



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2010년07월12일
(11) 등록번호 10-0969537
(24) 등록일자 2010년07월05일

(51) Int. Cl.

A61B 8/06 (2006.01) A61B 8/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0002851

(22) 출원일자 2008년01월10일

심사청구일자 2009년04월13일

(65) 공개번호 10-2009-0077102

(43) 공개일자 2009년07월15일

(56) 선행기술조사문헌

KR100381874 B1

US20070016073 A1

US20030158484 A1

KR1020060124824 A

전체 청구항 수 : 총 22 항

(73) 특허권자

주식회사 메디슨

강원 홍천군 남면 양덕원리 114

(72) 발명자

정목근

서울 노원구 상계9동 보람아파트 203-907

권성재

서울 동대문구 청량리1동 미주아파트 4-902

(74) 대리인

백만기, 장수길

심사관 : 김준경

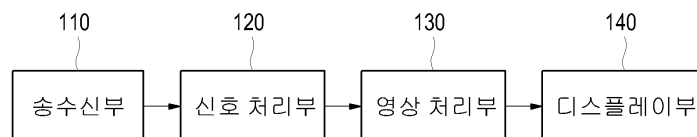
(54) 도플러 모드 영상을 형성하는 초음파 시스템 및 방법

(57) 요약

도플러 신호의 에일리어싱(aliasing)을 보상하고 도플러 주파수의 추정시 잡음의 영향을 감소시키는 초음파 시스템 및 방법이 개시된다. 이 시스템 및 방법에 따르면, 도플러 모드 영상을 형성하기 위한 초음파 신호를 펄스 반복 주파수(pulse repetition frequency, PRF)로 송수신하여 도플러 신호를 형성하고, n번째 출력되는 도플러 신호 및 (n-1)번째 출력되는 도플러 신호에 기초하여 도플러 신호의 제1 평균주파수를 산출하고, n번째 출력되는 도플러 신호 및 (n-k)번째(단, k는 2 이상의 정수) 출력되는 도플러 신호에 기초하여 도플러 신호의 제2 평균주파수를 산출하고, 제1 및 제2 평균주파수에 기초하여, 도플러 주파수의 추정시 잡음의 영향을 감소시키기 위한 제1 신호 처리 및 도플러 신호의 에일리어싱을 보상하기 위한 제2 신호 처리를 수행하며, 도플러 신호에 기초하여 도플러 모드 영상을 형성한다.

대표도 - 도1

100



특허청구의 범위

청구항 1

초음파 시스템으로서,

도플러 모드 영상을 형성하기 위한 초음파 신호를 펄스 반복 주파수(pulse repetition frequency, PRF)로 송수신하여 도플러 신호를 형성하도록 작동되는 송수신부;

상기 송수신부에서 n번째 출력되는 도플러 신호 및 (n-1)번째 출력되는 도플러 신호에 기초하여 도플러 신호의 제1 평균주파수를 산출하고, 상기 송수신부에서 n번째 출력되는 도플러 신호 및 (n-k)번째(단, k는 2 이상의 정수) 출력되는 도플러 신호에 기초하여 도플러 신호의 제2 평균주파수를 산출하며, 상기 제1 평균주파수 및 상기 제2 평균주파수에 기초하여, 도플러 주파수의 추정시 잡음의 영향을 감소시키기 위한 제1 신호 처리 및 도플러 신호의 에일리어싱을 보상하기 위한 제2 신호 처리를 수행하도록 작동되는 신호 처리부; 및

상기 신호 처리부에서 출력되는 도플러 신호에 기초하여 도플러 모드 영상을 형성하도록 작동되는 영상 처리부를 포함하는 초음파 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서, 상기 신호 처리부는

상기 도플러 신호를 동일 위상 성분(in-phase component)으로 이루어지는 I 신호와 직교 위상 성분(quadrature component)으로 이루어지는 Q 신호를 포함하는 기저대역 신호로 복조하도록 작동되는 직교 복조부;

상기 기저대역 신호에 기초하여 상기 제1 평균주파수 및 상기 제2 평균주파수를 산출하도록 작동되는 평균주파수 산출부; 및

상기 제1 평균주파수 및 상기 제2 평균주파수에 기초하여 상기 제1 신호 처리 및 상기 제2 신호 처리를 수행하도록 작동되는 도플러 신호 처리부

를 포함하는 초음파 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 평균주파수 산출부는

상기 직교 복조부에서 n번째 출력되는 IQ 신호 및 (n-1)번째 출력되는 IQ 신호에 기초하여 상기 제1 평균주파수를 산출하도록 작동되는 제1 평균주파수 산출부; 및

상기 직교 복조부에서 n번째 출력되는 IQ 신호 및 (n-k)번째(단, k는 2 이상의 정수) 출력되는 IQ 신호에 기초하여 상기 제2 평균주파수를 산출하도록 작동되는 제2 평균주파수 산출부

를 포함하는 초음파 시스템.

청구항 4

제3항에 있어서, 상기 제2 평균주파수 산출부는

(수학식 1)

$$\text{제2 평균주파수} = \frac{PRF}{2k\pi} \tan^{-1} \frac{\sum_{n=1}^N i(n)q(n-k) - i(n-k)q(n)}{\sum_{n=1}^N i(n)i(n-k) + q(n)q(n-k)}$$

상기 수학식 1을 통해 상기 제2 평균주파수를 산출하도록 작동되고, 상기 i(n)은 상기 직교 복조부에서 n번째 출력되는 I 신호, 상기 q(n)은 상기 직교 복조부에서 n번째 출력되는 Q 신호, 상기 i(n-k)는 상기 직교 복조부

에서 (n-k)번째 출력되는 I 신호, 상기 q(n-k)는 상기 직교 복조부에서 (n-k)번째 출력되는 Q 신호를 나타내는
초음파 시스템.

청구항 5

제2항에 있어서, 상기 도플러 신호 처리부는

상기 제1 평균주파수 및 상기 제2 평균주파수를 분석하고, 그에 따른 분석결과 신호를 출력하도록 작동되는 평
균주파수 분석부;

상기 분석결과 신호에 기초하여 상기 제1 신호 처리를 수행하도록 작동되는 제1 신호 처리부; 및

상기 분석결과 신호에 기초하여 상기 제2 신호 처리를 수행하도록 작동되는 제2 신호 처리부

를 포함하는 초음파 시스템.

청구항 6

제5항에 있어서, 상기 평균주파수 분석부는 상기 제1 평균주파수 및 상기 제2 평균주파수에 에일리어싱이 발생
하지 않은 것으로 판단되면, 제1 분석결과 신호를 출력하고, 음의 주파수 영역에서 상기 제1 평균주파수에 에일
리어싱이 발생하지 않고 상기 제2 평균주파수에 에일리어싱이 발생한 것으로 판단되면, 제2 분석결과 신호를 출
력하고, 양의 주파수 영역에서 상기 제1 평균주파수에 에일리어싱이 발생하지 않고 상기 제2 평균주파수에 에일
리어싱이 발생한 것으로 판단되면, 제3 분석결과 신호를 출력하고, 상기 제1 평균주파수가 $\pm PRF/2$ 의 최대 주파
수에서 다수회 변동하고, 상기 제2 평균주파수가 증가하는 것으로 판단되면, 제4 분석결과 신호를 출력하며, 상
기 제1 평균주파수가 상기 최대 주파수에서 다수회 변동하고, 상기 제2 평균주파수가 감소하는 것으로
판단되면, 제5 분석결과 신호를 출력하도록 작동되는 초음파 시스템.

청구항 7

제6항에 있어서, 상기 제1 신호 처리부는 상기 평균주파수 분석부로부터 상기 제1 분석결과 신호가 입력되면,

(수학식 2)

$$f_{out} = \frac{\text{제1 평균주파수} + \text{제2 평균주파수}}{2}$$

상기 수학식 2를 통해 상기 제1 신호 처리를 수행하도록 작동되는 초음파 시스템.

청구항 8

제6항에 있어서, 상기 제1 신호 처리부는 상기 평균주파수 분석부로부터 상기 제2 분석결과 신호가 입력되면,

(수학식 3)

$$f_{out} = \frac{\text{제1 평균주파수} + \text{제2 평균주파수} - \frac{PRF}{2}}{2}$$

상기 수학식 3을 통해 상기 제1 신호 처리를 수행하도록 작동되는 초음파 시스템.

청구항 9

제6항에 있어서, 상기 제1 신호 처리부는 상기 평균주파수 분석부로부터 상기 제3 분석결과 신호가 입력되면,

(수학식 4)

$$f_{out} = \frac{\text{제1평균주파수} + \text{제2평균주파수} + \frac{PRF}{2}}{2}$$

상기 수학식 4를 통해 상기 제1 신호 처리를 수행하도록 작동되는 초음파 시스템.

청구항 10

제6항에 있어서, 상기 제2 신호 처리부는 상기 평균주파수 분석부로부터 상기 제4 분석결과 신호가 입력되면, 상기 제1 평균주파수에서 $-PRF/2$ 방향으로 에일리어스된 제1 평균주파수에 PRF 를 더하는 상기 제2 신호 처리를 수행하도록 작동되는 초음파 시스템.

청구항 11

제6항에 있어서, 상기 제2 신호 처리부는 상기 평균주파수 분석부로부터 상기 제5 분석결과 신호가 입력되면, 상기 제1 평균주파수에서 $PRF/2$ 방향으로 에일리어스된 제1 평균주파수에 $-PRF$ 를 더하는 상기 제2 신호 처리를 수행하도록 작동되는 초음파 시스템.

청구항 12

송수신부, 신호 처리부 및 영상 처리부를 포함하는 초음파 시스템의 도플러 모드 영상 형성방법으로서,

- 상기 송수신부에서, 도플러 모드 영상을 형성하기 위한 초음파 신호를 펄스 반복 주파수(pulse repetition frequency, PRF)로 송수신하여 도플러 신호를 형성하는 단계;
- 상기 신호 처리부에서, 상기 송수신부에서 n 번째 출력되는 도플러 신호 및 $(n-1)$ 번째 출력되는 도플러 신호에 기초하여 도플러 신호의 제1 평균주파수를 산출하고, 상기 송수신부에서 n 번째 출력되는 도플러 신호 및 $(n-k)$ 번째(단, k 는 2 이상의 정수) 출력되는 도플러 신호에 기초하여 도플러 신호의 제2 평균주파수를 산출하는 단계;
- 상기 신호 처리부에서, 상기 제1 평균주파수 및 상기 제2 평균주파수에 기초하여, 도플러 주파수의 추정시 잡음의 영향을 감소시키기 위한 제1 신호 처리 및 도플러 신호의 에일리어싱을 보상하기 위한 제2 신호 처리를 수행하는 단계; 및
- 상기 영상 처리부에서, 상기 단계 c)에서 출력되는 도플러 신호에 기초하여 도플러 모드 영상을 형성하는 단계

를 포함하는 도플러 모드 영상 형성방법.

청구항 13

제12항에 있어서, 상기 단계 b)는

b1) 상기 도플러 신호를 동일 위상 성분(in-phase component)으로 이루어지는 I 신호($i(n)$)와 직교 위상 성분(quadrature component)으로 이루어지는 Q 신호($q(n)$)를 포함하는 기저대역 신호로 복조하는 단계; 및

b2) 상기 기저대역 신호에 기초하여 상기 제1 평균주파수 및 상기 제2 평균주파수를 산출하는 단계

를 포함하는 도플러 모드 영상 형성방법.

청구항 14

제13항에 있어서, 상기 단계 b2)는

b21) 상기 단계 b1)에서 n 번째 출력되는 IQ 신호 및 $(n-1)$ 번째 출력되는 IQ 신호에 기초하여 상기 제1 평균주파수를 산출하는 단계; 및

b22) 상기 단계 b1)에서 n 번째 출력되는 IQ 신호 및 $(n-k)$ 번째(단, k 는 2 이상의 정수) 출력되는 IQ 신호에 기

초하여 상기 제2 평균주파수를 산출하는 단계를 포함하는 도플러 모드 영상 형성방법.

청구항 15

제14항에 있어서, 상기 단계 b22)는
(수학식 1)

$$\text{제2평균주파수} = \frac{PRF}{2k\pi} \tan^{-1} \frac{\sum_{n=1}^N i(n)q(n-k) - i(n-k)q(n)}{\sum_{n=1}^N i(n)i(n-k) + q(n)q(n-k)}$$

상기 수학식 1을 통해 상기 제2 평균주파수를 산출하는 단계를 포함하고, 상기 $i(n)$ 은 상기 b1) 단계에서 n 번째 출력되는 I 신호, 상기 $q(n)$ 은 상기 b1) 단계에서 n 번째 출력되는 Q 신호, 상기 $i(n-k)$ 는 상기 b1) 단계에서 $(n-k)$ 번째 출력되는 I 신호, 상기 $q(n-k)$ 는 상기 b1) 단계에서 $(n-k)$ 번째 출력되는 Q 신호를 나타내는 도플러 모드 영상 형성방법.

청구항 16

제12항에 있어서, 상기 단계 c)는

- c1) 상기 제1 평균주파수 및 상기 제2 평균주파수를 분석하고, 그에 따른 분석결과 신호를 출력하는 단계; 및
- c2) 상기 분석결과 신호에 기초하여 상기 제1 신호 처리 및 상기 제2 신호 처리를 수행하는 단계를 포함하는 도플러 모드 영상 형성방법.

청구항 17

제16항에 있어서, 상기 단계 c1)은

상기 제1 평균주파수 및 상기 제2 평균주파수에 에일리어싱이 발생하지 않은 것으로 판단되면, 제1 분석결과 신호를 출력하는 단계;

음의 주파수 영역에서 상기 제1 평균주파수에 에일리어싱이 발생하지 않고 상기 제2 평균주파수에 에일리어싱이 발생한 것으로 판단되면, 제2 분석결과 신호를 출력하는 단계;

양의 주파수 영역에서 상기 제1 평균주파수에 에일리어싱이 발생하지 않고 상기 제2 평균주파수에 에일리어싱이 발생한 것으로 판단되면, 제3 분석결과 신호를 출력하는 단계;

상기 제1 평균주파수가 $\pm PRF/2$ 의 최대 주파수에서 다수회 변동하고, 상기 제2 평균주파수가 증가하는 것으로 판단되면, 제4 분석결과 신호를 출력하는 단계; 및

상기 제1 평균주파수가 상기 최대 주파수에서 다수회 변동하고, 상기 제2 평균주파수가 감소하는 것으로 판단되면, 제5 분석결과 신호를 출력하는 단계

를 포함하는 도플러 모드 영상 형성방법.

청구항 18

제17항에 있어서, 상기 단계 c2)는

상기 제1 분석결과 신호에 기초하여,

(수학식 2)

$$f_{out} = \frac{\text{제1 평균주파수} + \text{제2 평균주파수}}{2}$$

상기 수학식 2를 통해 상기 제1 신호 처리를 수행하는 단계를 포함하는 도플러 모드 영상 형성방법.

청구항 19

제17항에 있어서, 상기 단계 c2)는
상기 제2 분석결과 신호에 기초하여,
(수학식 3)

$$f_{out} = \frac{\text{제1 평균주파수} + \text{제2 평균주파수} - \frac{PRF}{2}}{2}$$

상기 수학식 3을 통해 상기 제1 신호 처리를 수행하는 단계를 포함하는 도플러 모드 영상 형성방법.

청구항 20

제17항에 있어서, 상기 단계 c2)는
상기 제3 분석결과 신호에 기초하여,
(수학식 4)

$$f_{out} = \frac{\text{제1 평균주파수} + \text{제2 평균주파수} + \frac{PRF}{2}}{2}$$

상기 수학식 4를 통해 상기 제1 신호 처리를 수행하는 단계
도플러 모드 영상 형성방법.

청구항 21

제17항에 있어서, 상기 단계 c2)는
상기 제4 분석결과 신호에 기초하여, 상기 제1 평균주파수에서, $-PRF/2$ 방향으로 에일리어스된 제1 평균주파수에 PRF 를 더하는 상기 제2 신호 처리를 수행하는 단계를 포함하는 도플러 모드 영상 형성방법.

청구항 22

제17항에 있어서, 상기 단계 c2)는
상기 제5 분석결과 신호에 기초하여, 상기 제1 평균주파수에서, $PRF/2$ 방향으로 에일리어스된 제1 평균주파수에 $-PRF$ 를 더하는 상기 제2 신호 처리를 수행하는 단계를 포함하는 도플러 모드 영상 형성방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 초음파 분야에 관한 것으로, 특히 도플러 모드 영상을 형성하는 초음파 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 초음파 시스템은 무침습 및 비파괴 특성을 가지고 있어, 대상체 내부의 정보를 얻기 위한 의료 분야에 널리 이용되고 있다. 초음파 시스템은 인체를 직접 절개하여 관찰하는 외과 수술의 필요 없이, 인체 내부 조직의 고해상도의 영상을 실시간으로 의사에게 제공할 수 있으므로 의료분야에 매우 중요하게 사용되고 있다.

[0003] 일반적으로, 초음파 시스템은 대상체로부터 반사되는 초음파 신호의 반사 계수를 2차원 영상으로 보이는 B-모드, 도플러 효과(Doppler effect)를 이용하여 움직이는 대상체(특히 혈류)의 영상을 보이는 도플러 모드(Doppler mode), 대상체에 컴프레션(compression)을 가할 때와 가하지 않을 때의 반응 차이를 영상으로 보이는 탄성 모드 등을 제공하고 있다. 특히 도플러 모드는 프로브로부터 펄스 반복 주파수(pulse repetition frequency, PRF)로 송신된 초음파 신호의 주파수(이하, 송신 주파수라 함)와 움직이는 대상체로부터 반사되어 프로브를 통해 수신된 도플러 신호의 주파수(이하 수신 주파수라 함) 간의 차이(이하, 도플러 주파수라 함)를 이용한다. 즉, 프로브로 다가오는 대상체로부터의 도플러 신호의 주파수는 송신 주파수보다 높으며, 프로브에서 멀어지는 대상체로부터의 도플러 신호의 주파수는 수신 주파수보다 낮은 특성을 이용하여 도플러 모드의 영상을 형성한다.

[0004] 한편, 도플러 모드는 도플러 주파수가 $\pm PRF/2$ 를 초과하는 경우 에일리어싱(aliasing)이 발생하여 높은 도플러 주파수를 낮은 도플러 주파수로 오인하고 혈류의 방향도 잘못 판정되는 문제점이 있다.

[0005] 이러한 에일리어싱 발생 문제점을 해결하기 위해, 시공간 영역에서 연속성을 가지는 혈류 속도 특성을 이용하여 에일리어싱을 보상하는 다양한 방법들이 공지되고 있다. 이러한 방법들은 도플러 신호에 잡음이 존재하지 않는 것을 고려하지 않고 에일리어싱을 보상하고 있다. 이로 인해, 도플러 주파수가 잡음으로 인해 $\pm PRF/2$ 에서 다수 회 변동되어, 에일리어싱의 검출 및 보상을 정확하게 할 수 없는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0006] 본 발명은 혈류 속도의 연속성을 이용하여 도플러 신호에서 에일리어싱(aliasing)을 검출하여 에일리어싱을 보상하는 초음파 시스템 및 방법을 제공한다.

[0007] 또한, 본 발명은 도플러 신호에 잡음이 존재하여도 도플러 주파수를 보다 정확하게 추정하는 초음파 시스템 및 방법을 제공한다.

과제 해결수단

[0008] 본 발명에 따른 초음파 시스템은, 도플러 모드 영상을 형성하기 위한 초음파 신호를 펄스 반복 주파수(pulse repetition frequency, PRF)로 송수신하여 도플러 신호를 형성하도록 작동되는 송수신부; 상기 송수신부에서 n 번째 출력되는 도플러 신호 및 $(n-1)$ 번째 출력되는 도플러 신호에 기초하여 도플러 신호의 제1 평균주파수를 산출하고, 상기 송수신부에서 n 번째 출력되는 도플러 신호 및 $(n-k)$ 번째(단, k 는 2 이상의 정수) 출력되는 도플러 신호에 기초하여 도플러 신호의 제2 평균주파수를 산출하며, 상기 제1 평균주파수 및 상기 제2 평균주파수에 기초하여, 도플러 주파수의 추정시 잡음의 영향을 감소시키기 위한 제1 신호 처리 및 도플러 신호의 에일리어싱(aliasing)을 보상하기 위한 제2 신호 처리를 수행하도록 작동되는 신호 처리부; 및 상기 신호 처리부에서 출력되는 도플러 신호에 기초하여 도플러 모드 영상을 형성하도록 작동되는 영상 처리부를 포함한다.

[0009] 또한 본 발명에 따른, 송수신부, 신호 처리부 및 영상 처리부를 포함하는 초음파 시스템의 도플러 모드 영상 형성방법은, a) 상기 송수신부에서, 도플러 모드 영상을 형성하기 위한 초음파 신호를 펄스 반복 주파수(pulse repetition frequency, PRF)로 송수신하여 도플러 신호를 형성하는 단계; b) 상기 신호 처리부에서, 상기 송수

신부에서 n 번째 출력되는 도플러 신호 및 $(n-1)$ 번째 출력되는 도플러 신호에 기초하여 도플러 신호의 제1 평균 주파수를 산출하고, 상기 송수신부에서 n 번째 출력되는 도플러 신호 및 $(n-k)$ 번째(단, k 는 2 이상의 정수) 출력되는 도플러 신호에 기초하여 도플러 신호의 제2 평균주파수를 산출하는 단계; c) 상기 신호 처리부에서, 상기 제1 평균주파수 및 상기 제2 평균주파수에 기초하여, 도플러 주파수의 추정시 잡음의 영향을 감소시키기 위한 제1 신호 처리 및 도플러 신호의 에일리어싱을 보상하기 위한 제2 신호 처리를 수행하는 단계; 및 d) 상기 영상 처리부에서, 상기 단계 c)에서 출력되는 도플러 신호에 기초하여 도플러 모드 영상을 형성하는 단계를 포함한다.

효 과

[0010] 본 발명에 의하면, 도플러 신호에서 에일리어싱을 정확하게 검출할 수 있어 도플러 신호의 에일리어싱을 보상할 수 있다.

[0011] 또한 본 발명에 의하면, 도플러 신호에 잡음이 존재하여도 도플러 주파수의 추정시 잡음의 영향을 감소시킬 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0012] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 설명한다. 본 실시예에서 사용된 용어 "도플러 모드"는 연속 파(continuous wave, CW) 방식, 펄스파(pulsed wave, PW) 방식, 단일 게이트(single gate) 방식, 다중 게이트(multigate) 방식, 컬러 플로우 영상화(color flow imaging) 방식 등을 포함한다.

[0013] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 초음파 시스템(100)의 구성을 보이는 블록도이다. 송수신부(110)는 관찰 영역에 도플러 모드 영상을 획득하기 위한 초음파 신호를 펄스 반복 주파수(pulse repetition frequency, PRF)로 송수신하여 도플러 신호를 형성한다. 본 실시예에서 송수신부(110)는 초음파 신호를 송수신하기 위한 프로브(도시하지 않음) 및 초음파 신호의 송신 집속 및 수신 집속을 수행하기 위한 빔포머(도시하지 않음)를 포함할 수 있다.

[0014] 신호 처리부(120)는 도플러 신호의 이득(gain)을 조절하고, 혈류 속도의 연속성을 이용하여, 도플러 주파수의 추정시 잡음의 영향을 감소시키기 위한 제1 신호 처리 및 도플러 신호의 에일리어싱을 보상하기 위한 제2 신호 처리를 수행한다. 여기서, 도플러 주파수는 송신된 초음파 신호의 주파수와 움직이는 대상체로부터 반사되어 프로브를 통해 수신된 도플러 신호의 주파수 간의 주파수 차이를 의미한다. 보다 상세하게, 신호 처리부(120)는 송수신부(110)에서 n 번째 출력되는 도플러 신호 및 $(n-1)$ 번째 출력되는 도플러 신호에 기초하여 도플러 신호의 평균주파수(이하, 제1 평균주파수라 함)를 산출하고, 송수신부(110)에서 n 번째 출력되는 도플러 신호 및 $(n-k)$ 번째(단, k 는 2 이상의 정수) 출력되는 도플러 신호에 기초하여 도플러 신호의 평균주파수(이하, 제2 평균주파수라 함)를 산출하며, 제1 및 제2 평균주파수에 기초하여 제1 및 제2 신호 처리를 수행한다.

[0015] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 신호 처리부(120)의 구성을 보이는 블록도이다. 직교 복조부(122)는 도플러 신호를 동일 위상 성분(in-phase component)으로 이루어지는 I 신호($i(n)$)와 직교 위상 성분(quadrature component)으로 이루어지는 Q 신호($q(n)$)를 포함하는 기저대역 신호로 복조한다. 본 실시예에서 직교 복조부(122)는 송수신부(110)로부터 입력된 도플러 신호에 코사인 함수($\cos \omega_0 t$) 및 사인 함수($\sin \omega_0 t$) 각각을 곱하는 승산기(122a, 122a'), 각 승산기(122a, 122a')에서 출력되는 신호의 저역통과필터링을 수행하는 저역통과필터(122b, 122b') 및 각 저역통과필터(122a, 122b)에서 출력되는 신호를 디지털 신호로 변환하는 A/D 변환기(122c, 122c')를 포함한다.

[0016] 제1 평균주파수 산출부(124a)는 IQ신호에서 n 번째 IQ 신호와 $(n-1)$ 번째 IQ 신호에 기초하여 도플러 신호의 제1 평균주파수를 산출한다. 본 실시예에서 제1 평균주파수 산출부(124a)는 다음의 수학식 1과 같이 자기 상관법을 이용하여 제1 평균주파수를 산출한다.

수학식 1

$$\text{제1 평균주파수} = \frac{PRF}{2\pi} \tan^{-1} \frac{\sum_{n=1}^N i(n-1)q(n) - i(n)q(n-1)}{\sum_{n=1}^N i(n)i(n-1) + q(n)q(n-1)}$$

[0017]

[0018]

제2 평균주파수 산출부(124b)는 IQ 신호에서 n번째 IQ 신호와 (n-k)번째(k는 2 이상의 정수) IQ 신호에 기초하여 도플러 신호의 제2 평균주파수를 산출한다. 본 실시예에서 제2 평균주파수 산출부(124b)는 IQ 신호에서 n번째 IQ 신호와 (n-2)번째 IQ 신호에 기초하여 도플러 신호의 제2 평균주파수를 산출한다. 즉, 제2 평균주파수 산출부(124b)는 다음의 수학식 2와 같이 자기 상관법을 이용하여 제2 평균주파수를 산출한다.

수학식 2

$$\text{제2 평균주파수} = \frac{PRF}{4\pi} \tan^{-1} \frac{\sum_{n=1}^N i(n)q(n-2) - i(n-2)q(n)}{\sum_{n=1}^N i(n)i(n-2) + q(n)q(n-2)}$$

[0019]

[0020]

도 3 내지 도 5를 참조하여 제1 및 제2 평균주파수 산출부(124a, 124b) 각각에서 출력되는 제1 및 제2 평균주파수의 특성을 설명한다. 도 3은 잡음이 존재하지 않는 이상적 도플러 신호의 제1 및 제2 평균주파수(f_1 , f_2)를 보이는 그래프이고, 도 4는 잡음이 존재하는 도플러 신호의 제1 및 제2 평균주파수(f_a , f_b)를 보이는 그래프이며, 도 5는 도 4에서 특정 시간 구간(5400 내지 5600ms)을 확대한 그래프이다. 즉, 도 3의 제1 및 제2 평균주파수(f_1 , f_2)는 잡음이 존재하지 않는 이상적 도플러 신호를 전술한 수학식 1 및 2에 적용하여 산출한 평균주파수이고, 도 4 및 도 4의 제1 및 제2 평균주파수(f_a , f_b)는 잡음이 존재하는 도플러 신호를 전술한 수학식 1 및 2에 적용하여 산출한 평균주파수이다.

[0021]

도 3을 참조하면, 제1 평균주파수(f_1)는 대략 "5500ms"의 시간에서 에일리어싱이 1회 발생하고, 제2 평균주파수(f_2)는 대략 "1800ms" 및 "4200ms"의 시간에서 에일리어싱이 1회 발생한다. 그러나, 도 3은 도플러 신호에 잡음이 존재하지 않는 이상적인 경우에 해당하며, 실제로 도플러 신호에 잡음이 존재하는 경우, 도 4 및 도 5에 도시된 바와 같이 제1 평균주파수(f_a)는 대략 "5500ms"의 시간에서 에일리어싱이 반복적으로 발생하고, 제2 평균주파수(f_b)는 대략 "1800ms" 및 "4200ms"의 시간에서 에일리어싱이 반복적으로 발생한다. 즉, 제1 평균주파수(f_a)는 대략 "5500ms"의 시간에서 +PRF/2에서 -PRF/2로 및/또는 -PRF/2에서 +PRF/2로 다수회 변동하고, 제2 평균주파수(f_b)는 대략 "1800ms" 및 "4200ms"의 시간에서 +PRF/4에서 -PRF/4로 및/또는 -PRF/4에서 +PRF/4로 다수회 변동한다.

[0022]

다시 도 2를 참조하면, 도플러 신호 처리부(126)는 제1 평균주파수 산출부(124a)로부터의 제1 평균주파수 및 제2 평균주파수 산출부(124b)로부터의 제2 평균주파수에 기초하여, 도플러 주파수의 추정시 잡음의 영향을 감소시키기 위한 제1 신호 처리 및 도플러 신호의 에일리어싱을 보상하기 위한 제2 신호 처리를 수행한다. 본 실시예에서 도플러 신호 처리부(126)의 평균주파수 분석부(126a)는 제1 평균주파수 산출부(124a) 및 제2 평균주파수 산출부(124b)에서 각각 출력되는 제1 평균주파수 및 제2 평균주파수를 분석하고, 그에 따른 분석결과 신호를 출력한다. 보다 상세하게, 평균주파수 분석부(126a)는 제1 및 제2 평균주파수를 분석하여, 제1 및 제2 평균주파수에 모두 에일리어싱이 발생하지 않은 것으로 판단되면, 즉 제1 평균주파수가 제1 주파수 범위(즉, $-PRF/4 < \text{제1}$

평균주파수 $< PRF/4$ 에 해당하는 것으로 판단되면, 제1 분석결과 신호를 출력한다. 평균주파수 분석부(126a)는 제1 및 제2 평균주파수를 분석하여, 음의 주파수 영역에서 제1 평균주파수에 에일리어싱이 발생하지 않고, 제2 평균주파수에 에일리어싱이 발생한 것으로 판단되면, 즉 제1 평균주파수가 제2 주파수 범위(즉, $-PRF/2 < \text{제1 평균주파수} < -PRF/4$)에 해당하는 것으로 판단되면, 제2 분석결과 신호를 출력한다. 평균주파수 분석부(126a)는 제1 및 제2 평균주파수를 분석하여, 양의 주파수 영역에서 제1 평균주파수에 에일리어싱이 발생하지 않고 제2 평균주파수에 에일리어싱이 발생한 것으로 판단되면, 즉 제1 평균주파수가 제3 주파수 범위(즉, $PRF/4 < \text{제1 평균주파수} < PRF/2$)에 해당하는 것으로 판단되면, 제3 분석결과 신호를 출력한다. 이와 더불어, 평균주파수 분석부(126a)는 제1 평균주파수가 최대 주파수($\pm PRF/2$)에서 다수회 변동하고, 제2 평균주파수가 증가하는 것으로 판단되면, 제4 분석결과 신호를 출력하며, 제1 평균주파수가 최대 주파수($\pm PRF/2$)에서 다수회 변동하고, 제2 평균주파수가 감소하는 것으로 판단되면, 제5 분석결과 신호를 출력한다.

[0023] 제1 신호 처리부(126b)는 평균주파수 분석부(126a)로부터의 분석결과 신호에 기초하여 도플러 주파수의 추정시 잡음의 영향을 감소시키기 위한 제1 신호 처리를 수행한다. 본 실시예에서 제1 신호 처리부(126b)는 평균주파수 분석부(126a)로부터 제1 분석결과 신호가 입력되면, 도플러 주파수의 추정시 잡음의 영향을 감소시키기 위한 제1 신호 처리를 다음의 수학식 3을 통해 수행한다.

수학식 3

$$f_{out} = \frac{\text{제1 평균주파수} + \text{제2 평균주파수}}{2}$$

[0024]

[0025] 또한, 제1 신호 처리부(126b)는 평균주파수 분석부(126a)에서 제2 분석결과 신호가 입력되면, 도플러 주파수의 추정시 잡음의 영향을 감소시키기 위한 제1 신호 처리를 다음의 수학식 4를 통해 수행한다.

수학식 4

$$f_{out} = \frac{\text{제1 평균주파수} + \text{제2 평균주파수} - \frac{PRF}{2}}{2}$$

[0026]

[0027] 즉, 도 4에 도시된 바와 같이 제2 주파수 범위에서 제1 평균주파수는 에일리어싱이 발생하지 않았지만, 제2 평균주파수는 에일리어싱이 발생하였다. 따라서, 제1 신호 처리부(126b)는 수학식 4와 같이 제1 및 제2 평균주파수의 평균을 구함으로써 도플러 주파수를 보다 정확하게 추정할 수 있다.

[0028] 또한, 제1 신호 처리부(126b)는 평균주파수 분석부(126a)에서 제3 분석결과 신호가 입력되면, 도플러 주파수의 추정시 잡음의 영향을 감소시키기 위한 제1 신호 처리를 다음의 수학식 5를 통해 수행한다.

수학식 5

$$f_{out} = \frac{\text{제1 평균주파수} + \text{제2 평균주파수} + \frac{PRF}{2}}{2}$$

[0029]

[0030] 즉, 도 4에 도시된 바와 같이 제3 주파수 범위에서 제1 평균주파수는 에일리어싱이 발생하지 않았지만, 제2 평균주파수는 에일리어싱이 발생하였다. 따라서, 제1 신호 처리부(126b)는 수학식 5와 같이 제1 및 제2 평균주파수의 평균을 구함으로써 도플러 주파수를 보다 정확하게 추정할 수 있다.

[0031] 제2 신호 처리부(126c)는 평균주파수 분석부(126a)로부터의 분석결과 신호에 기초하여 도플러 신호의 에일리어싱을 보상하기 위한 제2 신호 처리를 수행한다. 본 실시예에서 제2 신호 처리부(126c)는 평균주파수 분석부(126a)로부터 제4 분석결과 신호가 입력되면, 제1 평균주파수에서 $-PRF/2$ 방향으로 에일리어스된 제1 평균주파

수에 PRF를 더하여 에일리어싱을 보상하는 제2 신호 처리를 수행한다. 제2 신호 처리부(126c)는 평균주파수 분석부(126a)로부터 제5 분석결과 신호가 입력되면, 제1 평균주파수에서 PRF/2 방향으로 에일리어스된 제1 평균주파수에 -PRF를 더하여 에일리어싱을 보상한다.

[0032] 영상 처리부(130)는 신호 처리부(120)에서 출력되는 도플러 신호에 기초하여 도플러 모드 영상을 형성한다. 디스플레이부(140)는 영상 처리부(130)에 의해 처리된 도플러 모드 영상을 디스플레이한다.

[0033] 전술한 실시예에서는 제2 평균주파수 산출부(124b)가 직교 복조부(122)에서 n번째 출력되는 IQ 신호 및 (n-2)번째 출력되는 IQ 신호에 기초하여 제2 평균주파수를 산출하는 것으로 설명하였지만, 그것만으로 국한되지 않고, 당업자라면 직교 복조부(122)에서 n번째 출력되는 IQ 신호 및 (n-k)번째(단, k는 2 이상의 정수) 출력되는 IQ 신호에 기초하여 다수의 수학적 식을 통해 제2 평균주파수를 산출할 수 있음을 충분히 이해할 것이다. 물론 전술한 바와 같은 경우에는 제1, 제2, 제3 주파수 범위 등도 적절히 변경해주어야 함은 명백하다.

수학적 식 6

$$\text{제2 평균주파수} = \frac{PRF}{2k\pi} \tan^{-1} \frac{\sum_{n=1}^N i(n)q(n-k) - i(n-k)q(n)}{\sum_{n=1}^N i(n)i(n-k) + q(n)q(n-k)}$$

[0034]

[0035] 본 발명이 바람직한 실시예를 통해 설명되고 예시되었으나, 당업자라면 첨부된 특허청구범위의 사항 및 범주를 벗어나지 않고 여러 가지 변형 및 변경이 이루어질 수 있음을 알 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0036] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 초음파 시스템의 구성을 보이는 블록도.

[0037] 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 신호 처리부의 구성을 보이는 블록도.

[0038] 도 3은 잡음이 존재하지 않는 도플러 신호의 제1 평균주파수(f_1) 및 제2 평균주파수(f_2)를 보이는 그래프.

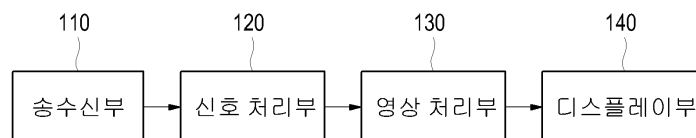
[0039] 도 4는 잡음이 존재하는 도플러 신호의 제1 평균 주파수(f_a) 및 제2 평균 주파수(f_b)를 보이는 그래프.

[0040] 도 5는 도 4에서 특정 시간 구간(5400 내지 5600ms)을 확대한 그래프.

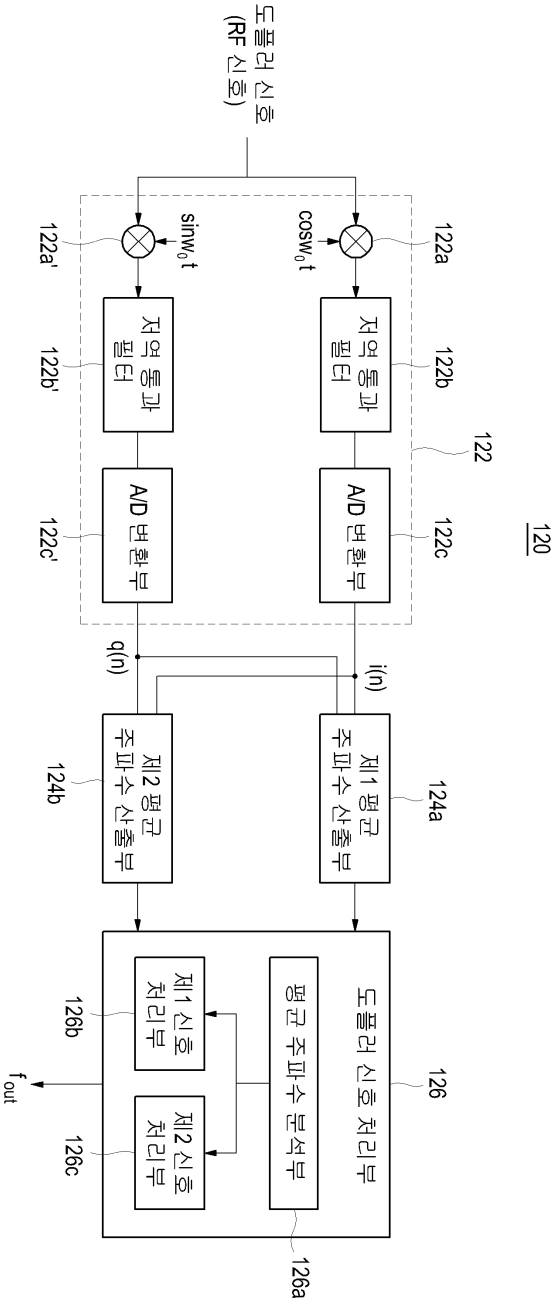
도면

도면1

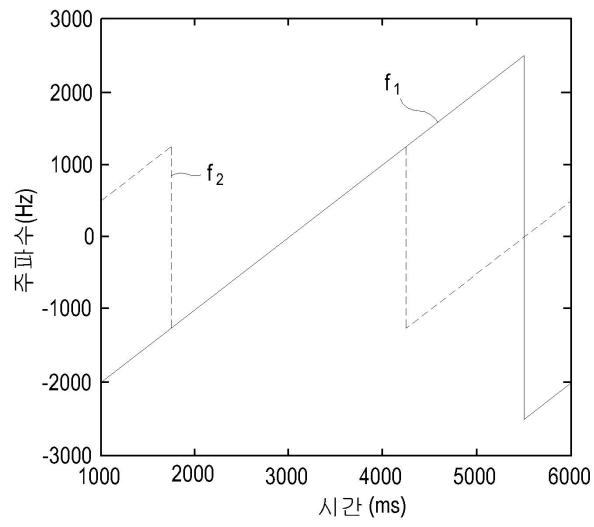
100



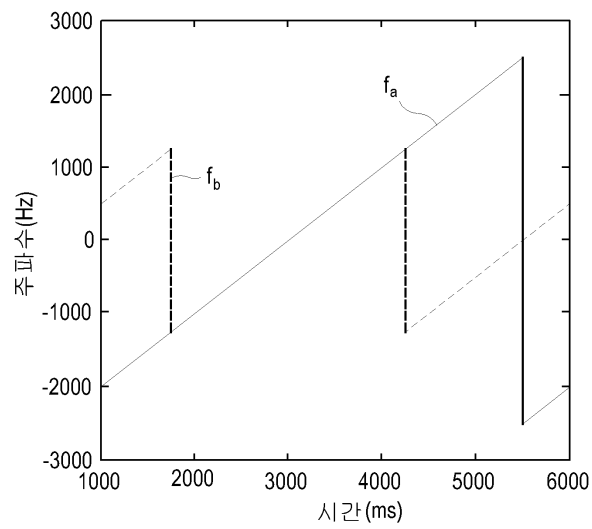
도면2



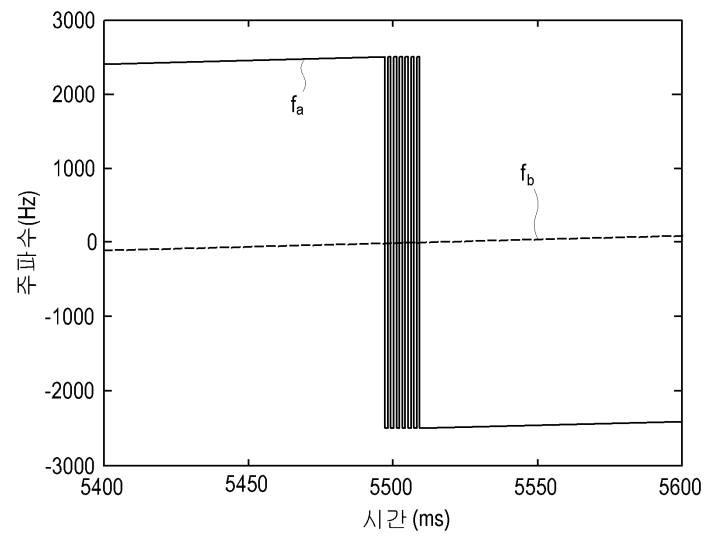
도면3



도면4



도면5



专利名称(译)	超声系统和形成多普勒模式图像的方法		
公开(公告)号	KR100969537B1	公开(公告)日	2010-07-12
申请号	KR1020080002851	申请日	2008-01-10
[标]申请(专利权)人(译)	三星麦迪森株式会社		
申请(专利权)人(译)	三星麦迪逊有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	三星麦迪逊有限公司		
[标]发明人	JEONG MOK KUN 정목근 KWON SUNG JAE 권성재		
发明人	정목근 권성재		
IPC分类号	A61B8/00 A61B A61B8/06		
CPC分类号	A61B8/488 A61B8/06 G01S15/8979 G01S15/584		
代理人(译)	CHANG, SOO KIL		
其他公开文献	KR1020090077102A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

公开了一种超声系统和方法，用于补偿多普勒信号的混叠并减小噪声对多普勒频率估计的影响。用于补偿多普勒信号的混叠的第二信号处理和用于在基于第一和第二平均频率估计多普勒频率时降低噪声影响的第一信号处理，产生多普勒信号的第二平均频率基于输出的第n个多普勒信号和输出的多普勒信号 (nk) 数 (移位，k是大于2的固定数)，用于形成多普勒模式图像的超声信号被发送并被接收到脉冲重现频率 (根据该系统和方法形成脉冲重复频率 (PRF) 和多普勒信号，并且基于第n次输出的多普勒信号产生多普勒信号的第一平均频率，并且执行输出的多普勒信号 (n-1) 次数。并且基于多普勒信号形成多普勒模式图像。超声，多普勒模式，多普勒信号，混叠，PRF。

