 반복 주파수는 떨어지지 않아도 된다. 그런데, 송신된 도플러용 펄스에 대한 응답인 도플러 신호는 일정 기간 동안은 연속하여 수신되다가 일정 기간 동안은 수신되지 않게 되어, 도플러 신호에 갭(gap)이 존재하게 된다. 갭이 존재하는 도플러 신호의 갭을 매꾸는 작업을 갭 필링이라 한다. 갭 필링은 완벽히 이루어지기는 매우 어렵고, 사람이 느끼기에 원래 갭이 없던 경우와 비교해 큰 차이를 느끼지 못할 정도로 갭 필링이 수행되면 적당하다. 갭 필링으로 갭을 매꾸 연속된 도플러 신호의 도플러 스펙트럼(Doppler spectrum)을 추정하거나, 연속된 도플러 사운드(Doppler sound)를 추정할 수 있다.
- [0022] 본 발명의 실시예에서는 B-D 동시 모드를 위해 갭 필링 방법을 사용한다.
- [0023] 도 2는 갭 필링에 따르는 경우 시간에 따라 도 1의 프로브(110)에서 수행되는 동작의 예를 나타낸다.
- [0024] 도 1 및 도 2를 참고하면, 프로브(110)는 제1 모드 초음파 신호를 송신하고 제1 모드 응답 신호를 수신하는 제1 모드의 동작과 제2 모드 초음파 신호를 송신하고 제2 모드 응답 신호를 수신하는 제2 모드의 동작을 번갈아 수행한다. 제1 모드 초음파 신호는 D 모드용 초음파 신호일 수 있고, 제2 모드 초음파 신호는 B 모드용 초음파 신호일 수 있다.
- [0025] 이하, 프로브(110)가 제2 모드의 동작을 수행하는 기간을 갭이라 한다. 또한, 프로브(110)가 제1 모드 동작을 수행하는 어느 한 기간을 제1 기간이라 하고, 제1 기간 이후에 프로브(110)가 다시 제1 모드 동작을 수행하는 기간을 제2 기간이라 한다. 또한, 제1 기간 및 제2 기간 사이에는 갭이 존재한다. 그리고, 제1 기간에서 수신되는 제1 모드 응답 신호를 제1 응답 신호라 하고, 제2 기간에서 수신되는 제1 모드 응답 신호를 제2 응답 신호라 한다.
- [0026] 도 3은 시간에 따른 제1 모드 응답 신호의 일 예를 나타낸다. 도 3은 도시의 편의를 위해 제1 모드 응답 신호를 간략한 형태로 나타내었으나, 도 3이 제1 모드 응답 신호의 형태를 제한하는 것은 아니다.
- [0027] 도 3을 참고하면, 제1 기간에서 제1 모드 응답 신호로 제1 응답 신호(11)가 수신되고, 제2 기간에서 제1 모드 응답 신호로 제2 응답 신호(12)가 수신된다. 제1 기간 및 제2 기간 사이의 갭에서는 제1 모드 응답 신호가 수신되지 않는다.
- [0028] 다시 도 1 및 도 3을 참고하면, 신호 처리 장치(120)는 제1 응답 신호(11) 및 제2 응답 신호(12)를 기반으로 갭에서의 제1 모드 응답 신호로 추정되는 추정 신호(estimated signal)를 획득할 수 있다. 갭에서의 추정 신호가 획득되면, 제1 기간에서의 제1 응답 신호(11), 갭에서의 상기 추정 신호 및 제2 기간에서의 제2 응답 신호(22)를 기반으로 갭 필링(gap filling)된 제1 모드 응답 신호가 획득될 수 있다.
- [0029] 또한, 갭에서는 제2 모드 응답 신호가 수신될 수 있다. 따라서, 신호 처리 장치(120)는 갭 필링된 제1 모드 응답 신호 및 제2 모드 응답 신호를 기반으로 제1 모드와 제2 모드를 동시에 표현하는 제1 및 제2 동시 모드 영상을 획득할 수 있고, 표시 장치(130)는 제1 및 제2 동시 모드 영상을 표시할 수 있다. 제1 및 제2 동시 모드 영상은 B-D 동시 모드 영상일 수 있다.
- [0030] 이하, 갭에서의 추정 신호를 획득하는 갭 필링 방법을 제1 실시예 및 제2 실시예로 나누어 설명한다.
- [0031] 1. 제1 실시예
- [0032] 도 1 및 도 3을 참고하면, 신호 처리 장치(120)는 제1 응답 신호(11)를 외삽(extrapolation)하여 갭에서의 제1

추정 신호를 획득하고, 제2 응답 신호(12)를 외삽하여 겹에서의 제2 추정 신호를 획득할 수 있다. 제1 추정 신호는 제1 응답 신호(11)를 순방향(forward direction)으로 외삽하여 획득될 수 있고, 제2 추정 신호는 제2 응답 신호(12)를 역방향(backward direction)으로 외삽하여 획득될 수 있다.

[0033] 신호 처리 장치(120)는 제1 응답 신호(11) 및 제2 응답 신호(12)를 각각 AR(autoregressive) 모델을 기반으로 외삽할 수 있다.

[0034] 이하, AR 모델에 관하여 설명한다. 신호 $x[n]$ 에 대한 AR 모델은 다음 수학적식과 같이 나타낼 수 있다.

수학적식 1

$$x[n] = -\sum_{i=1}^p a_i^f x[n-i] + e^f[n] \quad , \quad x[n] = -\sum_{i=1}^p a_i^b x[n-i] + e^b[n]$$

[0035]

[0036] 위 수학적식에서, p 는 AR 모델의 차수(order)이고, a_i^f 는 포워드 모델 파라미터(forward model parameter)이

고, a_i^b 는 백워드 모델 파라미터(backward model parameter)이다. $e^f[n]$ 은 포워드 예측 에러

(forward prediction error), $e^b[n]$ 은 백워드 예측 에러(backward prediction error)이다. 예를 들어, 포워드 예측 에러 및 백워드 예측 에러는 각각 백색 잡음(white noise)일 수 있다.

[0037] 포워드 모델 파라미터와 백워드 모델 파라미터 사이에는 다음 수학적식과 같은 관계가 있다.

수학적식 2

$$a_i^f = (a_i^b)^*$$

[0038]

[0039] 포워드 모델 파라미터(a_i^f)를 간단히 모델 파라미터(a_i)로 나타낼 수도 있다. 모델 파라미터(a_i)는 반사 계수(reflection coefficient, k_i)에 대응된다.

[0040] 반사 계수(k_i)는 다음 수학적식으로 나타낼 수 있다.

수학적식 3

$$e_m^f[n] = e_{m-1}^f[n] + k_m e_{m-1}^b[n-1] \quad , \quad e_m^b[n] = e_{m-1}^b[n-1] + k_m^* e_{m-1}^f[n]$$

[0041]

[0042] 위 수학적식에서, m 은 래티스 필터(lattice filter)의 스테이지(stage)이다.

[0043] 신호 처리 장치(120)는 제1 기간($n=0, 1, \dots, N-1$)에서의 제1 모드 응답 신호인 제1 응답 신호(11)에 대한 모델 파라미터 및 백색 잡음의 분산(variance)을 추정할 수 있다. 그리고, 신호 처리 장치(120)는 제2 기간

($n=N+M, N+M+1, \dots, 2N+M-1$)에서의 제1 모드 응답 신호인 제2 응답 신호(12)에 대한 모델 파라미터 및 백색 잡음의 분산을 추정할 수 있다. 신호 처리 장치(120)는 Burg의 래티스 기반 알고리즘(Burg's lattice based algorithm)을 사용하여 제1 응답 신호(11) 및 제2 응답 신호(12) 각각의 모델 파라미터 및 백색 잡음의 분산을 추정할 수 있으나, 다른 알고리즘을 사용하여 추정할 수도 있다.

- [0044] 신호 처리 장치(120)는 제1 응답 신호(11)에 대해 추정된 모델 파라미터 및 예측 에러를 기반으로 제1 응답 신호(11)를 외삽하여 갭($n=N, N+1, \dots, N+M-1$)에서의 제1 추정 신호를 획득할 수 있다.
- [0045] 또한, 신호 처리 장치(120)는 제2 응답 신호(12)에 대해 추정된 모델 파라미터 및 예측 에러를 기반으로 제2 응답 신호(12)를 외삽하여 갭($n=N, N+1, \dots, N+M-1$)에서의 제2 추정 신호를 획득할 수 있다.
- [0046] 신호 처리 장치(120)는 제1 추정 신호 및 제2 추정 신호를 기반으로 갭에서의 추정 신호를 획득할 수 있다. 예를 들어, 신호 처리 장치(120)는 제1 추정 신호 및 제2 추정 신호를 결합하여 추정 신호를 획득할 수 있다.
- [0047] 구체적으로, 신호 처리 장치(120)는 다음 수학적식을 이용하여 추정 신호{ $y_{gap}[n], n=N, N+1, \dots, N+M-1$ }를 획득할 수 있다.

수학식 4

$$y_{gap}[n] = w1[n]ye1[n] + w2[n]ye2[n]$$

- [0048]
- [0049] 위 수학적식에서, $w1[n]$ 은 제1 가중치이고, $w2$ 는 제2 가중치이고, $ye1[n]$ 은 제1 추정 신호이고, $ye2[n]$ 은 제2 추정 신호이다. 제1 가중치{ $w1[n]$ } 및 제2 가중치{ $w2[n]$ }는 각각 시간(n)에 따라 변할 수 있다. 예를 들어, 제1 기간에 가까울수록 제1 가중치{ $w1[n]$ }가 제2 가중치{ $w2[n]$ }보다 커질 수 있고, 제2 기간에 가까울수록 제2 가중치{ $w2[n]$ }가 제1 가중치{ $w1[n]$ }보다 커질 수 있다. 이와 같이, 시간에 따라 변하는 가중치를 이용하여 제1 추정 신호 및 제2 추정 신호를 결합하는 방식을 크로스-페이딩(cross fading)이라 한다.

- [0050] 제1 실시예에 따르면, 갭에서의 추정 신호는 갭 전후(제1 구간 및 제2 구간)의 실제 응답 신호(21, 22)로부터 획득될 수 있다. 따라서, 추정 신호는 갭 전후 실제 응답 신호의 스펙트럼(spectrum)을 반영할 수 있다.
- [0051] 이하, 제1 실시예와 비교하기 위해, 본 발명의 실시예가 아닌 미국 특허 5,642,732에 개시된 종래예를 설명한다.

- [0052] 종래예에서는, 제1 응답 신호(11) 중 갭 직전의 일정 길이 신호로부터 AR 모델 파라미터(k_i^f, k_i^f) 및 에러의 분산(σ^f)을 구한다. 또한, 제2 응답 신호(12) 중 갭 직후의 일정 길이의 신호로부터 AR 모델 파라미터(k_i^b) 및 에러의 분산(σ^b)을 구한다. 다음, 다음 수학적식과 같이 통합된 AR 모델 파라미터(k_i^a) 및 통합된 에러의 분산(σ^a)을 구할 수 있다.

수학식 5

$$k_i^a = 0.5(k_i^f + k_i^b), \quad \sigma^a = \left(0.5(\sqrt{\sigma^f} + \sqrt{\sigma^b})\right)^2$$

- [0053]

- [0054] 통합된 AR 모델 파라미터(k_i^a)로부터 모델 파라미터(a_i)가 획득되고, 분산이 σ^a 인 백색 가우시안 랜덤 노이즈(white Gaussian random noise)가 획득되고, 그 노이즈와 모델 파라미터(a_i)를 수학적 식 1에 대입해서 갭을 채울 수 있는 종래예에 따른 추정 신호가 획득될 수 있다. 이때 종래예에 따른 추정 신호의 길이는 갭의 길이보다 길게 한다. 따라서 종래예에 따른 추정 신호는 갭 전, 갭 및 갭 후에 대응된다. 갭의 길이보다 긴 추정 신호는 실제 응답 신호인 제1 응답 신호(11) 및 제2 응답 신호와 크로스-페이딩되어 갭 필링된 응답 신호가 획득된다.
- [0055] 도 4 및 도 5는 제1 실시예에 따른 경우의 오차와 종래예에 따른 경우의 오차를 도시한다. 도 4 및 도 5에서 x축은 시간을 의미하는 n을 나타내고, y축은 오차 진폭(error amplitude)을 나타낸다. 도 4 및 도 5는 다음과 같은 신호 처리를 통해 획득한 그래프이다.
- [0056] 먼저, 갭이 없이 연속적인 원래 도플러 신호가 획득된다. 다음, 도플러 신호에서 주기적으로 연속한 신호를 제거함으로써 갭이 있는 도플러 신호가 획득된다. 갭이 있는 도플러 신호로부터 각각 종래예에 따라 갭 필링된 제1 도플러 신호 및 제1 실시예에 따라 갭 필링된 제2 도플러 신호가 획득된다. 원래 도플러 신호와 제1 도플러 신호 사이의 차이를 나타내는 종래예에 따른 차이 신호(21)와 원래 도플러 신호와 제2 도플러 신호 사이의 차이를 나타내는 제1 실시예에 따른 차이 신호(22)가 획득된다.
- [0057] 도 4 및 도 5를 통해, 제1 실시예에 따른 차이 신호(22)에서는 종래예에 따른 차이 신호(21)에 비해 오차 진폭이 작음을 알 수 있다.
- [0058] 다시 도 3을 참고하여 제1 실시예를 설명하면, 제1 응답 신호(11)는 순방향으로 외삽되고, 제2 응답 신호(12)는 역방향으로 외삽된다. 즉, 제1 응답 신호(11) 및 제2 응답 신호(12)는 각각 독자적으로 외삽되므로 갭에서의 추정 신호에는 제1 응답 신호(11)의 스펙트럼과 제2 응답 신호(12)의 스펙트럼이 각각 반영될 수 있다. 따라서, 제1 응답 신호(11)의 스펙트럼과 제2 응답 신호(12)의 스펙트럼이 다른 경우, 추정 신호의 스펙트럼이 시간적으로 변할 수 있고, 추정 신호의 에러가 감소될 수 있다. 반면, 종래예에 따르면, 갭 전과 갭 후의 AR 모델 정보를 평균하여 추정 신호를 생성하므로, 추정 신호의 스펙트럼은 시간적으로 일정하고, 에러가 커지게 된다.
- [0059] 또한, 제1 실시예에 따른 차이 신호(22)는 갭 구간에만 오차가 나타나나, 종래예에 따른 차이 신호(21)는 갭 구간 전후에도 오차가 나타난다. 즉, 제1 실시예에 따른 차이 신호(22)에서는 종래예에 따른 차이 신호(21)에 비해 오차 진폭이 나타나는 구간이 더 좁다.
- [0060] 제1 실시예에 따라 획득된 추정 제1 모드 응답 신호는 갭 전후에서는 실제 응답 신호인 원래 신호(도 3의 11, 12)를 그대로 사용하므로, 갭 구간 외에는 오차가 나타나지 않는다. 반면, 종래예에서는 갭 전후에서도 원래 신호와 추정 신호가 섞이기 때문에, 원래 신호에 대해 오차가 생길 수 있다.
- [0061] 도 6은 원래 신호, 종래예에 따라 갭 필링된 신호, 제1 실시예에 따라 갭 필링된 신호에 대한 도플러 스펙트럼 영상을 나타낸다. 도 6에서 원래 신호는 갭이 없이 획득된 신호를 의미한다. 원래 신호를 처리하여 갭이 있는 신호가 획득될 수 있다. 갭이 있는 신호로부터 각각 종래예에 따라 갭 필링된 신호가 획득되고, 제1 실시예에 따라 갭 필링된 신호가 획득될 수 있다.
- [0062] 도 6을 참고하면, 제1 실시예에 대한 도플러 스펙트럼 영상이 종래예에 대한 도플러 스펙트럼 영상보다 원래 신호에 대한 도플러 스펙트럼 영상에 근접함을 알 수 있다.
- [0063] 다음, 제2 실시예에 따른 갭 필링 방법을 설명한다.
- [0064] 2. 제2 실시예
- [0065] 도 1의 신호 처리 장치(120)는 제2 실시예에 따라 제1 응답 신호 및 제2 응답 신호(도 3의 11 및 12)를 기반으로 갭에서의 추정 신호를 추정할 수 있다.
- [0066] 도 7은 본 발명의 제2 실시예에 따른 신호 처리 장치(120A)의 일 예를 나타낸다. 도 7의 신호 처리 장치(120A)는 도 1의 신호 처리 장치(120)에 포함될 수 있다.
- [0067] 도 7을 참고하면, 신호 처리 장치(120A)는 P개의 필터인 제1 필터-제P 필터(121-1~121-P, P는 1보다 큰 정수),

미러링(mirroring) 처리기(122) 및 합산기(123)를 포함할 수 있다.

- [0068] 제1 응답 신호가 제1 필터~제P 필터(121-1~121-P)에 입력되어 P개의 제1 서브밴드 신호들이 획득되고, P개의 제1 서브밴드 신호들이 미러링 처리기(122)에 입력되어 P개의 제1 서브밴드 추정 신호들이 획득되고, P개의 제1 서브밴드 추정 신호들이 합산기(123)에 입력되어 제1 추정 신호가 획득될 수 있다. 마찬가지로 신호 처리 장치(120A)를 통해 제2 응답 신호로부터 제2 추정 신호가 획득될 수 있다. 제2 추정 신호가 획득되는 과정은 제1 추정 신호가 획득되는 과정이 적용될 수 있으므로, 제1 추정 신호가 획득되는 과정을 위주로 설명한다.
- [0069] 제1 필터~제P 필터(121-1~121-P)는 각각 대응하는 서브밴드만 통과시킨다. 예를 들어, 제2 필터(121-2)는 제2 서브밴드에 대응하고, 제2 서브밴드만 통과시킨다. 제1 필터~제P 필터(121-1~121-P)는 제1 응답 신호를 입력받아, P개의 제1 서브밴드 신호들을 출력한다. 예를 들어, 제2 필터(121-2)로부터 출력된 제2 서브밴드 신호는 제1 응답 신호에서 제2 서브밴드의 주파수 성분만이 필터링된 신호이다.
- [0070] 도 8은 도 7의 신호 처리 장치(120A)가 4개의 필터를 포함한다고 가정한 경우, 4개의 필터 각각의 주파수 응답(31~34)을 나타낸 그래프이다. 도 8에서 x축은 주파수(f)를 샘플 주파수(fs)로 나눈 것이고, y축은 진폭(amplitude)이다.
- [0071] 도 8에서는 4개의 필터의 주파수 응답을 모두 더하면 평탄한 주파수 특성을 갖게 된다. 도 8과 같이 도 7의 신호 처리 장치(120A)에 포함되는 P개의 필터는, P개의 필터의 주파수 응답을 모두 더하면 평탄한 주파수 특성을 갖도록 설계될 수 있다. 이를 통해, 제1 추정 신호 또는 제2 추정 신호가 각각 주파수에 따라 서로 다른 이득을 갖게 되는 것을 방지할 수 있다.
- [0072] 다시 도 7을 참고하면, 미러링 처리기(122)는 P개의 제1 서브밴드 신호들을 각각 미러링하여 갭에서의 P개의 제1 서브밴드 추정 신호들을 획득한다. P개의 제1 서브밴드 추정 신호들은 제1 서브밴드 신호들을 순방향으로 미러링한 것이다. 도 7에서 미러링 처리기(122)는 제1 미러링 처리부~제P 미러링 처리부(122-1~122-P)를 포함하는 것으로 나타내었으나, 미러링 처리기(122)는 하나의 처리기로 구현될 수도 있다. 또한, 미러링 처리기(122)는 P개의 제2 서브밴드 추정 신호들을 각각 역방향으로 미러링하여 갭에서의 P개의 제2 서브밴드 추정 신호들을 획득할 수 있다.
- [0073] 합산기(123)는 P개의 제1 서브밴드 추정 신호들을 기반으로 갭에 대한 제1 추정 신호를 획득한다. 예를 들어, 합산기(123)는 P개의 제1 서브밴드 추정 신호들을 모두 더해 제1 추정 신호를 획득할 수 있다. 또한, 합산기(123)는 P개의 제2 서브밴드 추정 신호들을 기반으로 갭에 대한 제2 추정 신호를 획득한다.
- [0074] 신호 처리 장치(120A)는 제1 추정 신호 및 제2 추정 신호를 결합하여 갭에서의 추정 신호를 획득할 수 있다. 이때, 제1 추정 신호 및 제2 추정 신호는 크로스-페이딩 방식으로 결합될 수 있다.
- [0075] 다음 제2 실시예에 따른 갭 필터링의 효과를 설명하기 위해, 일반적인 미러링에 대해 설명한다.
- [0076] 도플러 신호를 단순히 복소수 지수(complex exponential) 신호로 모델링하면, 다음 수학적식과 같이 나타낼 수 있다.

수학적식 6

$$y[n] = a_1 e^{j(\omega_0 n + \phi_0)}$$

- [0077]
- [0078] 위 수학적식에서, $n = \dots, -2, -1, 0$ 에 해당하는 구간에서는 실제 신호가 있고, $n = 1, 2, \dots$ 에 해당하는 구간은 갭 구간으로 실제 신호가 없다고 가정한다. $n = \dots, -2, -1, 0$ 에 해당하는 구간의 신호로부터 미러링을 통해 $n = 1, 2, \dots$ 에 해당하는 갭 구간의 신호를 획득할 수 있다.
- [0079] 첫째, $y[0]$ 의 위상(phase)을 획득한다.
- [0080] 둘째, 획득된 위상을 기반으로 $y[0]$ 가 실수축상에 오도록 $y[n]$ 을 원점을 축으로 회전시켜 회전된 신호를 획득한다. 회전된 신호는 다음 수학적식과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 7

$$\hat{y}[n] = e^{-j\phi_0} y[n] = a_1 e^{j\omega_0 n} \quad \text{for } n = \dots, -2, -1, 0$$

셋째, 회전 신호의 복소 켤레(complex conjugate)인 복소 켤레 신호를 다음 수학식과 같이 획득한다.

수학식 8

$$\hat{y}[n] = \hat{y}^*[-n] \quad \text{for } n = 1, 2, \dots$$

위 수학식은 다음 수학식과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 9

$$\hat{y}[n] = a_1 e^{-j\omega_0(-n)} = a_1 e^{j\omega_0 n} \quad \text{for } n = 1, 2, \dots$$

넷째, 획득된 $y[0]$ 의 위상을 기반으로 $y[0]$ 가 원래 위상을 갖도록 복소 켤레 신호를 원점을 축으로 역회전시켜 미러링된 신호를 획득한다. 미러링된 신호는 다음 수학식과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 10

$$y[n] = e^{j\phi_0} a_1 e^{j\omega_0 n} = a_1 e^{j(\omega_0 n + \phi_0)} \quad \text{for } n = 1, 2, \dots$$

다만, 위와 같은 방법은 미러링 방법의 일 예일뿐, 다른 미러링 방법을 제한하는 것은 아니다.

다음, 위에서 설명한 미러링 방법을 이용하여 두 개의 복소 지수 신호가 섞인 도플러 신호의 미러링에 대해 설명한다. 도플러 신호는 다음 수학식과 같이 두 개의 복소 지수 신호가 섞인 신호라고 가정한다.

수학식 11

$$y_1[n] = a_0 e^{j(\omega_0 n + \phi_0)} + a_1 e^{j(\omega_1 n + \phi_1)} = a_0 e^{j(\omega_0 n + \phi_0)} + a_1 e^{j(\omega_0 n + \phi_0)} e^{j(\omega_1 n + \phi_1)} = e^{j(\omega_0 n + \phi_0)} (a_0 + a_1 e^{j(\omega_1 n + \phi_1)})$$

위 수학식에서 $\omega_\Delta = \omega_1 - \omega_0$, $\phi_\Delta = \phi_1 - \phi_0$, $a_0 \gg a_1$ 라고 가정한다.

첫째, $y_1[0]$ 의 위상을 다음 수학식들과 같이 구할 수 있다.

수학식 12

[0093]

$$y_1[0] = a_0 e^{j\phi_0} + a_1 e^{j\phi_1} = a_0(\cos \phi_0 + j \sin \phi_0) + a_1(\cos \phi_1 + j \sin \phi_1)$$

수학식 13

[0094]

$$\arg(y_1[0]) = \tan^{-1} \left(\frac{a_0 \sin \phi_0 + a_1 \sin \phi_1}{a_0 \cos \phi_0 + a_1 \cos \phi_1} \right) = \phi_\Sigma$$

[0095]

둘째, 획득된 위상을 기반으로 $y_1[0]$ 가 실수축상에 오도록 $y_1[n]$ 이 원점을 축으로 회전된 신호는 다음 수학식과 같이 나타낼 수 있다.

수학식 14

[0096]

$$\hat{y}_1[n] = e^{-j\phi_\Sigma} y_1[n] = a_0 e^{j(\omega_0 n + \phi_0 - \phi_\Sigma)} + a_1 e^{j(\omega_1 n + \phi_1 - \phi_\Sigma)} \quad \text{for } n = \dots, -2, -1, 0$$

[0097]

그런데, 회전 신호의 복소 켈레인 복소 켈레 신호를 획득하더라도 다음 수학식과 같이 회전 신호와 복소 켈레 신호가 동일하지 않다.

수학식 15

[0098]

$$a_0 e^{j(\omega_0 n + \phi_0 - \phi_\Sigma)} + a_1 e^{j(\omega_1 n + \phi_1 - \phi_\Sigma)} = \hat{y}_1[n] \neq \hat{y}_1^*[-n] = a_0 e^{j(\omega_0 n - \phi_0 + \phi_\Sigma)} + a_1 e^{j(\omega_1 n - \phi_1 + \phi_\Sigma)}$$

[0099]

회전 신호와 복소 켈레 신호가 동일해지려면, $\phi_0 = \phi_1$ (즉, $\phi_0 = \phi_1 = \phi_\Sigma$), 또는 $\omega_0 = \omega_1$ 이어야 한다. 그러나 두 개의 복소 지수 신호가 섞인 도플러 신호의 경우 거의 대부분 $\omega_0 = \omega_1$ 또는 $\phi_0 = \phi_1$ 을 만족한다고 볼 수 없다. 따라서 미러링이 거의 대부분 오차를 가지게 된다.

[0100]

다시 수학식 14로부터 다음 수학식들이 얻어질 수 있다.

수학식 16

[0101]

$$\hat{y}_1[n] = e^{j(\omega_0 n + \phi_0 - \phi_\Sigma)} (a_0 + a_1 e^{j(\omega_1 n + \phi_1)}) = e^{j\omega_0 n} e^{j(\phi_0 - \phi_\Sigma)} (a_0 + a_1 e^{j(\omega_1 n + \phi_1)}) = e^{j\omega_0 n} E[n]$$

수학식 17

$$E[n] = e^{j(\phi_0 - \phi_\Sigma)} (a_0 + a_1 e^{j(\omega_\Delta n + \phi_\Delta)})$$

$$\phi_0 \neq \phi_1 \quad E[n] \neq E^*[-n]$$

이때, 이 문제가 생긴다. 이 문제는 $\omega_0 = \omega_1$ 이면 해결되나, 두

주파수의 차이인 ω_Δ 가 커질수록 더욱 커진다. 즉, 미러링하기 위한 원래 신호의 주파수 밴드(band)가 넓을수록 미러링으로 추정된 신호의 오차가 더 커짐을 알 수 있다.

따라서 제2 실시예와 같이, 제1 응답 신호를 필터링을 통해 주파수 밴드가 좁은 P개의 제1 서브밴드 신호들을 획득하고, P개의 제1 서브밴드 신호들 각각에 대해 미러링함으로써 추정 신호의 오차를 줄일 수 있다.

도 9는 원래 신호, 일반적인 미러링에 따라 갭 필링된 신호, 제2 실시예에 따라 갭 필링된 신호에 대한 도플러 스펙트럼 영상을 나타낸다. 도 9에서 원래 신호는 갭이 없이 획득된 신호를 의미한다. 원래 신호를 처리하여 갭이 있는 신호가 획득될 수 있다. 갭이 있는 신호로부터 각각 일반적인 미러링에 따라 갭 필링된 신호가 획득되고, 제2 실시예에 따라 갭 필링된 신호가 획득될 수 있다.

도 9를 참고하면, 제2 실시예에 대한 도플러 스펙트럼 영상이 일반적인 미러링에 대한 도플러 스펙트럼 영상보다 원래 신호에 대한 도플러 스펙트럼 영상에 근접함을 알 수 있다.

도 10은 본 발명의 다른 실시예에 따른 초음파 영상 장치의 동작 방법을 나타내는 순서도이다.

도 10을 참고하면, 초음파 영상 장치는 제1 기간에서 제1 모드 초음파 신호에 대한 제1 응답 신호를 수신하고, 제2 기간에서 제1 모드 초음파 신호에 대한 제2 응답 신호를 수신하고, 제1 기간 및 제2 기간 사이에는 갭이 존재한다(S110).

초음파 영상 장치는 제1 응답 신호 및 제2 응답 신호를 기반으로 갭에서의 추정 신호를 획득한다(S120). 갭에서의 추정 신호는 제1 실시예를 통해 획득되거나, 제2 실시예를 통해 획득된다.

도 10의 동작 방법은 도 1의 초음파 영상 장치(100)에서 수행될 수 있다. 동작 방법의 각 단계는 도 1 내지 도 9에서 설명한 내용이 적용될 수 있다. 따라서 중복되는 설명은 생략한다.

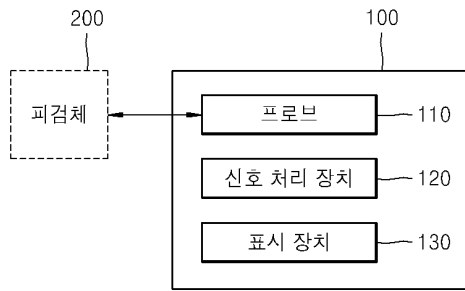
이와 같이, 본 발명의 실시예에 따르면, 효율적인 초음파 영상 장치 및 그 동작 방법이 제공될 수 있다.

한편, 상술한 방법은 컴퓨터에서 실행될 수 있는 프로그램으로 작성 가능하고, 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체를 이용하여 상기 프로그램을 동작시키는 범용 디지털 컴퓨터에서 구현될 수 있다. 또한, 상술한 방법에서 사용된 데이터의 구조는 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 여러 수단을 통하여 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체는 마그네틱 저장매체(예를 들면, 롬, 램, USB, 플로피 디스크, 하드 디스크 등), 광학적 판독 매체(예를 들면, 시디롬, 디브이디 등), PC 인터페이스(PC Interface)(예를 들면, PCI, PCI-express, Wifi 등)와 같은 저장매체를 포함한다.

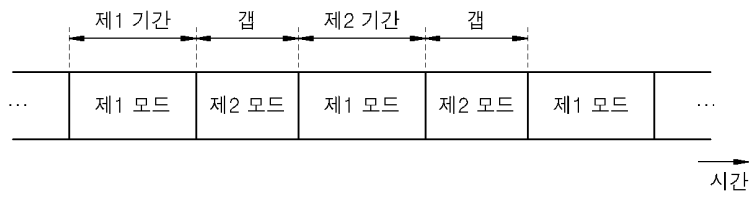
본 실시예와 관련된 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 상기된 기재의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된 방법들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

도면

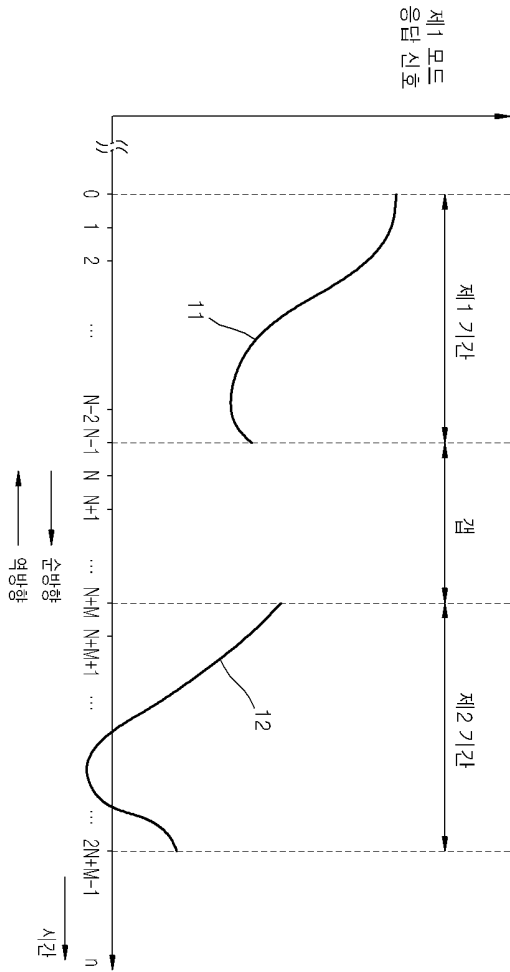
도면1



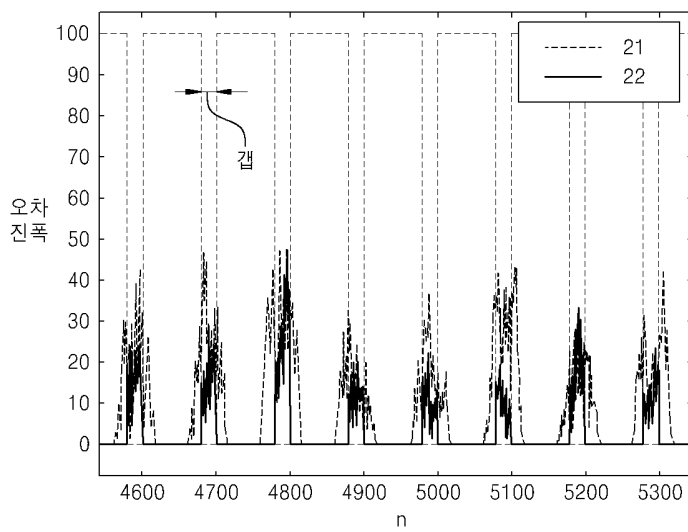
도면2



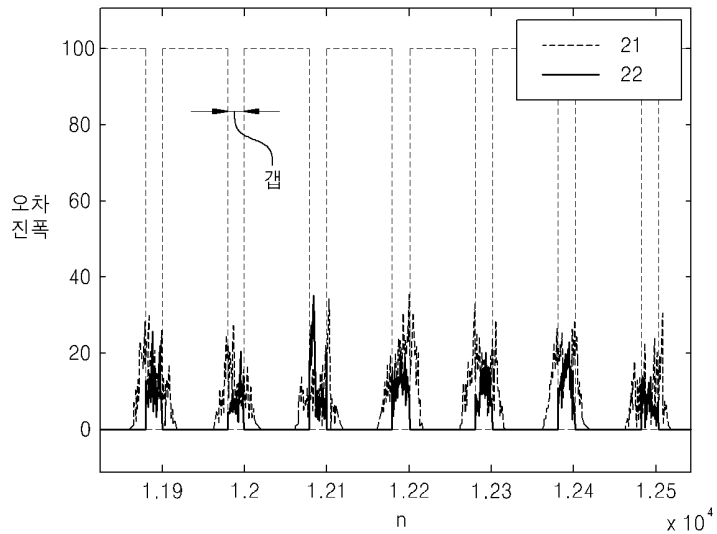
도면3



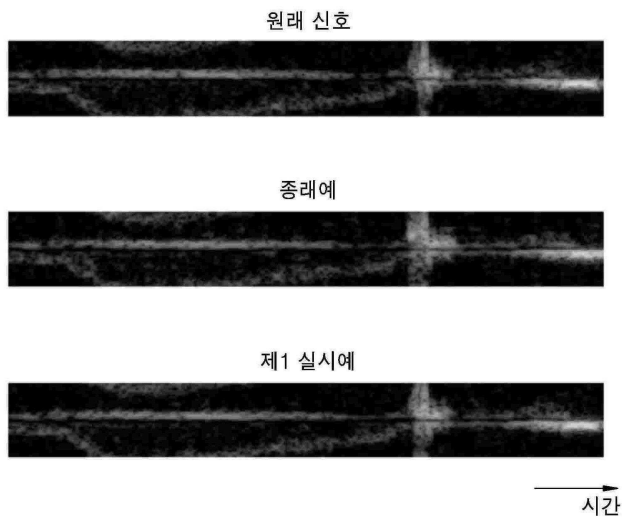
도면4



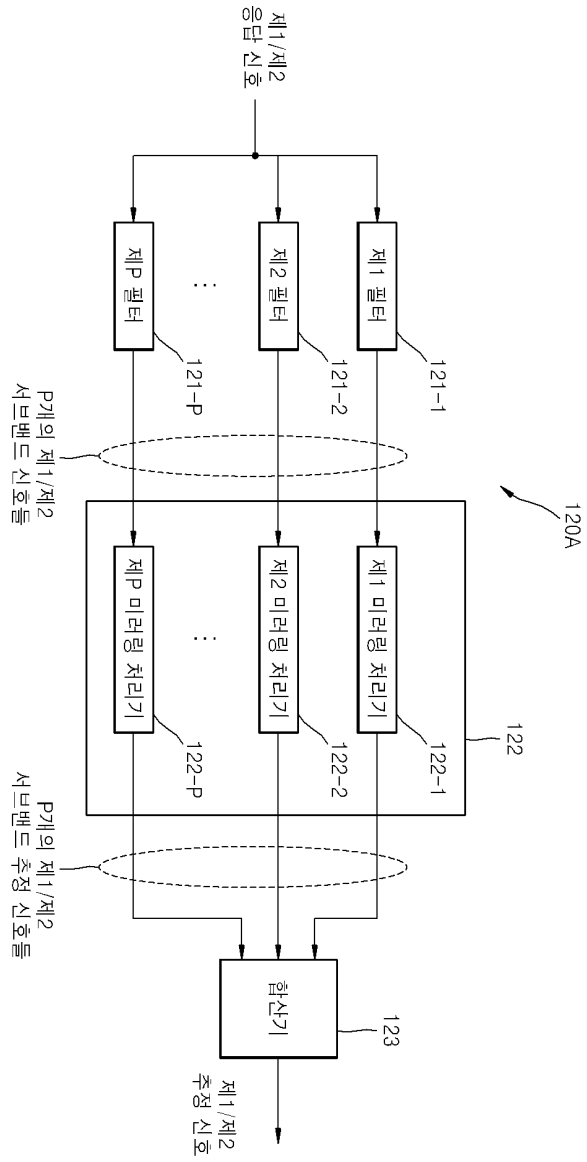
도면5



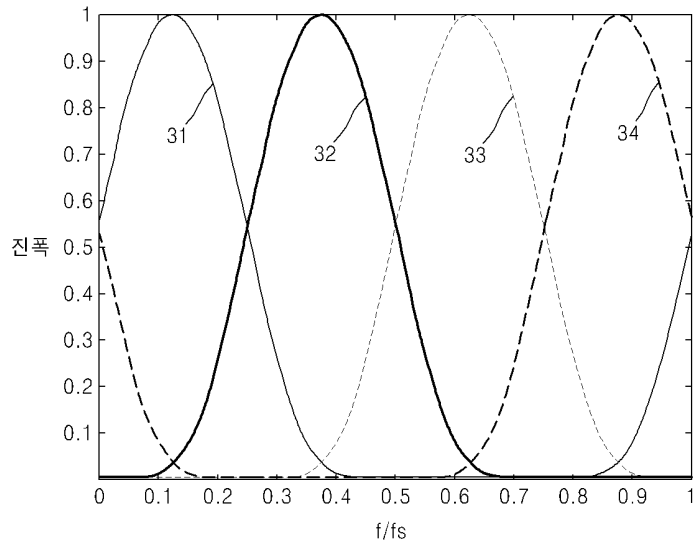
도면6



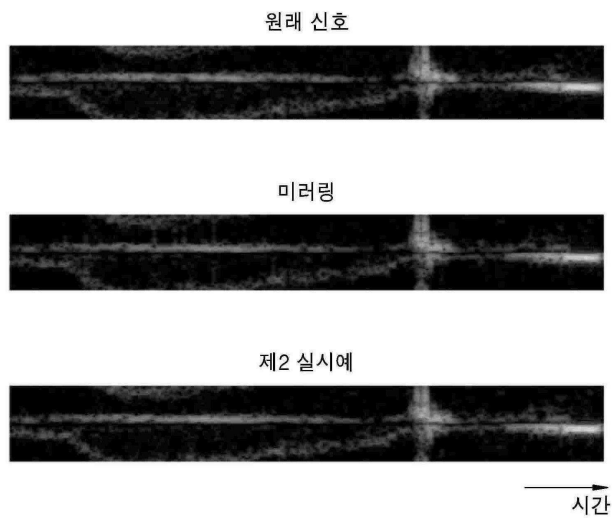
도면7



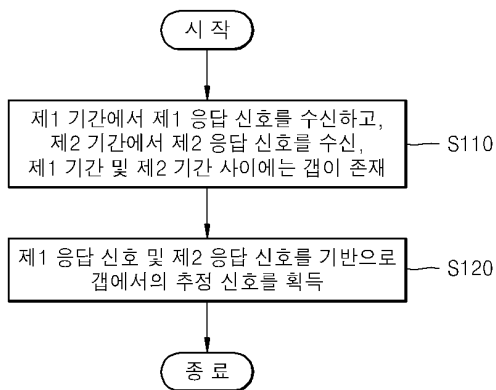
도면8



도면9



도면10



专利名称(译)	超声成像装置的标题		
公开(公告)号	KR101495527B1	公开(公告)日	2015-02-26
申请号	KR1020120104212	申请日	2012-09-19
[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 LEE YOUNG SEOK 이영석 AN HYUNG JUN 안형준		
发明人	배무호 이영석 안형준		
IPC分类号	A61B8/14		
CPC分类号	A61B8/14 G01N29/24		
优先权	1020120016473 2012-02-17 KR 1020120016474 2012-02-17 KR		
其他公开文献	KR1020130095163A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

目的：提供一种超声波图像设备，通过执行第一和第二响应信号的外推，容易地在间隙处获取估计信号。组成：第一个持续时间和第二个持续时间之间存在差距。探针 (110) 在第一持续时间内接收第一响应信号。探针在第二持续时间内接收第二响应信号。信号处理设备 (120) 处理由探测器接收的响应信号。显示装置 (130) 显示超声波图像。[参考数字] (110) 探针; (120) 信号处理装置; (130) 显示装置; (200) 对象

