



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년01월09일
 (11) 등록번호 10-1348773
 (24) 등록일자 2013년12월31일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 8/14 (2006.01) *G06T 7/20* (2006.01)
A61B 8/06 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2011-0145666
 (22) 출원일자 2011년12월29일
 심사청구일자 2011년12월29일
 (65) 공개번호 10-2013-0077121
 (43) 공개일자 2013년07월09일
 (56) 선행기술조사문헌
 JP10328188 A*
 JP2008073279 A*
 JP2006055493 A
 JP2893201 B2
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
삼성메디슨 주식회사
 강원도 홍천군 남면 한서로 3366
 (72) 발명자
김민우
 서울특별시 강남구 테헤란로108길 42, 3층 (대치동)
최석원
 서울특별시 강남구 테헤란로108길 42, 메디슨빌딩 연구소 3층 (대치동)
 (74) 대리인
리엔특특허법인

전체 청구항 수 : 총 24 항

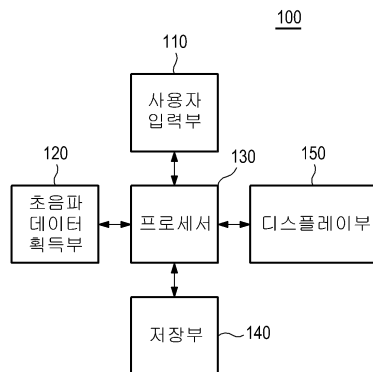
심사관 : 박승배

(54) 발명의 명칭 **벡터 도플러를 이용하여 난류 정보를 제공하는 초음파 시스템 및 방법**

(57) 요약

벡터 도플러를 이용하여 대상체의 난류 정도를 나타내는 난류 정보를 제공하는 초음파 시스템 및 방법이 개시된다. 본 발명에 따른 초음파 시스템은, 대상체에 대응하는 초음파 데이터를 이용하여 대상체의 벡터 정보를 검출하고, 벡터 정보를 이용하여 대상체의 난류 정도를 나타내는 난류 정보를 형성하도록 동작하는 프로세서를 포함한다.

대표도 - 도1



특허청구의 범위

청구항 1

초음파 시스템으로서,

대상체에 대응하는 초음파 데이터를 이용하여 상기 대상체의 벡터 정보를 검출하고, 상기 벡터 정보를 이용하여 상기 대상체의 난류 정도를 나타내는 난류 정보를 형성하도록 동작하는 프로세서를 포함하되,

상기 프로세서는,

프레임마다 상기 벡터 정보를 이용하여 복수의 위치 각각에서 평균속도를 산출하고,

상기 평균속도를 이용하여 상기 난류 정보를 형성하도록 동작하는 초음파 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 대상체를 포함하는 생체에 적어도 하나의 송신방향으로 초음파 신호를 송신하고, 상기 생체로부터 반사되는 초음파 빔을 적어도 하나의 수신방향으로 수신하여 상기 초음파 데이터를 획득하도록 동작하는 초음파 데이터 획득부

를 더 포함하는 초음파 시스템.

청구항 3

제2항에 있어서, 상기 초음파 데이터 획득부는, 초음파 신호를 제1 송신방향으로 상기 생체에 송신하고, 상기 생체로부터 반사되는 초음파 에코신호를 제1 수신방향 및 제2 수신방향으로 수신하여 상기 제1 수신방향 및 상기 제2 수신방향 각각에 해당하는 상기 초음파 데이터를 획득하도록 동작하는 초음파 시스템.

청구항 4

제2항에 있어서, 상기 초음파 데이터 획득부는, 초음파 신호를 제1 송신방향 및 제2 송신방향 각각으로 상기 생체에 송신하고, 상기 생체로부터 반사되는 초음파 에코신호를 제1 수신방향으로 수신하여 상기 제1 송신방향 및 상기 제2 송신방향 각각의 상기 제1 수신방향에 해당하는 상기 초음파 데이터를 획득하도록 동작하는 초음파 시스템.

청구항 5

제2항에 있어서, 상기 초음파 데이터 획득부는, 초음파 신호를 제1 송신방향 및 제2 송신방향 각각으로 상기 생체에 송신하고, 상기 생체로부터 반사되는 초음파 에코신호를 제1 수신방향 및 제2 수신방향 각각으로 수신하여 상기 제1 수신방향 및 상기 제2 수신방향 각각에 해당하는 상기 초음파 데이터를 획득하도록 동작하는 초음파 시스템.

청구항 6

제2항 내지 제5항중 어느 한 항에 있어서, 상기 초음파 데이터 획득부는, 상기 초음파 신호를 인터리브 송신 방식으로 송신하도록 동작하는 초음파 시스템.

청구항 7

제2항 내지 제5항중 어느 한 항에 있어서, 상기 초음파 신호는 평면파 신호 또는 집속 신호를 포함하는 초음파 시스템.

청구항 8

제1항에 있어서, 상기 프로세서는, 적어도 하나의 송신방향과, 상기 적어도 하나의 송신방향에 해당하는 적어도 하나의 수신방향을 이용하여 상기 벡터 정보를 형성하도록 동작하는 초음파 시스템.

청구항 9

제1항에 있어서, 상기 프로세서는, 상기 대상체의 속도 및 방향을 나타내는 상기 벡터 정보를 형성하도록 동작하는 초음파 시스템.

청구항 10

삭제

청구항 11

제1항에 있어서, 상기 프로세서는,
 상기 프레임마다 상기 벡터 정보를 이용하여 상기 복수의 위치 각각의 이전 스트림라인을 추산하고,
 상기 추산된 스트림라인을 이용하여 단위시간당 이동변위를 산출하고,
 상기 이동변위 및 상기 단위시간을 이용하여 상기 평균속도를 산출하고,
 상기 평균속도를 포함하는 상기 난류 정보를 형성하도록 동작하는 초음파 시스템.

청구항 12

제11항에 있어서, 상기 프로세서는,
 상기 프레임마다 상기 벡터 정보를 이용하여 상기 복수의 위치 각각의 이전 스트림라인을 추산하고,
 상기 추산된 스트림라인을 이용하여 단위시간당 이동변위를 산출하고,
 상기 이동변위 및 상기 단위시간을 이용하여 상기 평균속도를 산출하고,
 상기 속도와 상기 평균속도 간의 속도 비율을 산출하고,
 상기 속도 비율을 포함하는 상기 난류정보를 형성하도록 동작하는 초음파 시스템.

청구항 13

제1항에 있어서, 상기 프로세서는, 상기 난류 정보의 표시를 제어하도록 더 동작하는 초음파 시스템.

청구항 14

난류 정보 제공 방법으로서,
 a) 대상체에 대응하는 초음파 데이터를 이용하여 상기 대상체의 벡터 정보를 검출하는 단계; 및
 상기 벡터 정보를 이용하여 상기 대상체의 난류 정도를 나타내는 난류 정보를 형성하는 단계를 포함하되,
 상기 단계 b)는,
 프레임마다 상기 벡터 정보를 이용하여 복수의 위치 각각에서 평균속도를 산출하는 단계; 및
 상기 평균속도를 이용하여 상기 난류 정보를 형성하는 단계를 포함하는 난류 정보 제공 방법.

청구항 15

제14항에 있어서, 상기 단계 a) 수행 이전에,
 상기 대상체를 포함하는 생체에 적어도 하나의 송신방향으로 초음파 신호를 송신하고, 상기 생체로부터 반사되는 초음파 빔을 적어도 하나의 수신방향으로 수신하여 상기 초음파 데이터를 획득하는 단계를 더 포함하는 난류 정보 제공 방법.

청구항 16

제15항에 있어서, 상기 초음파 데이터를 획득하는 단계는,
 초음파 신호를 제1 송신방향으로 상기 생체에 송신하고, 상기 생체로부터 반사되는 초음파 에코신호를 제1 수신

방향 및 제2 수신방향으로 수신하여 상기 제1 수신방향 및 상기 제2 수신방향 각각에 해당하는 상기 초음파 데이터를 획득하는 단계

를 포함하는 난류 정보 제공 방법.

청구항 17

제15항에 있어서, 상기 초음파 데이터를 획득하는 단계는,

초음파 신호를 제1 송신방향 및 제2 송신방향 각각으로 상기 생체에 송신하고, 상기 생체로부터 반사되는 초음파 에코신호를 제1 수신방향으로 수신하여 상기 제1 송신방향 및 상기 제2 송신방향 각각의 상기 제1 수신방향에 해당하는 상기 초음파 데이터를 획득하는 단계

를 포함하는 난류 정보 제공 방법.

청구항 18

제15항에 있어서, 상기 초음파 데이터를 획득하는 단계는,

초음파 신호를 제1 송신방향 및 제2 송신방향 각각으로 상기 생체에 송신하고, 상기 생체로부터 반사되는 초음파 에코신호를 제1 수신방향 및 제2 수신방향 각각으로 수신하여 상기 제1 수신방향 및 상기 제2 수신방향 각각에 해당하는 상기 초음파 데이터를 획득하는 단계

를 포함하는 난류 정보 제공 방법.

청구항 19

제15항 내지 제18항중 어느 한 항에 있어서, 상기 초음파 신호는 인터리브 송신 방식으로 송신되는 난류 정보 제공 방법.

청구항 20

제15항 내지 제18항중 어느 한 항에 있어서, 상기 초음파 신호는 평면파 신호 또는 집속 신호를 포함하는 난류 정보 제공 방법.

청구항 21

제14항에 있어서, 상기 단계 a)는,

적어도 하나의 송신방향과, 상기 적어도 하나의 송신방향에 해당하는 적어도 하나의 수신방향을 이용하여 상기 벡터 정보를 형성하는 단계

를 포함하는 난류 정보 제공 방법.

청구항 22

제14항에 있어서, 상기 단계 a)는,

상기 대상체의 속도 및 방향을 나타내는 상기 벡터 정보를 형성하는 단계

를 포함하는 난류 정보 제공 방법.

청구항 23

삭제

청구항 24

제14항에 있어서, 상기 단계 b)는,

상기 프레임마다 상기 벡터 정보를 이용하여 상기 복수의 위치 각각의 이전 스트림라인을 추산하는 단계;

상기 추산된 스트림라인을 이용하여 단위시간당 이동변위를 산출하는 단계;

상기 이동변위 및 상기 단위시간을 이용하여 상기 평균속도를 산출하는 단계;
 상기 평균속도를 포함하는 상기 난류 정보를 형성하는 단계
 를 포함하는 난류 정보 제공 방법.

청구항 25

제24항에 있어서, 상기 단계 b)는,
 상기 프레임마다 상기 벡터 정보를 이용하여 상기 복수의 위치 각각의 이전 스트림라인을 추산하는 단계;
 상기 추산된 스트림라인을 이용하여 단위시간당 이동변위를 산출하는 단계;
 상기 이동변위 및 상기 단위시간을 이용하여 상기 평균속도를 산출하는 단계;
 상기 속도와 상기 평균속도 간의 속도 비율을 산출하는 단계; 및
 상기 속도 비율을 포함하는 상기 난류정보를 형성하는 단계
 를 포함하는 난류 정보 제공 방법.

청구항 26

제14항에 있어서,
 c) 상기 난류 정보의 표시를 제어하는 단계
 를 더 포함하는 난류 정보 제공 방법.

명세서

기술분야

[0001] 본 발명은 초음파 시스템에 관한 것으로, 특히 벡터 도플러를 이용하여 난류 정보를 제공하는 초음파 시스템 및 방법에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 초음파 시스템은 무침습 및 비파괴 특성을 가지고 있어, 생체 내부의 정보를 얻기 위한 의료 분야에서 널리 이용되고 있다. 초음파 시스템은 생체를 직접 절개하여 관찰하는 외과 수술의 필요 없이, 생체 내부 조직의 고해상도 영상을 실시간으로 제공할 수 있으므로 의료 분야에서 매우 중요하게 사용되고 있다.

[0003] 초음파 시스템은 대상체로부터 반사되는 초음파 신호(즉, 초음파 에코신호)의 반사 계수를 2차원 영상으로 보이는 B 모드(brightness mode) 영상, 도플러 효과(Doppler effect)를 이용하여 대상체의 속도를 도플러 스펙트럼으로 보이는 도플러 스펙트럼 영상, 도플러 효과를 이용하여 대상체의 속도와 방향을 컬러로 보이는 컬러 도플러 영상, 대상체에 컴프레션(compression)을 가할 때와 가하지 않을 때의 반응 차이를 영상으로 보이는 탄성 영상 등을 제공하고 있다.

[0004] 컬러 도플러 영상은 혈류의 흐름 정도를 컬러에 대응하여 보여주는 것으로, 혈관, 심장 등의 질환을 검증하는데 유용하게 이용된다. 그러나, 컬러 도플러 영상에서의 각 컬러는 초음파 신호가 송신되는 방향으로 혈류가 다가오고 멀어지는 정도를 나타내므로 정확한 혈류의 움직임을 표현하는데 한계가 있다.

[0005] 이러한 문제점을 해결하기 위해, 혈류의 속도뿐만 아니라 방향까지 얻을 수 있는 벡터 도플러 방식이 이용되고 있다. 벡터 도플러 방식중 하나인 교차 빔 기반(cross beam-based) 방식은 2개 이상의 다른 방향으로부터 속도 크기 성분을 획득하고 이들을 조합하여, 2차원 또는 3차원의 방향과 크기 정보를 갖는 벡터를 구하는 것으로 이루어진다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0006] 본 발명은 벡터 도플러를 이용하여 대상체(예를 들어, 혈류 등)의 난류 정도를 나타내는 난류 정보를 제공하는

초음파 시스템 및 방법을 제공한다.

과제의 해결 수단

[0007] 본 발명에 따른 초음파 시스템은, 대상체에 대응하는 초음파 데이터를 이용하여 상기 대상체의 벡터 정보를 검출하고, 상기 벡터 정보를 이용하여 상기 대상체의 난류 정도를 나타내는 난류 정보를 형성하도록 동작하는 프로세서를 포함한다.

[0008] 또한, 본 발명에 따른 난류 정보 제공 방법은, a) 대상체에 대응하는 초음파 데이터를 이용하여 상기 대상체의 벡터 정보를 검출하는 단계; 및 상기 벡터 정보를 이용하여 상기 대상체의 난류 정도를 나타내는 난류 정보를 형성하는 단계를 포함한다.

발명의 효과

[0009] 본 발명은 대상체(예를 들어, 혈류 등)의 난류 정도를 나타내는 난류 정보(즉, 평균속도 또는 평균속도와 대상체의 속도 간의 속도 비율)를 제공할 수 있어, 혈관 등의 질환을 예측하기 위한 편의성을 사용자에게 제공할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0010] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 초음파 시스템의 구성을 보이는 블록도.
- 도 2는 B 모드 영상 및 관심영역을 보이는 예시도.
- 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 초음파 데이터 획득부의 구성을 보이는 블록도.
- 도 4 내지 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 송신 빔의 송신 방향 및 수신 빔의 수신 방향을 보이는 예시도.
- 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 샘플링 데이터 및 초음파 영상의 픽셀을 보이는 예시도.
- 도 9 내지 도 12는 본 발명의 실시예에 따른 수신 빔 포밍 처리를 수행하는 예를 보이는 예시도.
- 도 13은 본 발명의 실시예에 따라 가중치를 설정하는 예를 보이는 예시도.
- 도 14는 본 발명의 실시예에 따라 샘플링 데이터 세트를 설정하는 예를 보이는 예시도.
- 도 15는 본 발명의 실시예에 따라 벡터 정보를 이용하여 난류 정보를 형성하는 절차를 보이는 플로우차트.
- 도 16은 본 발명의 실시예에 따른 송신 및 수신 방향, 벡터 정보 및 초과 조건 문제(over-determined problem)을 보이는 예시도.
- 도 17은 층류 및 난류를 보이는 예시도.
- 도 18은 본 발명의 실시예에 따라 스트림라인을 추산하는 예를 보이는 예시도.
- 도 19는 본 발명의 실시예에 따라 스트림라인을 따라 이동변위를 산출하는 예를 보이는 예시도.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0011] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 설명한다.
- [0012] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 초음파 시스템의 구성을 보이는 블록도이다. 도 1을 참조하면, 초음파 시스템(100)은 사용자 입력부(110)를 포함한다.
- [0013] 사용자 입력부(110)는 사용자의 입력정보를 수신한다. 본 실시예에 있어서, 입력정보는 도 2에 도시된 바와 같이 B 모드(brightness mode) 영상(BI)에 관심영역(ROI)을 설정하기 위한 입력정보를 포함한다. 관심영역은 대상체의 벡터 정보(즉, 대상체의 속도 및 방향에 대응하는 벡터 크기 및 방향을 포함하는 벡터 정보)를 이용하여 벡터 도플러 영상을 얻기 위한 컬러 박스(color box)를 포함한다. 도 2에 있어서, 도면부호 BV는 혈관을 나타낸다. 사용자 입력부(110)는 컨트롤 패널(control panel), 트랙볼(track ball), 마우스(mouse), 키보드(keyboard) 등을 포함한다.
- [0014] 초음파 시스템(100)은 초음파 데이터 획득부(120)를 더 포함한다. 초음파 데이터 획득부(120)는 초음파 신호를 생체에 송신한다. 생체는 대상체(예를 들어, 혈류 등)를 포함한다. 또한, 초음파 데이터 획득부(120)는 생체로

부터 반사되는 초음파 신호(즉, 초음파 에코신호)를 수신하여 초음파 데이터 획득한다.

- [0015] 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 초음파 데이터 획득부의 구성을 보이는 블록도이다. 도 3을 참조하면, 초음파 데이터 획득부(120)는 초음파 프로브(310)를 포함한다.
- [0016] 초음파 프로브(310)는 전기적 신호와 초음파 신호를 상호 변환하도록 동작하는 복수의 변환소자(transducer element)(311, 도 4 참조)를 포함한다. 초음파 프로브(310)는 초음파 신호를 생체에 송신한다. 초음파 프로브(310)로부터 송신된 초음파 신호는 평면파(plane wave) 신호 또는 집속(focused) 신호일 수 있다. 그러나, 초음파 신호는 반드시 이에 한정되지 않는다. 초음파 프로브(310)는 생체로부터 반사되는 초음파 에코신호를 수신하여 수신신호를 형성한다. 수신신호는 아날로그 신호이다. 초음파 프로브(310)는 컨벡스 프로브(convex probe), 리니어 프로브(linear probe) 등을 포함한다.
- [0017] 초음파 데이터 획득부(120)는 송신부(320)를 더 포함한다. 송신부(320)는 초음파 신호의 송신을 제어한다. 또한, 송신부(320)는 변환소자를 고려하여, 초음파 영상을 얻기 위한 전기적 신호(이하, 송신신호라 함)를 형성한다.
- [0018] 일실시예에 있어서, 송신부(320)는 변환소자(311)를 고려하여, B 모드 영상(BI)을 얻기 위한 송신신호(이하, B 모드 송신신호라 함)를 형성한다. 따라서, 초음파 프로브(310)는 송신부(320)로부터 B 모드 송신신호가 제공되면, B 모드 송신신호를 초음파 신호로 변환하여 생체에 송신하고, 생체로부터 반사되는 초음파 에코신호를 수신하여 수신신호(이하, B 모드 수신신호라 함)를 형성한다.
- [0019] 또한, 송신부(320)는 도 4에 도시된 바와 같이, 초음파 신호(즉, 송신(Tx) 빔)를 송신하는 방향(이하, 송신방향) 및 변환소자(311)를 고려하여, 앙상블 넘버(ensemble number)에 해당하는 송신신호(이하, 도플러 모드 송신신호라 함)를 형성한다. 도 4는 1개의 송신방향(Tx)과, 초음파 에코신호(즉, 수신 빔)이 서로 다른 2개의 각도로 수신되는 방향(이하, 수신방향(Rx₁, Rx₂)이라 함)을 보이는 예시도이다. 송신방향은 변환소자(311)의 길이방향과 수직인 방향(0°) 내지 초음파 빔을 최대로 스티어링할 수 있는 방향중 어느 하나의 방향이다. 앙상블 넘버는 빔 포밍(beamforming reiong)에 해당하는 도플러 신호를 얻기 위해 초음파 신호를 송수신하는 횟수를 나타낸다. 따라서, 초음파 프로브(310)는 송신부(320)로부터 도플러 모드 송신신호가 제공되면, 도플러 모드 송신신호를 초음파 신호로 변환하여 생체에 송신하고, 생체로부터 반사되는 초음파 에코신호를 수신하여 수신신호(이하, 도플러 모드 수신신호라 함)를 형성한다.
- [0020] 다른 실시예에 있어서, 송신부(320)는 변환소자를 고려하여, B 모드 영상(BI)을 얻기 위한 B 모드 송신신호를 형성한다. 따라서, 초음파 프로브(310)는 송신부(320)로부터 B 모드 송신신호가 제공되면, B 모드 송신신호를 초음파 신호로 변환하여 생체에 송신하고 생체로부터 반사되는 초음파 에코신호를 수신하여 B 모드 수신신호를 형성한다.
- [0021] 또한, 송신부(320)는 복수의 송신방향 및 변환소자를 고려하여, 앙상블 넘버에 해당하는 도플러 모드 송신신호를 형성한다. 복수의 송신방향은 서로 다른 송신방향이다. 따라서, 초음파 프로브(310)는 송신부(320)로부터 도플러 모드 송신신호가 제공되면, 도플러 모드 송신신호를 초음파 신호로 변환하여 생체에 송신하고, 생체로부터 반사되는 초음파 에코신호를 수신하여 수신신호(이하, 도플러 모드 수신신호라 함)를 형성한다.
- [0022] 예를 들면, 송신부(320)는 도 5에 도시된 바와 같이, 제1 송신방향(Tx₁) 및 변환소자(311)를 고려하여, 앙상블 넘버에 해당하는 제1 도플러 모드 송신신호를 형성한다. 따라서, 초음파 프로브(310)는 송신부(320)로부터 제1 도플러 모드 송신신호가 제공되면, 제1 도플러 모드 송신신호를 초음파 신호로 변환하고, 변환된 초음파 신호를 제1 송신방향(Tx₁)으로 생체에 송신하고, 생체로부터 반사되는 초음파 에코신호를 수신하여 제1 도플러 모드 수신신호를 형성한다. 또한, 송신부(320)는 도 5에 도시된 바와 같이, 제2 송신방향(Tx₂) 및 변환소자(311)를 고려하여, 앙상블 넘버에 해당하는 제2 도플러 모드 송신신호를 형성한다. 따라서, 초음파 프로브(310)는 송신부(320)로부터 제2 도플러 모드 송신신호가 제공되면, 제2 도플러 모드 송신신호를 초음파 신호로 변환하고, 변환된 초음파 신호를 제2 송신방향(Tx₂)으로 생체에 송신하고, 생체로부터 반사되는 초음파 에코신호를 수신하여 제2 도플러 모드 수신신호를 형성한다. 도 5에 있어서, PRI는 펄스 반복 간격(pulse repeat interval)을 나타낸다.
- [0023] 또 다른 실시예에 있어서, 송신부(320)는 변환소자를 고려하여, B 모드 영상(BI)을 얻기 위한 B 모드 송신신호를 형성한다. 따라서, 초음파 프로브(310)는 송신부(320)로부터 B 모드 송신신호가 제공되면, B 모드 송신신호를 초음파 신호로 변환하여 생체에 송신하고 생체로부터 반사되는 초음파 에코신호를 수신하여 B 모드 수신신호

를 형성한다.

- [0024] 또한, 송신부(320)는 복수의 송신방향 및 변환소자를 고려하여, 앙상블 넘버에 해당하는 도플러 모드 송신신호를 형성한다. 따라서, 초음파 프로브(310)는 송신부(320)로부터 도플러 모드 송신신호가 제공되면, 도플러 모드 송신신호를 초음파 신호로 변환하여 생체에 송신하고, 생체로부터 반사되는 초음파 에코신호를 수신하여 수신신호(이하, 도플러 모드 수신신호라 함)를 형성한다. 이때, 초음파 신호는 인터리브 송신(interleaved Tx) 방식으로 송신된다.
- [0025] 예를 들면, 송신부(320)는 도 6에 도시된 바와 같이, 제1 송신방향(Tx_1) 및 변환소자(311)를 고려하여, 제1 도플러 모드 송신신호를 형성한다. 따라서, 초음파 프로브(310)는 송신부(320)로부터 제1 도플러 모드 송신신호가 제공되면, 제1 도플러 모드 송신신호를 초음파 신호로 변환하고, 변환된 초음파 신호를 제1 송신방향(Tx_1)으로 생체에 송신한다. 이어서, 송신부(320)는 도 6에 도시된 바와 같이, 제2 송신방향(Tx_2) 및 변환소자(311)를 고려하여, 제2 도플러 모드 송신신호를 형성한다. 따라서, 초음파 프로브(310)는 송신부(320)로부터 제2 도플러 모드 송신신호가 제공되면, 제2 도플러 모드 송신신호를 초음파 신호로 변환하고, 변환된 초음파 신호를 제2 송신방향(Tx_2)으로 생체에 송신한다. 초음파 프로브(310)는 생체로부터 반사되는 초음파 에코신호를 수신하여 제1 도플러 모드 송신신호에 대응하는 제1 도플러 모드 수신신호를 형성한다. 또한, 초음파 프로브(310)는 생체로부터 반사되는 초음파 에코신호를 수신하여 제2 도플러 모드 송신신호에 대응하는 제2 도플러 모드 수신신호를 형성한다.
- [0026] 이어서, 송신부(320)는 도 6에 도시된 바와 같이, PRI를 고려하여 제1 도플러 모드 송신신호를 형성한다. 따라서, 초음파 프로브(310)는 송신부(320)로부터 제1 도플러 모드 송신신호가 제공되면, 제1 도플러 모드 송신신호를 초음파 신호로 변환하고, 변환된 초음파 신호를 제1 송신방향(Tx_1)으로 생체에 송신한다. 송신부(320)는 도 6에 도시된 바와 같이, PRI를 고려하여 제2 도플러 모드 송신신호를 형성한다. 따라서, 초음파 프로브(310)는 송신부(320)로부터 제2 도플러 모드 송신신호가 제공되면, 제2 도플러 모드 송신신호를 초음파 신호로 변환하고, 변환된 초음파 신호를 제2 송신방향(Tx_2)으로 생체에 송신한다. 초음파 프로브(310)는 생체로부터 반사되는 초음파 에코신호를 수신하여 제1 도플러 모드 송신신호에 대응하는 제1 도플러 모드 수신신호를 형성한다. 또한, 초음파 프로브(310)는 생체로부터 반사되는 초음파 에코신호를 수신하여 제2 도플러 모드 송신신호에 대응하는 제2 도플러 모드 수신신호를 형성한다.
- [0027] 송신부(320)는 전술한 바와 같은 과정을 수행하여 앙상블 넘버에 해당하는 제1 도플러 모드 송신신호 및 제2 도플러 모드 송신신호를 형성한다.
- [0028] 또 다른 실시예에 있어서, 송신부(320)는 변환소자를 고려하여, B 모드 영상(BI)을 얻기 위한 B 모드 송신신호를 형성한다. 따라서, 초음파 프로브(310)는 송신부(320)로부터 B 모드 송신신호가 제공되면, B 모드 송신신호를 초음파 신호로 변환하여 생체에 송신하고 생체로부터 반사되는 초음파 에코신호를 수신하여 B 모드 수신신호를 형성한다.
- [0029] 또한, 송신부(320)는 복수의 송신방향 및 변환소자를 고려하여, 앙상블 넘버에 해당하는 도플러 모드 송신신호를 형성한다. 따라서, 초음파 프로브(310)는 송신부(320)로부터 도플러 모드 송신신호가 제공되면, 도플러 모드 송신신호를 초음파 신호로 변환하여 생체에 송신하고, 생체로부터 반사되는 초음파 에코신호를 수신하여 수신신호(이하, 도플러 모드 수신신호라 함)를 형성한다. 이때, 초음파 신호는 PRI에 따라 송신된다.
- [0030] 예를 들면, 송신부(320)는 도 7에 도시된 바와 같이, 제1 송신방향(Tx_1) 및 변환소자(311)를 고려하여, 제1 도플러 모드 송신신호를 형성한다. 따라서, 초음파 프로브(310)는 송신부(320)로부터 제1 도플러 모드 송신신호가 제공되면, 제1 도플러 모드 송신신호를 초음파 신호로 변환하고, 변환된 초음파 신호를 제1 송신방향(Tx_1)으로 생체에 송신하고, 생체로부터 반사되는 초음파 에코신호를 수신하여 제1 도플러 모드 수신신호를 형성한다. 송신부(320)는 도 7에 도시된 바와 같이, PRI에 따라 제2 송신방향(Tx_2) 및 변환소자(311)를 고려하여, 제2 도플러 모드 송신신호를 형성한다. 따라서, 초음파 프로브(310)는 송신부(320)로부터 제2 도플러 모드 송신신호가 제공되면, 제2 도플러 모드 송신신호를 초음파 신호로 변환하고, 변환된 초음파 신호를 제2 송신방향(Tx_2)으로 생체에 송신하고, 생체로부터 반사되는 초음파 에코신호를 수신하여 제2 도플러 모드 수신신호를 형성한다.
- [0031] 송신부(320)는 전술한 바와 같은 과정을 수행하여 앙상블 넘버에 해당하는 제1 도플러 모드 송신신호 및 제2 도

플러 모드 송신신호를 형성한다.

- [0032] 전술한 예들에서는 2개의 송신방향 및 2개의 수신방향을 고려하는 것으로 설명하였지만, 반드시 이에 한정되지 않고, 적어도 하나의 송신방향 및 적어도 하나의 수신방향을 고려할 수도 있다.
- [0033] 다시 도 3을 참조하면, 초음파 데이터 획득부(120)는 수신부(330)를 더 포함한다. 수신부(330)는 초음파 프로브(310)로부터 제공되는 수신신호를 아날로그 디지털 변환하여 샘플링 데이터를 형성한다. 또한, 수신부(330)는 변환소자를 고려하여 샘플링 데이터에 수신 빔 포밍(receiving beam forming)을 수행하여 수신집속 데이터를 형성한다. 수신 빔 포밍은 아래에서 상세하게 설명한다.
- [0034] 본 실시예에 있어서, 수신부(330)는 초음파 프로브(310)로부터 B 모드 수신신호가 제공되면, B 모드 수신신호를 아날로그 디지털 변환하여 샘플링 데이터(이하, B 모드 샘플링 데이터라 함)를 형성한다. 수신부(330)는 B 모드 샘플링 데이터에 수신 빔 포밍을 수행하여 수신집속 데이터(이하, B 모드 수신집속 데이터라 함)를 형성한다.
- [0035] 또한, 수신부(330)는 초음파 프로브(310)로부터 도플러 모드 수신신호가 제공되면, 도플러 모드 수신신호를 아날로그 디지털 변환하여 샘플링 데이터(이하, 도플러 모드 샘플링 데이터라 함)를 형성한다. 수신부(330)는 도플러 모드 샘플링 데이터에 수신 빔 포밍을 수행하여 수신집속 데이터(이하, 도플러 모드 수신집속 데이터라 함)를 형성한다.
- [0036] 일례로서, 수신부(330)는 초음파 프로브(310)로부터 도플러 모드 수신신호가 제공되면, 도플러 모드 수신신호를 아날로그 디지털 변환하여 도플러 모드 샘플링 데이터를 형성한다. 수신부(330)는 도플러 모드 샘플링 데이터에 수신 빔 포밍을 수행하여 도 4에 도시된 바와 같이, 제1 수신방향(Rx_1)에 해당하는 제1 도플러 모드 수신집속 데이터 및 제2 수신방향(Rx_2)에 해당하는 제2 도플러 모드 수신집속 데이터를 형성한다.
- [0037] 다른 예로서, 수신부(330)는 도 5에 도시된 바와 같이, 초음파 프로브(310)로부터 제1 송신방향(Tx_1)에 해당하는 제1 도플러 모드 수신신호가 제공되면, 제1 도플러 모드 수신신호를 아날로그 디지털 변환하여 제1 도플러 모드 샘플링 데이터를 형성한다. 수신부(330)는 제1 도플러 모드 샘플링 데이터에 수신 빔 포밍을 수행하여 제1 수신방향(Rx_1)에 해당하는 제1 도플러 모드 수신집속 데이터를 형성한다. 수신부(330)는 도 5에 도시된 바와 같이, 초음파 프로브(310)로부터 제2 송신방향(Tx_2)에 해당하는 제2 도플러 모드 수신신호가 제공되면, 제2 도플러 모드 수신신호를 아날로그 디지털 변환하여 제2 도플러 모드 샘플링 데이터를 형성한다. 수신부(330)는 제2 도플러 모드 샘플링 데이터에 수신 빔 포밍을 수행하여 제2 수신방향(Rx_2)에 해당하는 제2 도플러 모드 수신집속 데이터를 형성한다. 이때, 수신방향을 초음파 프로브의 변환소자와 수직으로 하면 최대 구경 크기(aperture size)를 사용할 수 있다.
- [0038] 전술한 예에서는 제1 수신방향(Rx_1)과 제2 수신방향(Rx_2)이 동일한 방향인 것으로 설명하였지만, 다른 실시예에서는 제1 수신방향(Rx_1)과 제2 수신방향(Rx_2)이 상이한 방향일 수도 있다.
- [0039] 또한, 전술한 예들에서는 2개의 수신방향(Rx_1 , Rx_2)에 해당하는 도플러 모드 수신집속 데이터를 형성하는 것으로 설명하였지만, 다른 실시예에서는 필요에 따라 적어도 2개의 수신방향에 해당하는 도플러 모드 수신 집속 데이터를 형성할 수도 있다.
- [0040] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 수신 빔 포밍에 대해 설명하기로 한다.
- [0041] 일실시예에 있어서, 수신부(330)는 도 8에 도시된 바와 같이, 초음파 프로브(310)로부터 복수의 채널($CH_k(1 \leq k \leq p)$)를 통해 수신되는 수신신호를 아날로그 디지털 변환하여 샘플링 데이터($S_{k,j}(i \leq j \leq t)$)를 형성한다. 샘플링 데이터($S_{k,j}$)는 저장부(140)에 저장될 수 있다. 수신부(330)는 변환소자의 위치와, 초음파 영상(UI)의 픽셀의 방위(orientation)에 기초하여, 각 샘플링 데이터에 대응하는 픽셀을 검출한다. 즉, 수신부(330)는 변환소자의 위치와, 초음파 영상의 픽셀의 방위에 기초하여, 각 샘플링 데이터가 수신 빔 포밍 처리에 이용되는 픽셀을 검출한다. 수신부(330)는 검출된 픽셀에 해당 샘플링 데이터를 누적 할당한다.
- [0042] 예를 들면, 수신부(330)는 도 9에 도시된 바와 같이, 샘플링 데이터($S_{6,3}$)에 대응하는 픽셀, 즉 샘플링 데이터($S_{6,3}$)가 수신 빔 포밍 처리에 이용되는 픽셀을 검출하기 위한 곡선(이하, 수신 빔 포밍 곡선이라 함)($CV_{6,3}$)을 설정한다. 수신부(330)는 초음파 영상(UI)의 픽셀들($P_{a,b}(1 \leq a \leq M, 1 \leq b \leq M)$)에서 수신 빔 포밍 곡선($CV_{6,3}$)에 해

당하는 픽셀($P_{3,1}, P_{3,2}, P_{4,2}, P_{4,3}, P_{4,4}, P_{4,5}, P_{4,6}, P_{4,7}, P_{4,8}, P_{4,9}, \dots, P_{3,N}$)을 검출한다. 수신부(330)는 도 10에 도시된 바와 같이 검출된 픽셀($P_{3,1}, P_{3,2}, P_{4,2}, P_{4,3}, P_{4,4}, P_{4,5}, P_{4,6}, P_{4,7}, P_{4,8}, P_{4,9}, \dots, P_{3,N}$)에 샘플링 데이터($S_{6,3}$)를 누적 할당한다.

[0043] 이어서, 수신부(330)는 변환소자의 위치와, 초음파 영상의 픽셀의 방위에 기초하여, 도 11에 도시된 바와 같이 샘플링 데이터($S_{6,4}$)에 대응하는 픽셀, 즉 샘플링 데이터($S_{6,4}$)가 수신 빔 포밍 처리에 이용되는 픽셀을 검출하기 위한 수신 빔 포밍 곡선($CV_{6,4}$)을 설정한다. 수신부(330)는 초음파 영상(UI)의 픽셀들($P_{a,b}(1 \leq a \leq M, 1 \leq b \leq M)$)에서 수신 빔 포밍 곡선($CV_{6,3}$)에 해당하는 픽셀($P_{2,1}, P_{3,1}, P_{3,2}, P_{4,2}, P_{4,3}, P_{4,4}, P_{5,4}, P_{5,5}, P_{5,6}, P_{5,7}, P_{5,8}, P_{4,9}, P_{5,9}, \dots, P_{4,N}, P_{3,N}$)을 검출한다. 수신부(330)는 도 12에 도시된 바와 같이, 검출된 픽셀($P_{2,1}, P_{3,1}, P_{3,2}, P_{4,2}, P_{4,3}, P_{4,4}, P_{5,4}, P_{5,5}, P_{5,6}, P_{5,7}, P_{5,8}, P_{4,9}, P_{5,9}, \dots, P_{4,N}, P_{3,N}$)에 샘플링 데이터($S_{6,4}$)를 누적 할당한다.

[0044] 수신부(330)는 초음파 영상(UI)의 픽셀들($P_{a,b}$) 각각에 누적 할당된 샘플링 데이터에 수신 빔 포밍 처리(즉, 가산(summing))를 수행하여 수신집속 데이터를 형성한다.

[0045] 다른 실시예에 있어서, 수신부(330)는 도 8에 도시된 바와 같이, 초음파 프로브(310)로부터 복수의 채널($CH_k(1 \leq k \leq p)$)을 통해 제공되는 수신신호를 아날로그 디지털 변환하여 샘플링 데이터($S_{k,j}$)를 형성한다. 샘플링 데이터($S_{k,j}$)는 저장부(140)에 저장될 수 있다. 수신부(330)는 변환소자의 위치와, 초음파 영상의 픽셀의 방위에 기초하여, 각 샘플링 데이터에 대응하는 픽셀을 검출한다. 즉, 수신부(330)는 변환소자의 위치와, 초음파 영상의 픽셀의 방위에 기초하여, 각 샘플링 데이터가 수신 빔 포밍 처리에 이용되는 픽셀을 검출한다. 수신부(330)는 검출된 픽셀에 해당 샘플링 데이터를 누적 할당한다. 수신부(330)는 검출된 픽셀중에서 동일한 열(column)에 존재하는 픽셀을 검출하고, 동일한 열에 존재하는 픽셀에 대응하는 가중치를 설정하며, 설정된 가중치를 해당 픽셀에 할당된 샘플링 데이터에 가한다.

[0046] 예를 들면, 수신부(330)는 변환소자의 위치와 초음파 영상의 픽셀의 방위에 기초하여, 도 9에 도시된 바와 같이 샘플링 데이터($S_{6,3}$)에 대응하는 픽셀, 즉 샘플링 데이터($S_{6,3}$)가 수신 빔 포밍 처리에 이용되는 픽셀을 검출하기 위한 수신 빔 포밍 곡선($CV_{6,3}$)을 설정한다. 수신부(330)는 초음파 영상(UI)의 픽셀들($P_{a,b}(1 \leq a \leq M, 1 \leq b \leq N)$)에서 수신 빔 포밍 곡선($CV_{6,3}$)에 해당하는 픽셀($P_{3,1}, P_{3,2}, P_{4,2}, P_{4,3}, P_{4,4}, P_{4,5}, P_{4,6}, P_{4,7}, P_{4,8}, P_{4,9}, \dots, P_{3,N}$)을 검출한다. 수신부(330)는 도 10에 도시된 바와 같이 검출된 픽셀($P_{3,1}, P_{3,2}, P_{4,2}, P_{4,3}, P_{4,4}, P_{4,5}, P_{4,6}, P_{4,7}, P_{4,8}, P_{4,9}, \dots, P_{3,N}$)에 샘플링 데이터($S_{6,3}$)를 누적 할당한다. 수신부(330)는 도 13에 도시된 바와 같이, 검출된 픽셀($P_{3,1}, P_{3,2}, P_{4,2}, P_{4,3}, P_{4,4}, P_{4,5}, P_{4,6}, P_{4,7}, P_{4,8}, P_{4,9}, \dots, P_{3,N}$)중에서 동일한 열에 존재하는 픽셀($P_{3,2}, P_{4,2}$)의 중점을 기준으로 중점과 수신 빔 포밍 곡선($CV_{6,3}$) 간의 거리(W_1 및 W_2)를 산출하고, 산출된 거리에 기초하여 픽셀($P_{3,2}$)에 대한 제1 가중치(α_1) 및 픽셀($P_{4,2}$)에 대한 제2 가중치(α_2)를 설정한다. 제1 가중치(α_1) 및 제2 가중치(α_2)는 산출된 거리에 비례 또는 반비례하게 설정될 수 있다. 수신부(330)는 제1 가중치(α_1)를 픽셀($P_{3,2}$)에 할당된 샘플링 데이터($S_{6,3}$)에 가하고, 제2 가중치(α_2)는 픽셀($P_{4,2}$)에 할당된 샘플링 데이터($S_{6,3}$)에 가한다. 수신부(330)는 나머지 샘플링 데이터에 대해서도 전술한 바와 같이 수행한다.

[0047] 수신부(330)는 초음파 영상(UI)의 픽셀들($P_{a,b}$) 각각에 누적 할당된 샘플링 데이터에 수신 빔 포밍 처리를 수행하여 수신집속 데이터를 형성한다.

[0048] 또 다른 실시예에 있어서, 수신부(330)는 도 8에 도시된 바와 같이, 초음파 프로브(310)로부터 복수의 채널($CH_k(1 \leq k \leq N)$)을 통해 제공되는 수신신호를 아날로그 디지털 변환하여 샘플링 데이터($S_{k,j}$)를 형성한다. 샘플링 데이터($S_{k,j}$)는 저장부(140)에 저장될 수 있다. 수신부(330)는 샘플링 데이터($S_{k,j}$)중에서 수신 빔 포밍 처리에 이용되는 픽셀을 검출하기 위한 샘플링 데이터 세트를 설정한다.

[0049] 예를 들면, 수신부(330)는 도 14에 도시된 바와 같이, 샘플링 데이터($S_{k,j}$)중에서 수신 빔 포밍에 관여하는 픽셀을 검출하기 위한 샘플링 데이터 세트($S_{1,1}, S_{1,4} \dots S_{1,t}, S_{2,1}, S_{2,4} \dots S_{2,t} \dots S_{p,t}$)(박스 표시)를 설정한다.

[0050] 수신부(330)는 변환소자의 위치와, 초음파 영상의 픽셀의 방위에 기초하여, 샘플링 데이터 세트의 각 샘플링 데

이터에 대응하는 픽셀을 검출한다. 즉, 수신부(330)는 변환소자의 위치와, 초음파 영상의 픽셀의 방위에 기초하여, 샘플링 데이터 세트의 각 샘플링 데이터가 수신 빔 포밍 처리에 이용되는 픽셀을 검출한다. 수신부(330)는 검출된 픽셀에 해당 샘플링 데이터를 전술한 실시예와 같이 누적 할당한다. 수신부(330)는 초음파 영상의 픽셀들 각각에 누적 할당된 샘플링 데이터에 수신 빔 포밍 처리를 수행하여 수신집속 데이터를 형성한다.

[0051] 또 다른 실시예에 있어서, 수신부(330)는 초음파 프로브(310)로부터 복수의 채널을 통해 제공되는 수신신호를 다운 샘플링하여 다운 샘플링된 샘플링 데이터를 형성한다. 수신부(330)는 전술한 바와 같이, 변환소자의 위치와 초음파 영상의 픽셀의 방위에 기초하여, 각 샘플링 데이터에 대응하는 픽셀을 검출한다. 즉, 수신부(330)는 변환소자의 위치와 초음파 영상의 픽셀의 방위에 기초하여, 각 샘플링 데이터가 수신 빔 포밍 처리에 이용되는 픽셀을 검출한다. 수신부(330)는 검출된 픽셀에 해당 샘플링 데이터를 전술한 실시예와 같이 누적 할당한다. 수신부(330)는 초음파 영상의 픽셀들 각각에 누적 할당된 샘플링 데이터에 수신 빔 포밍 처리를 수행하여 수신집속 데이터를 형성한다.

[0052] 그러나, 수신 빔 포밍은 반드시 이에 한정되지 않고 다양한 수신 빔 포밍 방법이 이용될 수 있다.

[0053] 다시 도 3을 참조하면, 초음파 데이터 획득부(120)는 초음파 데이터 형성부(340)를 더 포함한다. 초음파 데이터 형성부(340)는 수신부(330)로부터 제공되는 수신집속 데이터를 이용하여 초음파 영상에 대응하는 초음파 데이터를 형성한다. 또한, 초음파 데이터 형성부(340)는 초음파 데이터를 형성하는데 필요한 다양한 데이터 처리(예를 들어, 이득(gain) 조절 등)를 수신집속 데이터에 수행할 수도 있다.

[0054] 본 실시예에 있어서, 초음파 데이터 형성부(340)는 수신부(330)로부터 B 모드 수신집속 데이터가 제공되면, B 모드 수신집속 데이터를 이용하여 B 모드 영상에 대응하는 초음파 데이터(이하, B 모드 초음파 데이터라 함)를 형성한다. B 모드 초음파 데이터는 RF(radio frequency) 데이터를 포함한다.

[0055] 또한, 초음파 데이터 형성부(340)는 수신부(330)로부터 도플러 모드 수신집속 데이터가 제공되면, 도플러 모드 수신집속 데이터를 이용하여 초음파 데이터(이하, 도플러 모드 초음파 데이터라 함)를 형성한다. 도플러 모드 초음파 데이터는 IQ(in-phase/quadrature) 데이터를 포함한다. 그러나, 도플러 모드 초음파 데이터는 반드시 이에 한정되지 않는다.

[0056] 일례로서, 초음파 데이터 형성부(340)는 수신부(330)로부터 제1 도플러 모드 수신집속 데이터가 제공되면, 제1 도플러 모드 수신집속 데이터를 이용하여 제1 도플러 모드 초음파 데이터를 형성한다. 또한, 초음파 데이터 형성부(340)는 수신부(330)로부터 제2 도플러 모드 수신집속 데이터가 제공되면, 제2 도플러 모드 수신집속 데이터를 이용하여 제2 도플러 모드 초음파 데이터를 형성한다.

[0057] 다시 도 1을 참조하면, 초음파 시스템(100)은 프로세서(130)를 더 포함한다. 프로세서(130)는 사용자 입력부(110) 및 초음파 데이터 획득부(120)에 연결된다. 프로세서(130)는 CPU(central processing unit), 마이크로프로세서(microprocessor), GPU(graphic processing unit) 등을 포함한다.

[0058] 도 15는 본 발명의 실시예에 따라 대상체의 난류 정보를 형성하는 절차를 보이는 플로우차트이다. 도 15를 참조하면, 프로세서(130)는 초음파 데이터 획득부(120)로부터 제공되는 B 모드 초음파 데이터를 이용하여 B 모드 영상(BI)을 형성한다(S1502). B 모드 영상(BI)은 디스플레이부(150)에 디스플레이된다. 따라서, 사용자는 사용자 입력부(110)를 이용하여 디스플레이부(150)에 디스플레이된 B 모드 영상(BI)에 관심영역(ROI)을 설정할 수 있다.

[0059] 프로세서(130)는 사용자 입력부(110)로부터 제공되는 입력정보에 기초하여 B 모드 영상(BI)에 관심영역(ROI)을 설정한다(S1504). 따라서, 초음파 데이터 획득부(120)는 관심영역(ROI)을 고려하여 초음파 신호를 생체에 송신하고 생체로부터 반사되는 초음파 에코신호를 수신하여 도플러 모드 초음파 데이터를 획득한다.

[0060] 프로세서(130)는 초음파 데이터 획득부(120)로부터 제공되는 도플러 모드 초음파 데이터를 이용하여 대상체의 벡터 정보(즉, 대상체의 속도 및 방향에 대응하는 벡터 정보)를 검출한다(S1506).

[0061] 일반적으로, 초음파 신호의 송신방향(Tx)과 초음파 에코신호의 수신방향(Rx)이 동일하고, 초음파 신호(즉, 송신 빔 또는 수신 빔)와 혈류가 이루는 각도가 θ 인 경우, 다음과 같은 관계가 성립한다.

수학식 1

$$X \cos \theta = \frac{C_0 f_d}{2 f_0}$$

[0062]

[0063]

수학식 1에 있어서, X는 혈류의 속도 크기, C₀는 생체내 초음파 음속, f_d는 도플러 시프트 주파수(Doppler shift frequency), f₀는 초음파 메인 주파수(main frequency)를 나타낸다.

[0064]

양상블 넘버에 해당하는 초음파 신호(즉, 송신 빔)의 송신을 통해, 도플러 시프트 주파수가 산출될 수 있고, 수학식 1을 통해 송신(Tx) 빔 방향으로 투사된 속도 성분(Xcosθ)이 산출될 수 있다.

[0065]

한편, 초음파 신호(즉, 송신 빔)의 송신방향(Tx) 빔과 초음파 에코신호(즉, 수신 빔)의 수신방향(Rx)이 상이하면, 다음과 같은 관계가 성립한다.

수학식 2

$$X \cos \theta_T + X \cos \theta_R = \frac{C_0 f_d}{f_0}$$

[0066]

[0067]

수학식 2에 있어서, θ_T는 초음파 신호(즉, 송신 빔)와 혈류가 이루는 각도, θ_R는 초음파 에코신호(즉, 수신 빔)와 혈류가 이루는 각도를 나타낸다.

[0068]

도 16은 본 발명의 실시예에 따른 송신 및 수신 방향, 벡터 정보 및 초과 조건 문제(over-determined problem)을 보이는 예시도이다. 도 16을 참조하여, 초음파 신호(즉, 송신 빔)가 제1 방향(D1)으로 송신되고, 초음파 에코신호(즉, 수신 빔)가 제1 방향(D1)으로 수신되면, 다음과 같은 관계가 얻어질 수 있다.

수학식 3

$$\vec{\alpha}_1 \vec{X} = \alpha_{11} x_1 + \alpha_{12} x_2 = y_1 = X \cos \theta_1$$

[0069]

[0070]

수학식 1에 있어서, $\vec{\alpha}_1 = (\alpha_{11}, \alpha_{12})$ 는 제1 방향의 단위 벡터이고, $\vec{X} = (x_1, x_2)$ 는 변수를 나타내며, y₁은 수학식 1로부터 산출될 수 있다.

[0071]

한편, 초음파 신호(즉, 송신 빔)가 제2 방향(D2)으로 송신되고, 초음파 에코신호(즉, 수신 빔)가 제3 방향(D3)으로 수신되면, 다음과 같은 관계가 얻어질 수 있다.

수학식 4

$$(\alpha_{21} + \alpha_{31})x_1 + (\alpha_{22} + \alpha_{32})x_2 = (y_2 + y_3) = X \cos \theta_2 + X \cos \theta_3$$

[0072]

[0073]

수학식 3 및 수학식 4는 2차원 환경을 가정한 것이고, 3차원으로 확장될 수 있다. 즉, 수학식 3 및 수학식 4를 3차원으로 확장하면, 다음과 같은 관계가 얻어질 수 있다.

수학식 5

$$\alpha_{11}x_1 + \alpha_{12}x_2 + \alpha_{13}x_3 = y$$

[0074]

[0075] 2차원 벡터의 경우 변수(x_1, x_2)가 산출되어야 하므로 2개 이상의 수신관계가 필요하다. 예를 들면, 도 16에 있어서, 송신 빔이 제3 방향(D3)으로 송신되고, 수신 빔이 제2 방향(D2) 및 제4 방향(D4)로 수신되면, 다음과 같은 2개의 수학식이 얻어진다.

수학식 6

$$(\alpha_{31} + \alpha_{21})x_1 + (\alpha_{32} + \alpha_{22})x_2 = (y_3 + y_2)$$

[0076]

$$(\alpha_{31} + \alpha_{41})x_1 + (\alpha_{32} + \alpha_{42})x_2 = (y_3 + y_4)$$

[0077]

[0078] 수학식 6에서의 2개의 수학식으로부터 벡터 $\vec{X} = (x_1, x_2)$ 가 산출될 수 있다.

[0079]

한편, 수신 빔 포밍이 2개 이상의 각도(즉, 수신방향)로 수행되면, 도 16에 도시된 바와 같이, 2개 이상의 수학식이 얻어지며 초과 조건 문제(over-determined problem)으로 나타낼 수 있다. 초과 조건 문제는 도플러 시프트 주파수에 추가된 노이즈 특성에 따라 의사 역행렬 방법(Pseudo inverse method), 가중 최소 제곱법(weighted least square method) 등에 의해 산출될 수 있다. 즉, M개의 송신방향과, 각 송신마다 N개의 수신방향의 빔 포밍을 통해 M×N개의 수학식이 획득될 수 있다.

[0080]

다시 도 15를 참조하면, 프로세서(130)는 벡터 정보를 이용하여 벡터 도플러 영상을 형성한다(S1508). 벡터 도플러 영상은 벡터 정보를 컬러 휠로 나타내는 벡터 도플러 영상, 벡터 크기를 길이로 나타내고 벡터 방향을 화살표로 나타내는 벡터 도플러 영상, 대상체의 움직임을 파티클의 움직임으로 나타내는 벡터 도플러 영상 등을 포함한다.

[0081]

프로세서(130)는 벡터 정보를 이용하여 난류(turbulent flow) 정보를 형성한다(S1510). 난류 정보는 대상체의 난류 정도를 나타내는 정보이다. 본 실시예에 있어서, 프로세서(130)는 프레임(즉, 벡터 도플러 영상)마다 벡터 정보를 이용하여 난류 정보를 형성한다.

[0082]

일반적으로, 도 17에 도시된 바와 같이 난류 또는 역류가 발생하는 경우, 난류에서의 단위시간(t_2-t_1) 당 이동 변위는 층류(laminar flow)에서의 단위시간당 이동변위에 비해 짧다. 프로세서(130)는 벡터 정보를 이용하여 평균속도를 산출하고, 산출된 평균속도를 이용하여 난류 정보를 형성한다.

[0083]

일례로서, 프로세서(130)는 단위시간을 설정한다. 단위시간은 사전 설정된 단위시간 또는 사용자에게 의해 설정되는 단위시간일 수 있다. 그러나, 단위시간은 반드시 이에 한정되지 않는다. 프로세서(130)는 프레임(즉, 벡터 도플러 영상)마다 벡터 정보를 이용하여 도 18에 도시된 바와 같이 각 점의 과거 스트림라인을 추산하여 단위시간 당 이동 변위를 산출한다. 보다 상세하게, 프로세서(130)는 도 18에 도시된 바와 같이 점(p3)의 주변 벡터를 이용하여 과거의 점(p2)를 추산하고, 점(p2)의 주변 벡터를 이용하여 과거의 점(p1)을 추산함으로써 스트림라인을 추산한다. 프로세서(130)는 도 19에 도시된 바와 같이 추산된 스트림라인을 이용하여 단위시간 전의 위치를 스트림라인을 따라 검출하고, 검출된 위치에 따른 변위(S)를 산출하고, 산출된 변위 및 단위시간을 이용하여 평균속도를 산출한다. 프로세서(130)는 산출된 평균속도를 포함하는 난류 정보를 형성한다.

[0084]

다른 예로서, 프로세서(130)는 전술한 바와 같이 평균속도를 산출한다. 프로세서(130)는 벡터 정보의 속도와 평균속도 간의 속도비율을 산출한다. 프로세서(130)는 산출된 속도비율을 포함하는 난류 정보를 형성한다.

[0085]

다시 도 15를 참조하면, 프로세서(130)는 난류 정보를 이용하여 난류 정보의 표시를 제어한다(S1512). 일례로서, 프로세서(130)는 난류 정보(즉, 평균속도 또는 속도비율)를 컬러맵에 매칭하여 표시하기 위한 제어를

수행한다. 다른 예로서, 프로세서(130)는 난류 정보(즉, 평균속도 또는 속도비율)를 파티클 컬러에 매칭하여 표시하기 위한 제어를 수행한다. 또 다른 예로서, 프로세서(130)는 사용자에게 의해 벡터 도플러 영상상에 설정되는 위치에 해당하는 난류 정보를 표시하기 위한 제어를 수행한다.

[0086] 다시 도 1을 참조하면, 초음파 시스템(100)은 저장부(140)를 더 포함한다. 저장부(140)는 초음파 데이터 획득부(120)에서 획득된 초음파 데이터(B 모드 초음파 데이터 및 도플러 모드 초음파 데이터)를 저장한다. 또한, 저장부(140)는 프로세서(130)에서 검출된 벡터 정보를 저장할 수도 있다. 또한, 저장부(140)는 프로세서(130)에서 형성된 난류 정보를 저장할 수도 있다.

[0087] 초음파 시스템(100)은 디스플레이부(150)를 더 포함한다. 디스플레이부(150)는 프로세서(130)에서 형성된 B 모드 영상(BI)을 디스플레이한다. 또한, 디스플레이부(150)는 프로세서(130)에서 형성된 난류 정보를 디스플레이한다. 또한, 디스플레이부(150)는 프로세서(130)에서 형성된 도플러 모드 영상을 디스플레이한다.

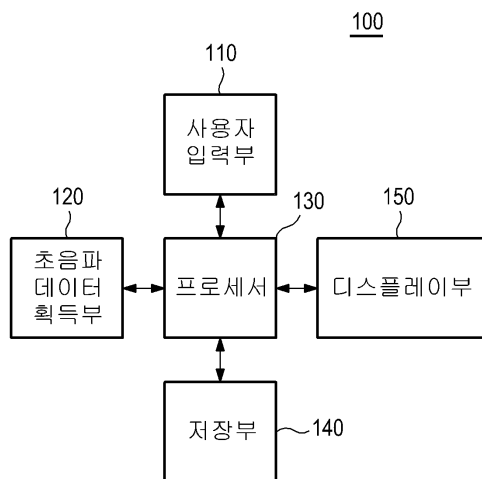
[0088] 본 발명은 바람직한 실시예를 통해 설명되고 예시되었으나, 당업자라면 첨부된 특허청구범위의 사항 및 범주를 벗어나지 않고 여러 가지 변경 및 변형이 이루어질 수 있음을 알 수 있을 것이다.

부호의 설명

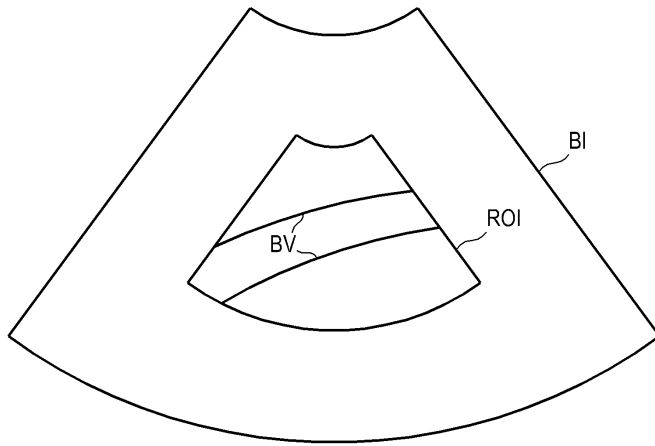
- [0089] 100: 초음파 시스템
- 110: 사용자 입력부
- 120: 초음파 데이터 획득부
- 130: 프로세서
- 140: 저장부
- 150: 디스플레이부
- 310: 초음파 프로브
- 320: 송신부
- 330: 수신부
- 340: 초음파 데이터 형성부
- BI: B 모드 영상
- ROI: 관심영역
- S: 변위

도면

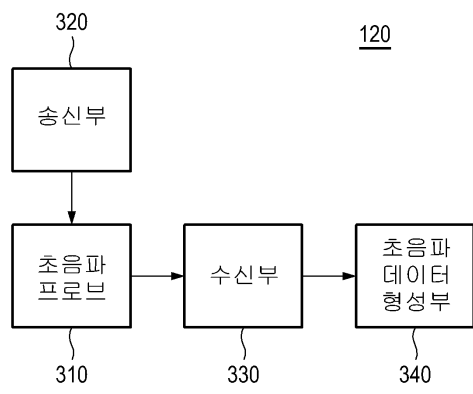
도면1



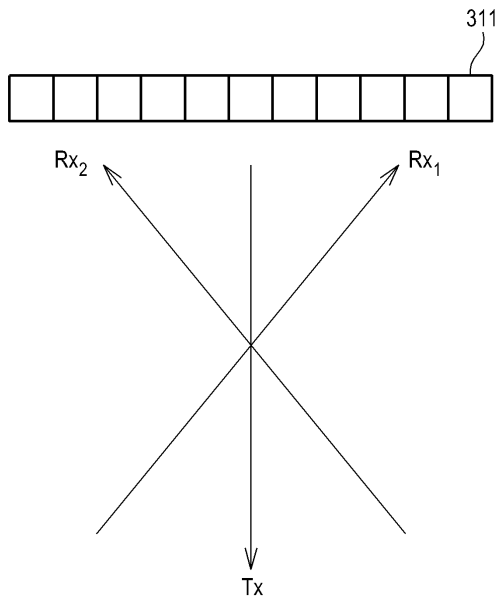
도면2



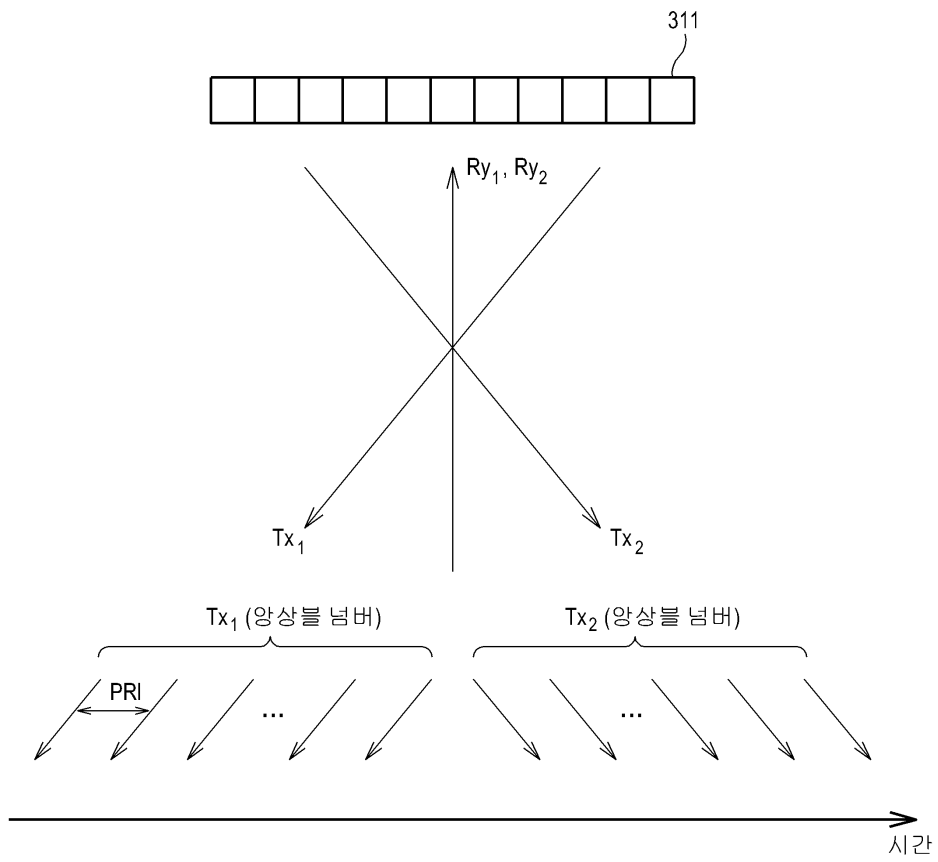
도면3



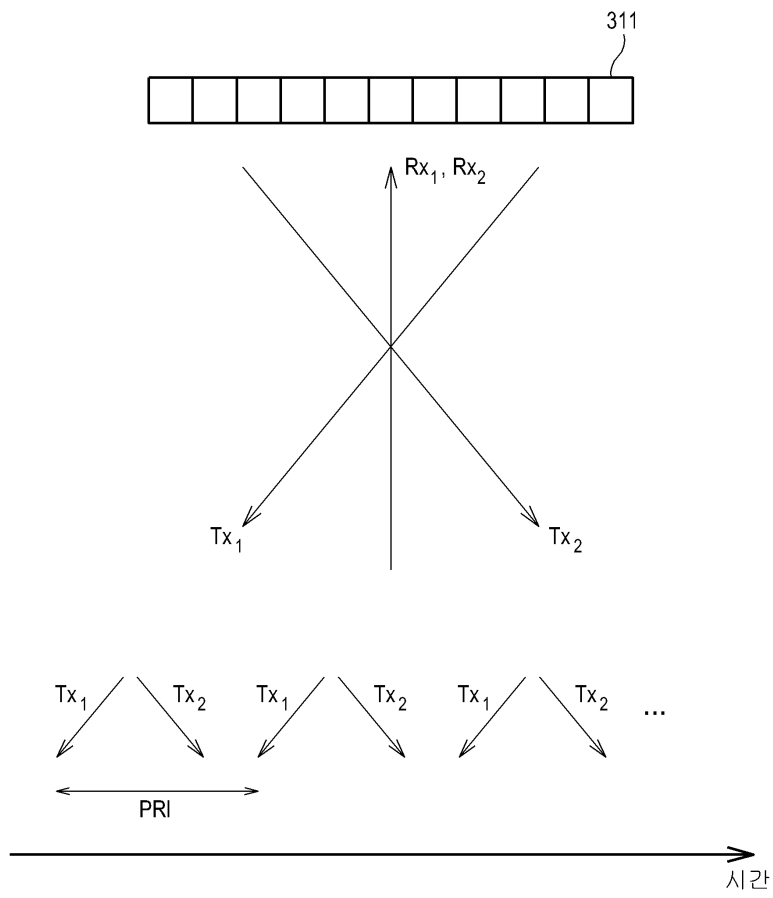
도면4



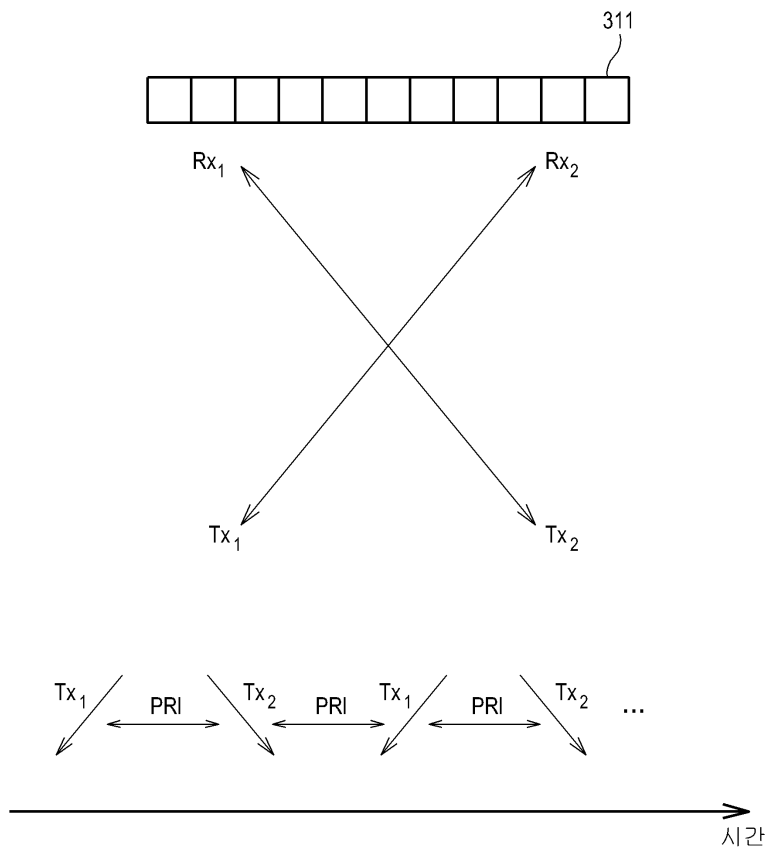
도면5



도면6



도면7



도면8

$S_{1,t}$	$S_{2,t}$	$S_{3,t}$	$S_{4,t}$	$S_{5,t}$	$S_{6,t}$	$S_{7,t}$	$S_{8,t}$	$S_{9,t}$	$S_{10,t}$	$S_{11,t}$	...	$S_{p,t}$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
$S_{1,6}$	$S_{2,6}$	$S_{3,6}$	$S_{4,6}$	$S_{5,6}$	$S_{6,6}$	$S_{7,6}$	$S_{8,6}$	$S_{9,6}$	$S_{10,6}$	$S_{11,6}$	...	$S_{p,6}$
$S_{1,5}$	$S_{2,5}$	$S_{3,5}$	$S_{4,5}$	$S_{5,5}$	$S_{6,5}$	$S_{7,5}$	$S_{8,5}$	$S_{9,5}$	$S_{10,5}$	$S_{11,5}$	...	$S_{p,5}$
$S_{1,4}$	$S_{2,4}$	$S_{3,4}$	$S_{4,4}$	$S_{5,4}$	$S_{6,4}$	$S_{7,4}$	$S_{8,4}$	$S_{9,4}$	$S_{10,4}$	$S_{11,4}$	...	$S_{p,4}$
$S_{1,3}$	$S_{2,3}$	$S_{3,3}$	$S_{4,3}$	$S_{5,3}$	$S_{6,3}$	$S_{7,3}$	$S_{8,3}$	$S_{9,3}$	$S_{10,3}$	$S_{11,3}$	...	$S_{p,3}$
$S_{1,2}$	$S_{2,2}$	$S_{3,2}$	$S_{4,2}$	$S_{5,2}$	$S_{6,2}$	$S_{7,2}$	$S_{8,2}$	$S_{9,2}$	$S_{10,2}$	$S_{11,2}$	...	$S_{p,2}$
$S_{1,1}$	$S_{2,1}$	$S_{3,1}$	$S_{4,1}$	$S_{5,1}$	$S_{6,1}$	$S_{7,1}$	$S_{8,1}$	$S_{9,1}$	$S_{10,1}$	$S_{11,1}$	...	$S_{p,1}$
CH ₁	CH ₂	CH ₃	CH ₄	CH ₅	CH ₆	CH ₇	CH ₈	CH ₉	CH ₁₀	CH ₁₁	...	CH _p

P _{1,1}	P _{1,2}	P _{1,3}	P _{1,4}	P _{1,5}	P _{1,6}	P _{1,7}	P _{1,8}	P _{1,9}	...	P _{1,N}
P _{2,1}	P _{2,2}	P _{2,3}	P _{2,4}	P _{2,5}	P _{2,6}	P _{2,7}	P _{2,8}	P _{2,9}	...	P _{2,N}
P _{3,1}	P _{3,2}	P _{3,3}	P _{3,4}	P _{3,5}	P _{3,6}	P _{3,7}	P _{3,8}	P _{3,9}	...	P _{3,N}
P _{4,1}	P _{4,2}	P _{4,3}	P _{4,4}	P _{4,5}	P _{4,6}	P _{4,7}	P _{4,8}	P _{4,9}	...	P _{4,N}
P _{5,1}	P _{5,2}	P _{5,3}	P _{5,4}	P _{5,5}	P _{5,6}	P _{5,7}	P _{5,8}	P _{5,9}	...	P _{5,N}
P _{6,1}	P _{6,2}	P _{6,3}	P _{6,4}	P _{6,5}	P _{6,6}	P _{6,7}	P _{6,8}	P _{6,9}	...	P _{6,N}
P _{7,1}	P _{7,2}	P _{7,3}	P _{7,4}	P _{7,5}	P _{7,6}	P _{7,7}	P _{7,8}	P _{7,9}	...	P _{7,N}
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
P _{M,1}	P _{M,2}	P _{M,3}	P _{M,4}	P _{M,5}	P _{M,6}	P _{M,7}	P _{M,8}	P _{M,9}	...	P _{M,N}

UI

도면9

$S_{1,t}$	$S_{2,t}$	$S_{3,t}$	$S_{4,t}$	$S_{5,t}$	$S_{6,t}$	$S_{7,t}$	$S_{8,t}$	$S_{9,t}$	$S_{10,t}$	$S_{11,t}$	...	$S_{p,t}$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
$S_{1,6}$	$S_{2,6}$	$S_{3,6}$	$S_{4,6}$	$S_{5,6}$	$S_{6,6}$	$S_{7,6}$	$S_{8,6}$	$S_{9,6}$	$S_{10,6}$	$S_{11,6}$	...	$S_{p,6}$
$S_{1,5}$	$S_{2,5}$	$S_{3,5}$	$S_{4,5}$	$S_{5,5}$	$S_{6,5}$	$S_{7,5}$	$S_{8,5}$	$S_{9,5}$	$S_{10,5}$	$S_{11,5}$	...	$S_{p,5}$
$S_{1,4}$	$S_{2,4}$	$S_{3,4}$	$S_{4,4}$	$S_{5,4}$	$S_{6,4}$	$S_{7,4}$	$S_{8,4}$	$S_{9,4}$	$S_{10,4}$	$S_{11,4}$	...	$S_{p,4}$
$S_{1,3}$	$S_{2,3}$	$S_{3,3}$	$S_{4,3}$	$S_{5,3}$	$S_{6,3}$	$S_{7,3}$	$S_{8,3}$	$S_{9,3}$	$S_{10,3}$	$S_{11,3}$	...	$S_{p,3}$
$S_{1,2}$	$S_{2,2}$	$S_{3,2}$	$S_{4,2}$	$S_{5,2}$	$S_{6,2}$	$S_{7,2}$	$S_{8,2}$	$S_{9,2}$	$S_{10,2}$	$S_{11,2}$	...	$S_{p,2}$
$S_{1,1}$	$S_{2,1}$	$S_{3,1}$	$S_{4,1}$	$S_{5,1}$	$S_{6,1}$	$S_{7,1}$	$S_{8,1}$	$S_{9,1}$	$S_{10,1}$	$S_{11,1}$	...	$S_{p,1}$
CH_1	CH_2	CH_3	CH_4	CH_5	CH_6	CH_7	CH_8	CH_9	CH_{10}	CH_{11}	...	CH_p

$P_{1,1}$	$P_{1,2}$	$P_{1,3}$	$P_{1,4}$	$P_{1,5}$	$P_{1,6}$	$P_{1,7}$	$P_{1,8}$	$P_{1,9}$	...	$P_{1,N}$
$P_{2,1}$	$P_{2,2}$	$P_{2,3}$	$P_{2,4}$	$P_{2,5}$	$P_{2,6}$	$P_{2,7}$	$P_{2,8}$	$P_{2,9}$	...	$P_{2,N}$
$P_{3,1}$	$P_{3,2}$	$P_{3,3}$	$P_{3,4}$	$P_{3,5}$	$P_{3,6}$	$P_{3,7}$	$P_{3,8}$	$P_{3,9}$	...	$P_{3,N}$
$P_{4,1}$	$P_{4,2}$	$P_{4,3}$	$P_{4,4}$	$P_{4,5}$	$P_{4,6}$	$P_{4,7}$	$P_{4,8}$	$P_{4,9}$	...	$P_{4,N}$
$P_{5,1}$	$P_{5,2}$	$P_{5,3}$	$P_{5,4}$	$P_{5,5}$	$P_{5,6}$	$P_{5,7}$	$P_{5,8}$	$P_{5,9}$	...	$P_{5,N}$
$P_{6,1}$	$P_{6,2}$	$P_{6,3}$	$P_{6,4}$	$P_{6,5}$	$P_{6,6}$	$P_{6,7}$	$P_{6,8}$	$P_{6,9}$	...	$P_{6,N}$
$P_{7,1}$	$P_{7,2}$	$P_{7,3}$	$P_{7,4}$	$P_{7,5}$	$P_{7,6}$	$P_{7,7}$	$P_{7,8}$	$P_{7,9}$	...	$P_{7,N}$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
$P_{M,1}$	$P_{M,2}$	$P_{M,3}$	$P_{M,4}$	$P_{M,5}$	$P_{M,6}$	$P_{M,7}$	$P_{M,8}$	$P_{M,9}$	...	$P_{M,N}$

$CV_{6,3}$
 UI

도면10

$S_{6,3}$	$S_{6,3}$									$S_{6,3}$
	$S_{6,3}$	$S_{6,3}$	$S_{6,3}$	$S_{6,3}$	$S_{6,3}$	$S_{6,3}$	$S_{6,3}$	$S_{6,3}$...	

UI

도면11

$S_{1,t}$	$S_{2,t}$	$S_{3,t}$	$S_{4,t}$	$S_{5,t}$	$S_{6,t}$	$S_{7,t}$	$S_{8,t}$	$S_{9,t}$	$S_{10,t}$	$S_{11,t}$	...	$S_{p,t}$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
$S_{1,6}$	$S_{2,6}$	$S_{3,6}$	$S_{4,6}$	$S_{5,6}$	$S_{6,6}$	$S_{7,6}$	$S_{8,6}$	$S_{9,6}$	$S_{10,6}$	$S_{11,6}$	...	$S_{p,6}$
$S_{1,5}$	$S_{2,5}$	$S_{3,5}$	$S_{4,5}$	$S_{5,5}$	$S_{6,5}$	$S_{7,5}$	$S_{8,5}$	$S_{9,5}$	$S_{10,5}$	$S_{11,5}$	...	$S_{p,5}$
$S_{1,4}$	$S_{2,4}$	$S_{3,4}$	$S_{4,4}$	$S_{5,4}$	$S_{6,4}$	$S_{7,4}$	$S_{8,4}$	$S_{9,4}$	$S_{10,4}$	$S_{11,4}$	...	$S_{p,4}$
$S_{1,3}$	$S_{2,3}$	$S_{3,3}$	$S_{4,3}$	$S_{5,3}$	$S_{6,3}$	$S_{7,3}$	$S_{8,3}$	$S_{9,3}$	$S_{10,3}$	$S_{11,3}$	...	$S_{p,3}$
$S_{1,2}$	$S_{2,2}$	$S_{3,2}$	$S_{4,2}$	$S_{5,2}$	$S_{6,2}$	$S_{7,2}$	$S_{8,2}$	$S_{9,2}$	$S_{10,2}$	$S_{11,2}$	...	$S_{p,2}$
$S_{1,1}$	$S_{2,1}$	$S_{3,1}$	$S_{4,1}$	$S_{5,1}$	$S_{6,1}$	$S_{7,1}$	$S_{8,1}$	$S_{9,1}$	$S_{10,1}$	$S_{11,1}$	...	$S_{p,1}$

CH ₁	CH ₂	CH ₃	CH ₄	CH ₅	CH ₆	CH ₇	CH ₈	CH ₉	CH ₁₀	CH ₁₁	...	CH _p
-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------	------------------	------------------	-----	-----------------

P _{1,1}	P _{1,2}	P _{1,3}	P _{1,4}	P _{1,5}	P _{1,6}	P _{1,7}	P _{1,8}	P _{1,9}	...	P _{1,N}
P _{2,1}	P _{2,2}	P _{2,3}	P _{2,4}	P _{2,5}	P _{2,6}	P _{2,7}	P _{2,8}	P _{2,9}	...	P _{2,N}
P _{3,1}	P _{3,2}	P _{3,3}	P _{3,4}	P _{3,5}	P _{3,6}	P _{3,7}	P _{3,8}	P _{3,9}	...	P _{3,N}
P _{4,1}	P _{4,2}	P _{4,3}	P _{4,4}	P _{4,5}	P _{4,6}	P _{4,7}	P _{4,8}	P _{4,9}	...	P _{4,N}
P _{5,1}	P _{5,2}	P _{5,3}	P _{5,4}	P _{5,5}	P _{5,6}	P _{5,7}	P _{5,8}	P _{5,9}	...	P _{5,N}
P _{6,1}	P _{6,2}	P _{6,3}	P _{6,4}	P _{6,5}	P _{6,6}	P _{6,7}	P _{6,8}	P _{6,9}	...	P _{6,N}
P _{7,1}	P _{7,2}	P _{7,3}	P _{7,4}	P _{7,5}	P _{7,6}	P _{7,7}	P _{7,8}	P _{7,9}	...	P _{7,N}
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
P _{M,1}	P _{M,2}	P _{M,3}	P _{M,4}	P _{M,5}	P _{M,6}	P _{M,7}	P _{M,8}	P _{M,9}	...	P _{M,N}

CV_{6,4}

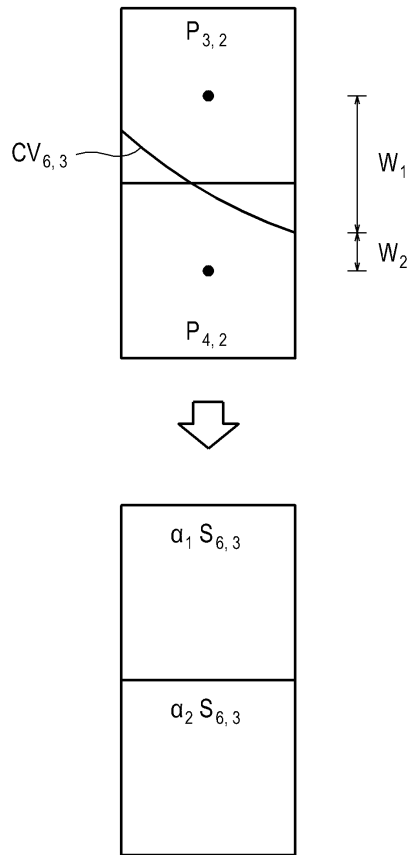
UI

도면12

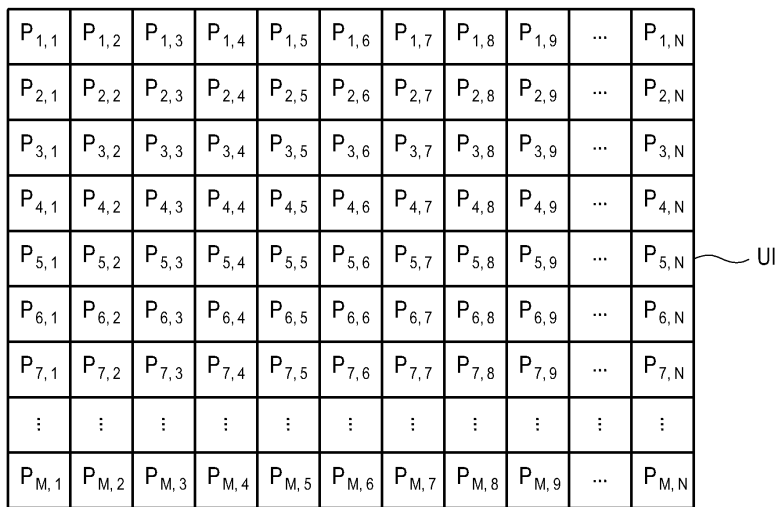
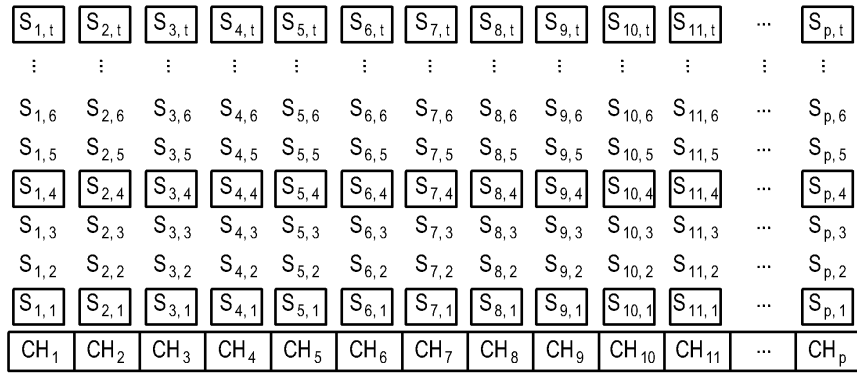
$S_{6,4}$										
$S_{6,3}$	$S_{6,3}$									$S_{6,3}$
$S_{6,4}$	$S_{6,4}$									$S_{6,4}$
	$S_{6,3}$	$S_{6,3}$	$S_{6,3}$	$S_{6,3}$	$S_{6,3}$	$S_{6,3}$	$S_{6,3}$	$S_{6,3}$...	
	$S_{6,4}$	$S_{6,4}$	$S_{6,4}$	$S_{6,4}$	$S_{6,4}$	$S_{6,4}$	$S_{6,4}$			

UI

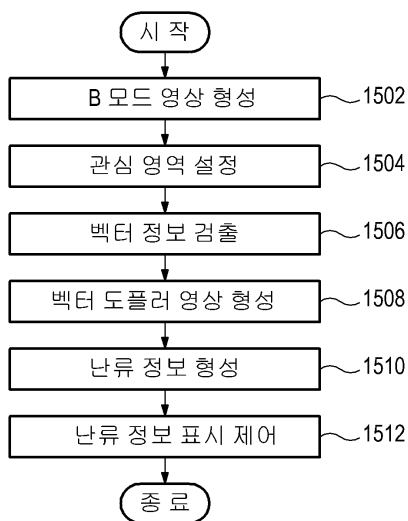
도면13



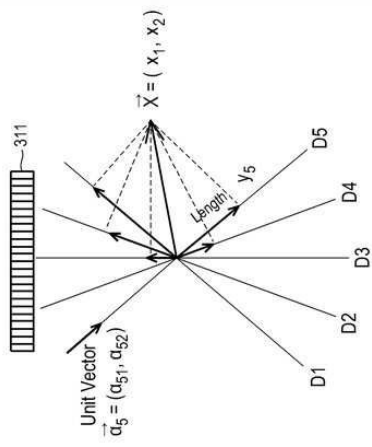
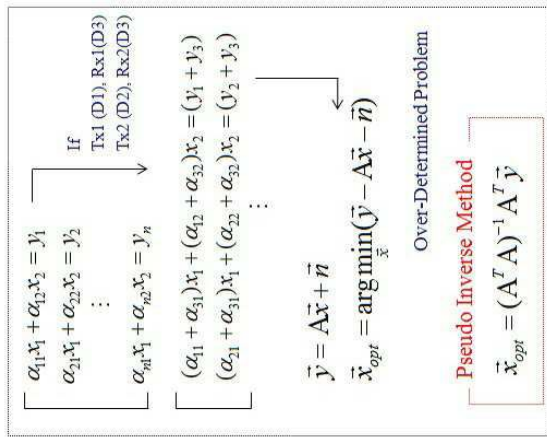
도면14



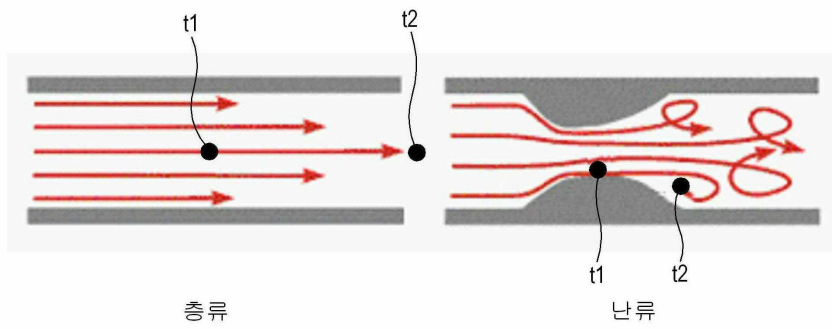
도면15



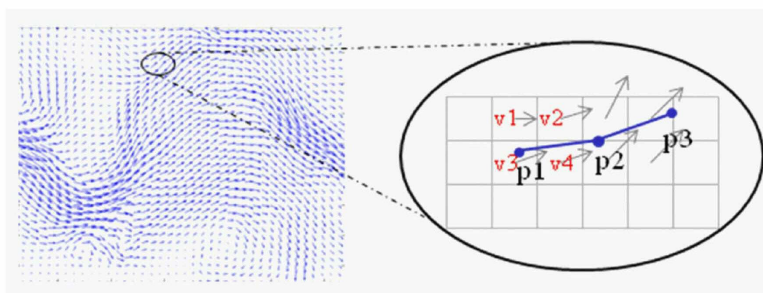
도면16



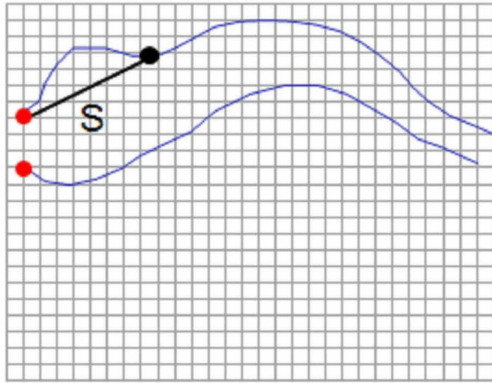
도면17



도면18



도면19



专利名称(译)	标题：超声波系统和使用矢量多普勒提供湍流信息的方法		
公开(公告)号	KR101348773B1	公开(公告)日	2014-01-09
申请号	KR1020110145666	申请日	2011-12-29
[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	KIM MIN WOO 김민우 CHOI SEOK WON 최석원		
发明人	김민우 최석원		
IPC分类号	A61B8/06 G06T7/20 A61B G06T A61B8/14		
CPC分类号	A61B8/488 A61B8/13 G01S15/8984 A61B8/5223 G01S7/52085 G06K9/46 A61B8/469 A61B8/06 G01S7/52074		
其他公开文献	KR1020130077121A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

提供了用于基于矢量多普勒提供湍流信息的实施例。在一个实施例中，作为非限制性示例，超声系统包括：处理单元，被配置为基于与目标对象相对应的超声数据来形成目标对象的矢量信息，处理单元还被配置为形成湍流信息。用于表示目标物体的湍流程度。

