



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년03월09일

(11) 등록번호 10-1499563

(24) 등록일자 2015년03월02일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G06T 5/00 (2006.01) G06T 17/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2013-0106322

(22) 출원일자 2013년09월04일

심사청구일자 2013년09월04일

(56) 선행기술조사문헌

JP2006000449 A

KR101266811 B1

JP2002209891 A

(73) 특허권자

서강대학교산학협력단

서울특별시 마포구 백범로 35 (신수동, 서강대학교)

(72) 발명자

유양모

경기 고양시 일산서구 후곡로 60, 307동 101호 (일산동, 후곡마을3단지아파트)

이연화

대전 유성구 배울2로 6, 101동 2001호 (관평동, 한화꿈에그린)

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

장완수

전체 청구항 수 : 총 11 항

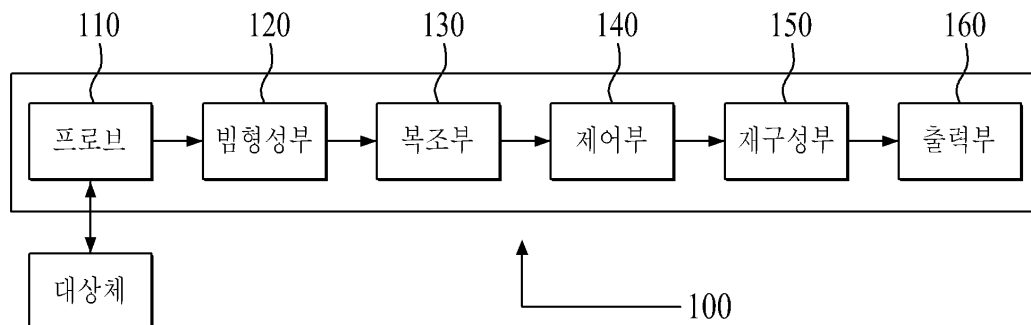
심사관 : 김광식

(54) 발명의 명칭 초음파 영상의 3차원(3D) 영상 표시 방법

(57) 요약

대상체로부터 수신된 신호에 기반하여 상기 대상체의 복수의 위치에서 2차원(2D) 데이터를 생성하는 단계, 상기 대상체까지의 거리와 관련된 파라미터의 동적 범위(dynamic range)를 상기 복수의 위치에서 제어하는 단계 및 상기 파라미터에 기반하여 상기 대상체의 3차원(3D) 데이터를 생성하는 단계를 포함하는, 초음파 영상의 3D 영상 표시 방법이 제안된다. 본 발명에 따르면, 2D 초음파 영상의 동적 범위를 첫 번째 프레임과 유사하도록 자동적으로 조절함으로써 밝기(brightness)나 대비(contrast)가 일정한 3D 초음파 영상을 만들 수 있다.

대표도 - 도1



(72) 발명자

장진호

서울 양천구 목동동로 130, 1429동 503호 (신정동,
목동14단지아파트)

송태경

서울 종로구 평창문화로 156, 101동 703호 (
평창동, 평창동롯데캐슬로잔)

특허청구의 범위

청구항 1

초음파 영상의 3차원(3D) 영상 표시 방법에 있어서,

대상체로부터 수신된 신호에 대하여 포락선 검파(envelope detection)를 수행하여 연속하는 적어도 둘 이상의 제1 및 제2 프레임 신호를 생성하는 단계;

상기 제1 프레임 신호에 대해 기하 평균(log average), 최소값 및 최대값을 연산하는 단계;

상기 연산된 기하 평균에 기반하여 상기 신호와 관련된 파라미터를 결정하는 단계; 및

상기 결정된 파라미터를 제1 프레임에 이웃하는 제2 프레임의 파라미터에 적용하는 단계를 포함하는, 초음파 영상의 3D 영상 표시 방법.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 파라미터는 상기 신호의 기하 평균으로부터 상기 신호의 최대값 대 상기 신호의 기하평균으로부터 상기 신호의 최소값의 비율인, 초음파 영상의 3D 영상 표시 방법.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 포락선 검파를 수행하는 단계는,

상기 대상체로부터 수신된 신호를 기저대역으로 복조하여 동일-위상(In-phase) 신호 성분 및 직교-위상(Quadrature-phase) 신호 성분으로 분해하는 단계;

상기 분해된 신호 성분에 기반하여 서로 다른 복소수 신호 사이의 가중된 벡터 보간을 처리하는 단계; 및

상기 벡터 보간된 복소수 신호를 이용하여 포락선 검파를 수행하는 단계를 포함하는, 초음파 영상의 3D 영상 표시 방법.

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 적용된 제2 프레임의 파라미터에 기반하여 상기 제2 프레임과 연관된 2D 데이터를 보정하는 단계를 더 포함하는, 초음파 영상의 3D 영상 표시 방법.

청구항 5

제 4 항에 있어서,

복수의 위치에서의 상기 2D 데이터를 축적하여 3D 데이터를 생성하는 단계를 더 포함하는, 초음파 영상의 3D 영상 표시 방법.

청구항 6

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

청구항 7

초음파 영상의 3차원(3D) 영상 표시 장치에 있어서,

대상체로부터 수신된 신호에 대하여 포락선 검파(envelope detection)를 수행하여 연속하는 적어도 둘 이상의 제1 및 제2 프레임 신호를 생성하는 포락선 검파부;

상기 제1 프레임 신호에 대해 기하 평균(log average), 최소값 및 최대값을 연산하는 연산부;

상기 연산부에 의해 연산된 기하 평균에 기반하여 상기 신호와 관련된 파라미터를 결정하고, 상기 결정된 파라미터를 제1 프레임에 이웃하는 제2 프레임의 파라미터에 적용하는 파라미터 조정부를 포함하는, 초음파 영상의 3D 영상 표시 장치.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 파라미터는 상기 신호의 기하 평균으로부터 상기 신호의 최대값 대 상기 신호의 기하평균으로부터 상기 신호의 최소값의 비율인, 초음파 영상의 3D 영상 표시 장치.

청구항 9

제 7 항에 있어서,

상기 대상체로부터 수신된 신호를 기저대역으로 복조하여 동일-위상(In-phase) 신호 성분 및 직교-위상(Quadrature-phase) 신호 성분으로 분해하는 복조부; 및

상기 복조부에 의해 분해된 신호 성분에 기반하여 서로 다른 복소수 신호 사이의 가중된 벡터 보간을 처리하는 보간 처리부를 더 포함하고,

상기 포락선 검파부는, 상기 보간 처리부에 의해 상기 벡터 보간된 복소수 신호를 이용하여 포락선 검파를 수행하는, 초음파 영상의 3D 영상 표시 장치.

청구항 10

제 7 항에 있어서,

상기 적용된 제2 프레임의 파라미터에 기반하여 상기 제2 프레임과 연관된 2D 데이터를 보정하는 데이터 보정부를 더 포함하는, 초음파 영상의 3D 영상 표시 장치.

청구항 11

제 10 항에 있어서,

복수의 위치에서의 상기 2D 데이터를 추적하여 3D 데이터를 생성하는 재구성부를 더 포함하는, 초음파 영상의 3D 영상 표시 장치.

명세서

기술 분야

[0001] 본 발명은 초음파 영상의 3차원(3D) 영상 표시 방법 및 장치에 관한 것이다. 보다 상세하게, 초음파 2차원(2D) 영상 데이터의 동적 범위(dynamic range)를 조절하여, 3D 영상의 화질의 개선하기 위한 것이다.

배경 기술

[0002] 일반적으로, 초음파 시스템은 다수의 변환소자를 포함하는 프로브(probe)를 대상체의 표면에 접촉시킨 상태에서 초음파 신호를 대상체에 송신하고 대상체로부터 반사되는 초음파 신호(이하, 반사신호라고 한다)를 수신하고, 프로브를 통해 수신된 반사신호에 기초하여 대상체의 초음파 영상을 형성하며, 형성된 초음파 영상을 디스플레이를 통해 표시하여, 대상체의 내부 상태를 검사한다.

[0003] 의료용 초음파 영상에서 동적 범위(dynamic range)는 시스템에서 나타낼 수 있는 초음파 신호의 최대값과 최소값의 차이를 의미한다. 일반적인 2차원(2D) 의료 초음파 영상에서는 동적 범위가 고정되어 있으며 사용자가 필요에 의해 직접 조절해야 한다. 3차원(3D) 초음파 영상을 만들기 위해 연속된 2D 초음파 영상을 이용할 수 있다. 이 때 연속된 2D 영상의 밝기나 화질이 잡음이나 사용자의 움직임으로 인해 일정하지 않은 경우가 발생할 수 있다. 또한 3D 초음파 영상에서는 3D 데이터를 얻는 동안 동적 범위의 조정이 불가능하기 때문에 전체적으로 영상의 화질이 저하되는 문제점이 있었다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 발명은 전술한 문제점을 해결하기 위한 것으로, 연속된 2D 영상의 밝기나 화질이 잡음이나 사용자의 움직임으로 인해 일정하지 않은 경우, 초음파 2차원(2D) 영상 데이터의 동적 범위(dynamic range)를 조절하여, 3D 영상의 화질을 개선함과 동시에 사용자의 편의성을 도모하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

[0005] 전술한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파 영상의 3차원(3D) 영상 표시 방법은, 대상체로부터 수신된 신호에 기반하여 상기 대상체의 복수의 위치에서 2차원(2D) 데이터를 생성하는 단계; 상기 신호와 관련된 파라미터의 동적 범위(dynamic range)를 상기 복수의 위치에서 제어하는 단계; 및 상기 파라미터에 기반하여 상기 대상체의 3차원(3D) 데이터를 생성하는 단계를 포함한다. 여기서, 상기 파라미터는 상기 신호의 기하 평균으로부터 상기 신호의 최대값 대 상기 신호의 기하평균으로부터 상기 신호의 최소값의 비율이다.

[0006] 상기 3D 데이터를 생성하는 단계는, 상기 복수의 위치에서의 상기 2D 데이터를 축적하는 단계이다.

[0007] 상기 동적 범위를 제어하는 단계는, 상기 연산된 기하 평균에 기반하여 상기 제1 위치와 상이한 제2 위치에서의 신호의 최소값을 결정함으로써, 상기 제2 위치에서의 파라미터의 동적범위를 조정하는 단계를 더 포함한다. 상기 동적 범위를 제어하는 단계는, 상기 연산된 기하 평균에 기반하여 상기 파라미터를 조정하는 단계를 더 포함한다.

[0008] 상기 포락선 검파를 수행하는 단계는, 상기 대상체로부터 수신된 신호를 기저대역으로 복조하여 동일-위상(In-phase) 신호 성분 및 직교-위상(Quadrature-phase) 신호 성분으로 분해하는 단계, 상기 분해된 신호 성분에 기반하여 서로 다른 복소수 신호 사이의 가중된 벡터 보간을 처리하는 단계 및 상기 벡터 보간된 복소수 신호를 이용하여 포락선 검파를 수행하는 단계를 포함한다.

[0009] 상기 동적범위를 제어하는 단계는, 상기 대상체의 제1 위치에서 제1 프레임을 생성하는 단계; 상기 대상체의 제2 위치에서 제2 프레임을 생성하는 단계; 및 상기 제1 프레임의 상기 조정된 파라미터를 상기 제2 프레임의 파라미터에 적용하는 단계를 포함한다.

[0010] 상기 초음파 영상의 3차원(3D) 영상 표시 방법은, 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램에 의해 수행될 수 있고, 상기 프로그램은 상기 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 저장될 수 있다.

[0011] 전술한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파 영상의 3차원(3D) 영상 표시 장치는 대상체로부터 수신된 신호에 기반하여 상기 대상체의 복수의 위치에서 2차원(2D) 데이터를 생성하는 복조부; 상기 신호와 관련된 파라미터의 동적 범위(dynamic range)를 상기 복수의 위치에서 제어하는 제어부 및 상기 파라미터에 기반하여 상기 대상체의 3차원(3D) 데이터를 생성하는 재구성부를 포함한다. 상기 파라미터는 상기 신호의 기하 평균으로부터 상기 신호의 최대값 대 상기 신호의 기하평균으로부터 상기 신호의 최소값의 비율이다.

[0012] 상기 재구성부는 상기 복수의 위치에서의 상기 2D 데이터를 축적하여 상기 3D 데이터를 생성한다.

[0013] 상기 복조부는, 상기 대상체로부터 수신된 신호를 기저대역으로 복조하여 동일-위상(In-phase) 신호 성분 및 직교-위상(Quadrature-phase) 신호 성분으로 분해한다. 상기 복조부는, 상기 대상체의 제1 위치에서 제1 프레임을 생성하고, 상기 대상체의 제2 위치에서 제2 프레임을 생성한다.

[0014] 상기 제어부는, 상기 대상체로부터 수신된 신호에 대하여 포락선 검파(envelope detection)를 수행하는 포락선 검파부 및 상기 포락선 검파부에 의해 검파된 신호에 대해 기하 평균(log average)을 연산하는 연산부를 포함한다. 상기 제어부는, 상기 복조부에 의해 분해된 신호 성분에 기반하여 서로 다른 복소수 신호 사이의 가중된 벡터 보간을 처리하는 보간 처리부를 더 포함한다. 상기 제어부는, 상기 연산부에 의해 연산된 기하 평균에 기반하여 상기 제1위치와 상이한 제2 위치에서의 신호의 최소값을 결정함으로써, 상기 제2 위치에서의 상기 파라미터의 동적범위를 조정하는 파라미터 조정부를 더 포함한다. 상기 파라미터 조정부는, 상기 제1 프레임의 상기 조정된 파라미터를 상기 제2 프레임의 파라미터에 적용한다.

[0015] 상기 제어부는 상기 적용된 제2 프레임의 파라미터에 기반하여 상기 제2 프레임과 연관된 2D 데이터를 보정하는 데이터 보정부를 더 포함한다.

- [0016] 상기 초음파 영상의 3차원(3D) 영상 표시 장치는 상기 생성된 3D 데이터를 3D 초음파 이미지로 출력하는 출력부를 더 포함한다.
- [0017] 전술한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파 영상의 3차원(3D) 영상 표시 방법은, 대상체로부터 수신된 신호에 대하여 포락선 검파(envelope detection)를 수행하는 단계, 상기 포락선 검파된 신호에 대해 기하 평균(log average), 최소값 및 최대값을 연산하는 단계, 상기 연산된 기하 평균에 기반하여 상기 신호와 관련된 파라미터를 결정하는 단계 및 상기 결정된 파라미터를 제1 프레임에 이웃하는 제2 프레임의 파라미터에 적용하는 단계를 포함한다. 상기 파라미터는 상기 신호의 기하 평균으로부터 상기 신호의 최대값 대 상기 신호의 기하평균으로부터 상기 신호의 최소값의 비율이다.
- [0018] 상기 포락선 검파를 수행하는 단계는, 상기 대상체로부터 수신된 신호를 기저대역으로 복조하여 동일-위상(In-phase) 신호 성분 및 직교-위상(Quadrature-phase) 신호 성분으로 분해하는 단계, 상기 분해된 신호 성분에 기반하여 서로 다른 복소수 신호 사이의 가중된 벡터 보간을 처리하는 단계 및 상기 벡터 보간된 복소수 신호를 이용하여 포락선 검파를 수행하는 단계를 포함한다.
- [0019] 상기 3D 데이터를 생성하는 단계는, 상기 복수의 위치에서의 상기 2D 데이터를 축적하는 단계이다.
- [0020] 상기 초음파 영상의 3차원(3D) 영상 표시 방법은, 컴퓨터에서 실행시키기 위한 프로그램에 의해 수행될 수 있고, 상기 프로그램은 상기 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 저장될 수 있다.
- [0021] 전술한 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파 영상의 3차원(3D) 영상 표시 장치는, 대상체로부터 수신된 신호에 대하여 포락선 검파(envelope detection)를 수행하는 포락선 검파부, 상기 포락선 검파부에 의해 검파된 신호에 대해 기하 평균(log average), 최소값 및 최대값을 연산하는 연산부, 상기 연산부에 의해 연산된 기하 평균에 기반하여 상기 대상체까지의 거리와 관련된 파라미터를 결정하고, 상기 결정된 파라미터를 제1 프레임에 이웃하는 제2 프레임의 파라미터에 적용하는 파라미터 조정부를 포함한다. 상기 파라미터는 상기 신호의 기하 평균으로부터 상기 신호의 최대값 대 상기 신호의 기하평균으로부터 상기 신호의 최소값의 비율이다.
- [0022] 상기 초음파 영상의 3차원(3D) 영상 표시 장치는, 상기 대상체로부터 수신된 신호를 기저대역으로 복조하여 동일-위상(In-phase) 신호 성분 및 직교-위상(Quadrature-phase) 신호 성분으로 분해하는 복조부 및 상기 복조부에 의해 분해된 신호 성분에 기반하여 서로 다른 복소수 신호 사이의 가중된 벡터 보간을 처리하는 보간 처리부를 더 포함하고, 상기 포락선 검파부는, 상기 보간 처리부에 의해 상기 벡터 보간된 복소수 신호를 이용하여 포락선 검파를 수행한다.
- [0023] 상기 초음파 영상의 3차원(3D) 영상 표시 장치는, 상기 적용된 제2 프레임의 파라미터에 기반하여 상기 제2 프레임과 연관된 2D 데이터를 보정하는 데이터 보정부를 더 포함한다.
- [0024] 상기 초음파 영상의 3차원(3D) 영상 표시 장치는, 상기 파라미터에 기반하여 상기 대상체의 3차원(3D) 데이터를 생성하는 재구성부를 더 포함한다. 상기 재구성부는, 상기 복수의 위치에서의 상기 2D 데이터를 축적하여, 상기 대상체의 3차원(3D) 데이터를 생성한다.
- [0025] 상기 초음파 영상의 3차원(3D) 영상 표시 장치는, 상기 생성된 3D 데이터를 3D 초음파 이미지로 출력하는 출력부를 더 포함한다.

발명의 효과

- [0026] 본 발명에 따르면, 2D 초음파 영상의 동적 범위를 첫 번째 프레임과 유사하도록 자동적으로 조절함으로써 밝기(brightness)나 대비(contrast)가 일정한 3D 초음파 영상을 만들 수 있어, 3D 영상의 화질을 개선함과 동시에 사용자의 편의성을 도모할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0027] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파 영상의 3차원(3D) 영상 표시 장치의 구성도이다.
- 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파 영상의 3차원(3D) 영상 표시 장치의 제어부의 구성도이다.
- 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 동적 범위와 관련된 파라미터를 조정하는 예시도이다.
- 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파 영상의 3차원(3D) 영상 표시 방법의 흐름도이다.

도 5는 본 발명에 다른 실시예에 따른 초음파 영상의 3차원(3D) 영상 표시 방법의 흐름도이다.

도 6은 종래 기술에 따른 3D 초음파 영상을 비교한 결과도이다.

도 7은 본 발명에 따른 3D 초음파 영상을 비교한 결과도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0028] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 이를 상세한 설명을 통해 상세히 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.
- [0029] 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다. 또한, 본 명세서의 설명 과정에서 이용되는 숫자(예를 들어, 제1, 제2 등)는 하나의 구성요소를 다른 구성요소와 구분하기 위한 식별기호에 불과하다.
- [0030] 또한, 본 명세서에서, 일 구성요소가 다른 구성요소와 "연결된다" 거나 "접속된다" 등으로 언급된 때에는, 상기 일 구성요소가 상기 다른 구성요소와 직접 연결되거나 또는 직접 접속될 수도 있지만, 특별히 반대되는 기재가 존재하지 않는 이상, 중간에 또 다른 구성요소를 매개하여 연결되거나 또는 접속될 수도 있다고 이해되어야 할 것이다.
- [0031] 이하의 설명에서 사용되는 구성요소에 대한 접미사 "모듈" 및 "부"는 명세서 작성의 용이함만이 고려되어 부여되거나 혼용되는 것으로서, 그 자체로 서로 구별되는 의미 또는 역할을 갖는 것은 아니다.
- [0032] 이하, 본 발명의 일부 실시예들을 예시적인 도면을 통해 상세하게 설명한다. 각 도면의 구성요소들에 참조부호를 부가함에 있어서, 동일한 구성요소들에 대해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 부호를 가지도록 하고 있음에 유의해야 한다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명은 생략한다.
- [0033] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파 영상의 3차원(3D) 영상 표시 장치(100)의 구성도이다. 상기 영상 표시 장치(100)는 소정의 시간 간격으로 획득된 복수의 2차원(2D) 데이터들(110a, 110b, ..., 110n)로부터 3차원(3D) 영상을 출력부를 통해 표시한다. 상기 영상 표시 장치(100)는 프로브(110), 빔 형성부(120), 복조부(130), 제어부(140), 재구성부(150) 및 출력부(160)를 포함한다.
- [0034] 상기 프로브(110)는 전기적 신호를 초음파 신호로 변환하여 대상체에 전송하며, 대상체로부터 반사된 초음파 신호를 전기적 신호로 변환한다. 일반적으로 프로브(110)는 복수 개의 트랜스듀서 엘리먼트(transducer element)가 결합되어 형성된다. 트랜스듀서에 의해 초음파 신호가 대상체로 발사되면, 전파 매질 중에 음향 임피던스가 서로 다른 경계면이 존재할 경우 그 경계면에서 반사현상이 일어나며, 일부는 투과하고, 여러 경계면이 존재할 경우에는 에코는 순차적으로 반사되어 되돌아오게 된다. 이 때, 반사되어 되돌아온 에코는 트랜스듀서의 압전자기에 압력을 가하게 되고, 이 에코 강도에 비례한 전계를 발생시켜 전기신호로 변환한다. 이렇게 대상체로 발사된 하나의 초음파 펄스는 대상체 내의 여러 깊이(경계면)에서의 각 점으로부터 펄스 에코를 발생시키며, 이 때 펄스 왕복 전파거리를 고려하여, 거리 x 에 있는 조직으로부터의 에코는 시간축 상 $t=2x/c$ ($c=1530\text{m/s}$: 평균음속)인 위치에 나타난다. 따라서 이 송신펄스에 대한 지연시간으로부터 역으로 반사위치를 결정할 수 있다.
- [0035] 상기 빔 형성부(120)는 상기 프로브(110)에 의해 변환된 전기적 신호에 기초하여 수신 신호를 형성한다. 즉, 상기 빔 형성부(120)는 상기 프로브(110)의 각 트랜스듀서 엘리먼트에서 생성된 아날로그 신호를 디지털 신호로 변환하고, 대상체로부터 각 트랜스듀서 엘리먼트에 도달하는 시간을 고려하여 각 디지털 신호에 적절한 지연을 가한 후 합산하여 수신 신호를 형성한다.
- [0036] 상기 복조부(130)는 상기 프로브(110)에 의해 상기 대상체로부터 수신되어, 상기 빔 형성부(120)에 의해 형성된 신호에 기반하여, 상기 대상체의 복수의 위치에서 2차원(2D) 데이터를 생성한다. 상기 복조부(130)는 상기 대상체의 제1 위치에서 제1 프레임을 생성하고, 상기 대상체의 제2 위치에서 제2 프레임을 생성한다. 상기 제1 및 제2 위치는 상기 대상체가 (x, y, z) 공간에 존재하는 경우, $z = z_1, z_2, \dots, z_n$ 중 선택된 위치이고, 상기 제1 및 제2 프레임이 이웃하는 프레임인 경우, $z = z_1$ 및 $z = z_2$ 로 선택될 수 있다.

- [0037] 상기 복조부(130)는 상기 대상체로부터 상기 프로브(110)에 의해 수신되어, 상기 빔 형성부(120)에 의해 형성된 신호, 즉 고주파(RF: Radio Frequency) 신호를 기저대역 신호로 복조하여 동일-위상(I: In-phase) 신호 성분 및 직교-위상(Q: Quadrature-phase) 신호 성분으로 분해한다.
- [0038] 상기 제어부(140)는 상기 복조부(130)에 의해 복조되어 분해된 신호에 기반하여, 상기 프로브(110)에서 상기 신호와 관련된 파라미터의 동적 범위(dynamic range)를 상기 대상체의 상기 복수의 위치에서 제어한다. 상기 복수의 위치는 상기 대상체가 (x, y, z) 공간에 존재하는 경우, $z = z_1, z_2, \dots, z_n$ 이다. 여기서, 상기 파라미터는 상기 신호의 기하 평균으로부터 상기 신호의 최대값 대 상기 신호의 기하평균으로부터 상기 신호의 최소값의 비율이다. 또한, 상기 파라미터는 상기 대상체까지의 거리의 기하 평균으로부터 상기 거리의 최대값 대 상기 거리의 기하평균으로부터 상기 거리의 최소값의 비율일 수 있다. 이때, 상기 프로브(110)가 $(x_p(t), y_p(t), z_p(t))$ 에 위치하고, 상기 대상체가 $(x(t), y(t), z_k(t))$ 에 위치하는 경우에, 상기 대상체까지의 거리는 $\sqrt{(x(t)-x_p(t))^2+(y(t)-y_p(t))^2+(z_k(t)-z_p(t))^2}$ 로, 시간 및 상기 프로브(110) 및 대상체의 위치의 함수로서 주어진다. 여기서, 상기 거리는 상기 프로브(110)에서 송신된 신호가 상기 대상체에서 반사되어 상기 프로브(110)로 수신되는 신호로부터 시간 지연으로부터 계산될 수 있다.
- [0039] 한편, 상기 파라미터가 상기 대상체로부터 수신된 신호의 크기(amplitude)의 최대값 및 최소값의 비율인 경우에도 상기 수신된 신호의 크기는 상기 거리와도 연관될 수 있다. 이때, 상기 거리는 상기 프로브(110)에서 송신된 신호가 상기 대상체에서 반사되어 상기 프로브(110)로 수신되는 신호의 세기(amplitude)로부터 상대적으로 계산될 수 있다. 왜냐하면 상기 프로브(110)에서 상기 대상체까지의 거리가 증가할 수록, 상기 프로브(110)로 수신되는 신호의 세기는 감소하기 때문이다.
- [0040] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파 영상의 3차원(3D) 영상 표시 장치(100)의 제어부(140)의 구성도이다. 상기 제어부(140)는 보간 처리부(141), 포락선 검파부(142), 연산부(143), 파라미터 조정부(144) 및 데이터 보정부(145)를 포함한다.
- [0041] 상기 보간 처리부(141)는 상기 복조부(130)에 의해 분해된 I, Q 신호 성분에 기반하여 서로 다른 복소 신호 사이의 1: M 가중된(weighted) 벡터 보간을 처리한다. 상기 서로 다른 복소 신호를 z_1, z_2 라고 할 때, 상기 벡터 보간 처리된 복소 신호 $z_3, \dots, z_k$ 를 구할 수 있다. 상기 포락선 검파부(142)는 상기 대상체로부터 수신되어, 상기 복소 신호 $z_1, z_2, z_3, \dots, z_k$ 에 대하여 포락선 검파(envelope detection)를 수행한다.
- [0042] 상기 연산부(143)는 상기 포락선 검파부(142)에 의해 검파된 신호에 대해 기하 평균(log average), 최소값 및 최대값을 연산한다. 상기 연산된 기하 평균을 이용하여 애플리케이션에 맞게 스캔 변환(scan conversion) 후 영상을 획득할 수 있다. 상기 검파된 신호에 대하여 기하 평균을 취하는 이유는 복조를 거친 후 출력되는 I, Q 복소 신호의 크기(magnitude)의 확률적 특성이 레일리 분포(Rayleigh distribution)를 가지기 때문에 동적 범위가 매우 넓기 때문이다. 즉, 기하 평균은 평균이나 중간 값에 비하여 가외치(outlier)의 영향을 적게 받는다. 가외치의 영향이 적은 기하 평균을 사용함으로써 보다 선명한 화질의 이미지를 생성할 수 있다.
- [0043] 상기 기하 평균은 다음 수학적 식 1과 같이 산출할 수 있다.

수학적 식 1

$$L_w = \exp\left(\frac{1}{N} \sum_{x,y} \ln(\delta + L_w(x,y))\right)$$

[0044]

[0045] N : 총 pixel 수.

[0046] $L_w(x,y)$: x,y pixel에 해당하는 intensity 값.

[0047] δ : $L_w(x,y)$ 이 0일 때 ln값이 무한대로 내려가는 것을 방지하기 위한 값. 0.001과 같이 매우 작은 값으로

설정.

[0048] 상기 수학적 식 1과 같이 산출한 기하 평균을 이용하여 최대값까지의 거리 및 최소값까지의 거리를 산출한다. 상기 최대값까지의 거리와 최소값까지의 거리는 다음 수학적 식 2와 같이 산출할 수 있다.

수학적 식 2

$$\log_{10}(MAX) - \log_{10}(L_w)$$

$$\log_{10}(L_w) - \log_{10}(MIN)$$

[0051] MAX: intensity의 최대값

[0052] MIN: intensity의 최대값으로부터 일반적인 동적 범위만큼 내려온 값.

[0053] 또한, 상기 연산부(143)는 기준 이미지의 기하 평균, 최소값 및 최대값을 이용하여 상기 기준 이미지의 비율을 산출하고, 입력 이미지의 기하 평균, 최소값 및 최대값을 산출한다. 여기서, 상기 기준 이미지는 제1 프레임에서의 2차원 이미지이고, 상기 입력 이미지는 상기 제1 프레임과 상이한 평면인 제2프레임에서의 2차원 이미지이다. 이때, 상기 제1 프레임 및 제2 프레임에서의 이미지는 동일한 시각 $t=t_k$ 에서의 각각 $z=z_1$, $z=z_2$ 에서의 (x,y) 좌표에서의 2차원 이미지이다. 또한, 상기 기준 이미지 및 상기 입력 이미지는 동일한 평면에서의 2차원 이미지일 수 있다. 이때, 상기 기준 이미지 및 상기 입력 이미지는 동일한 평면 $z=z_k$ 에서의 시각 t의 변화에 따른 (x,y) 좌표에서의 2차원 이미지이다.

[0054] 상기 파라미터 조정부(144)는 상기 연산부에 의해 연산된 기하 평균에 기반하여 상기 신호와 관련된 파라미터를 조정한다. 상기 파라미터는 상기 신호의 기하 평균으로부터 상기 신호의 최대값 대 상기 신호의 기하평균으로부터 상기 신호의 최소값의 비율이다. 상기 파라미터 조정부(144)는 상기 제1 프레임의 상기 조정된 파라미터를 상기 제2 프레임의 파라미터에 적용한다. 즉, 기준 이미지(reference image)인 상기 제1 프레임에서의 신호로부터 기하 평균을 기반으로 하는 상기 신호의 최대값과 최소값의 거리 비율을 이후 연속된 프레임들에 적용시켜 동적범위를 조절한다.

[0055] 상기 파라미터 조정부(144)는 동적 범위가 조절된 입력 이미지와 상기 기준 이미지 간의 상관계수(correlation coefficient)를 이용하여 상기 입력 이미지와 상기 기준 이미지간의 유사정도를 산출할 수 있다. 여기서, 상기 기준 이미지는 제1 프레임에서의 2차원 이미지이고, 상기 입력 이미지는 상기 제1 프레임과 상이한 평면인 제2 프레임에서의 2차원 이미지이다. 상기 상관계수에 따른 유사정도를 이용하여 동적 범위를 조절할 수도 있다. 상기 기준 이미지와 입력이미지 간의 상관계수에 따른 유사 정도가 임계치 이상이 되도록 동적 범위를 조절할 수 있다. 일차적으로 기준 이미지의 비율을 이용하여 상기 입력 이미지의 동적 범위를 조절하고, 상기 유사정도를 이용하여 이차적으로 상기 입력 이미지의 동적 범위를 조절할 수도 있다.

[0056] 보다 구체적으로, 상기 입력 이미지의 기하 평균, 상기 입력 이미지의 최대값, 및 상기 기준 이미지의 비율을 이용하여 상기 입력 이미지의 최소값을 결정함으로써, 상기 입력 이미지의 동적 범위를 조절한다. 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 동적 범위와 관련된 파라미터를 조정하는 예시도이다. 상기 기준 이미지(210)의 비율은 상기 기준 이미지(210)의 기하 평균(211)으로부터 상기 기준 이미지(210)의 최대값(212)까지의 거리(214, B) 대 상기 기준 이미지(210)의 기하 평균(211)으로부터 상기 기준 이미지(210)의 최소값(213)까지의 거리(215, A)의 비율이다. 상기 기준 이미지의 비율(A:B)과 연산부(143)가 연산한 입력 이미지(220)의 기하 평균 (221)및 최대값(222)을 이용하여 상기 입력 이미지(220)의 최소값(226)을 결정한다. 즉,상기 입력 이미지(220)의 기하 평균 (221)으로부터 상기 입력 이미지(220)의 최대값(222)까지의 거리(B', 224)를 산출한 후, 상기 기준 이미지(210)의 비율(A:B)에 적용하여 상기 입력 이미지(220)의 기하 평균(221)으로부터 상기 입력 이미지(220)의 최소값 (226)까지의 거리(A', 225)를 산출한다. 즉, 상기 B'를 고정시키고 상기 기준 이미지(210)의 비율(A:B)을 적용하여 입력 이미지(220)의 최소값(226)을 산출한다. 상기 기하 평균(221)으로부터 B'만큼 떨어진 값을 상기 입력 이미지(220)의 최소값(226)으로 결정하고, 상기 입력 이미지(220)의 최소값(226)부터 상기 입력 이미지(220)의 최대값(224)까지를 상기 입력 이미지(220)의 동적 범위로 설정한다.

[0057] 상기 데이터 보정부(145)는 상기 상기 제1 프레임의 상기 조정된 파라미터가 적용된 제2 프레임의 파라미터에

기반하여 상기 제2 프레임과 연관된 2D 데이터를 보정한다. 3D 초음파 영상을 만들기 위해 연속된 2D 초음파 영상을 이용할 수 있는데, 이 때 연속된 2D 이미지의 밝기나 화질이 잡음이나 사용자의 움직임으로 인해 일정하지 않은 경우가 발생하게 된다. 또한 3D 초음파 영상에서 3D 데이터를 얻는 동안 동적 범위의 조정이 불가능하기 때문에 전체적으로 영상의 화질이 저하되는데, 이를 해결하기 위해 본 발명에서는 3D 초음파 영상에 적합하도록 거리와 연관된 파라미터의 동적 범위를 조정하고, 이에 기반하여 특정 프레임과 연관된 2D 데이터를 보정한다. 이때, 상기 연산된 기하 평균에 기반하여 상기 제1 위치($z=z_1$)와 상이한 제2 위치($z=z_2$)에서의 신호의 최소값을 결정함으로써, 상기 제2 위치에서 상기 최소값보다 작은 신호를 갖는 (x, y)평면에서의 이미지를 보정한다. 이미지의 최대값에 이미지의 정보가 많이 포함되어 있으며, 이미지의 최소값에는 노이즈가 많이 포함되어 있는바, 상기 화질이 좋은 기준 이미지의 비율을 이용하여 입력 이미지의 최소값을 조절함으로써 화질이 좋은 이미지를 생성할 수 있다.

[0058] 상기 재구성부(150)는 상기 파라미터에 기반하여 상기 대상체의 3차원(3D) 데이터를 생성한다. 상기 재구성부(150)는 상기 복수의 위치 $z = z_1, z_2, \dots, z_n$ 에서의 상기 2D 데이터를 축적하여 상기 3D 데이터를 생성한다.

[0059] 상기 출력부(160)는 상기 생성된 3D 데이터를 3D 초음파 이미지로 출력한다.

[0060] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파 영상의 3차원(3D) 영상 표시 방법의 흐름도이다. 상기 영상 표시 방법은 2D 데이터 생성 단계(S410), 동적 범위 제어 단계(S420), 3D 데이터 생성 단계(S430) 및 3D 이미지 출력 단계(S440)를 포함한다. 상기 2D 데이터 생성 단계(S410)는 대상체로부터 수신된 신호에 기반하여 상기 대상체의 복수의 위치에서 2차원(2D) 데이터를 생성한다. 상기 동적 범위 제어 단계(S420)는 상기 신호와 관련된 파라미터의 동적 범위(dynamic range)를 상기 복수의 위치에서 제어한다. 여기서, 상기 파라미터는 상기 신호의 기하 평균으로부터 상기 신호의 최대값 대 상기 신호의 기하평균으로부터 상기 신호의 최소값의 비율이다. 상기 3D 데이터 생성 단계(S430)는 상기 파라미터에 기반하여 상기 복수의 위치에서의 상기 2D 데이터를 축적함으로써, 상기 대상체의 3차원(3D) 데이터를 생성한다. 상기 3D 이미지 출력 단계(S440)는 상기 생성된 3D 데이터를 3D 초음파 이미지로 출력한다.

[0061] 도 5는 본 발명에 다른 실시예에 따른 초음파 영상의 3차원(3D) 영상 표시 방법의 흐름도이다. 상기 영상 표시 방법은 포락선 검파 수행 단계(S510), 기하 평균 연산 단계(S520), 파라미터 결정 단계(S530) 및 파라미터 적용 단계(S540)를 포함한다. 상기 포락선 검파 수행 단계(S510)는 대상체로부터 수신된 신호에 대하여 포락선 검파(envelope detection)를 수행한다. 상기 연산 단계(S520)는 상기 포락선 검파된 신호에 대해 기하 평균(log average), 최소값 및 최대값을 연산한다. 상기 파라미터 결정 단계(S530)는 상기 연산된 기하 평균에 기반하여 상기 신호와 관련된 파라미터를 결정한다. 상기 파라미터는 상기 신호의 기하 평균으로부터 상기 신호의 최대값 대 상기 신호의 기하평균으로부터 상기 신호의 최소값의 비율이다. 상기 파라미터 적용 단계(S540)는 상기 결정된 파라미터를 제1 프레임에 이웃하는 제2 프레임의 파라미터에 적용한다.

[0062] 본 발명은 기하평균을 이용하여 동적 범위를 조절 방법을 이용하여 3D 초음파 영상에 동적 범위를 최적화하는 알고리즘을 제안한다. 3D 초음파 영상의 c-plane을 통해 본 발명의 효과를 확인한다.

[0063] 도 6은 종래 기술에 따른 동적 범위가 고정된 3D 초음파 영상의 c-평면 영상이고, 도 7은 본 발명에 따른 동적 범위가 조정된 3D 초음파 영상의 c-평면 영상이다. 현재 상용되고 있는 초음파 영상 장비를 이용하여 간에서부터 신장의 복부 영상을 연속적으로 취득하여 3D 체적 데이터(volume data)를 생성하였다. 3D 초음파 영상의 c-평면을 통해 영상의 화질이 개선되는지를 확인한다. 동적 범위가 60dB로 고정된 2D 영상들로 3D 영상을 만들었을 때 도 6에서 보는 바와 같이, c-평면 영상에 수평 암선(horizontal dark line)이 생기는 것을 확인할 수 있다. 이에 비해 동적 범위가 조절된 2D 영상으로 3D 영상을 만들었을 때 도 7에서 보는 바와 같이, c-평면 영상의 화질이 uniform해 진 것을 확인할 수 있다.

[0064] 아래의 표 1은 프레임 시퀀스 간 상관 계수(correlation coefficient)를 통해 기준 이미지(reference image)와의 유사 여부를 확인한 결과이다. 기준 이미지인 첫 번째 영상과의 히스토그램(histogram)과 동적 범위가 조정된 이후 영상들 간의 히스토그램의 상관 계수에 비해, 제안한 방법으로 동적 범위가 조정된 영상들 간의 상관 계수가 증가하였으며, 히스토그램 정합으로 동적 범위를 조정한 결과보다 상관 계수가 1에 가까운 것을 확인할 수 있다.

표 1

[0065]

	기존 방법 (동적 범위 고정)	히스토그램 정합	본 발명 (동적 범위 조정)
프레임 시퀀스 간 상관 계수	0.9611 ± 0.0308	0.6768 ± 0.3594	0.9669 ± 0.0199

[0066]

동적 범위가 조정된 연속된 이미지들은 3D 초음파 영상으로 재구성하였을 때, 동적 범위가 고정된 경우보다 c-평면의 밝기(brightness)가 균일(uniform)해짐을 확인할 수 있다. 3D 초음파 영상을 만들기 위해 연속된 2D 초음파 영상을 이용할 수 있는데, 연속된 2D 영상의 밝기나 화질이 잡음이나 사용자의 움직임으로 인해 일정하지 않은 경우가 발생할 수 있다. 2D 초음파 영상의 동적 범위를 첫 번째 프레임과 유사하도록 자동적으로 조절함으로써 밝기나 대비(contrast)가 일정한 3D 초음파 영상을 만들 수 있다.

[0067]

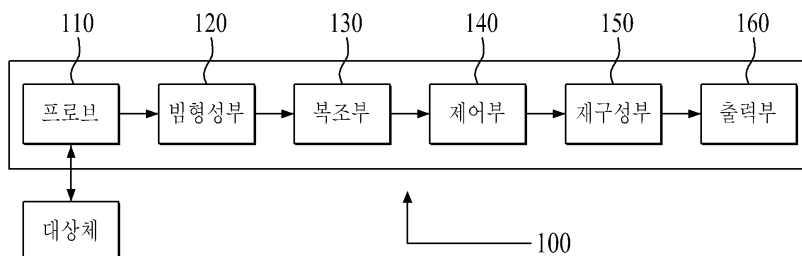
이상에서, 본 발명의 실시예를 구성하는 모든 구성 요소들이 하나로 결합하거나 결합하여 동작하는 것으로 설명되었다고 해서, 본 발명이 반드시 이러한 실시예에 한정되는 것은 아니다. 즉, 본 발명의 목적 범위 내라면, 그 모든 구성 요소들이 하나 이상으로 선택적으로 결합하여 동작할 수도 있다. 또한, 그 모든 구성 요소들이 각각 하나의 독립적인 하드웨어로 구현될 수 있지만, 각 구성 요소들의 그 일부 또는 전부가 선택적으로 조합되어 하나 또는 복수 개의 하드웨어에서 조합된 일부 또는 전부의 기능을 수행하는 프로그램 모듈을 갖는 컴퓨터 프로그램으로서 구현될 수도 있다. 그 컴퓨터 프로그램을 구성하는 코드들 및 코드 세그먼트들은 본 발명의 기술 분야의 당업자에 의해 용이하게 추론될 수 있을 것이다. 이러한 컴퓨터 프로그램은 컴퓨터가 읽을 수 있는 저장매체(Computer Readable Media)에 저장되어 컴퓨터에 의하여 읽혀지고 실행됨으로써, 본 발명의 실시예를 구현할 수 있다. 컴퓨터 프로그램의 저장매체로서는 자기 기록매체, 광 기록매체, 캐리어 웨이브 매체 등이 포함될 수 있다.

[0068]

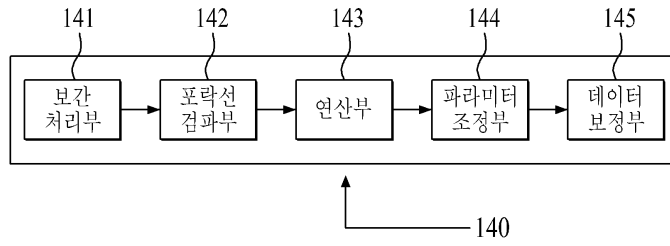
이상의 설명은 본 발명의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과한 것으로서, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 다양한 수정 및 변형이 가능할 것이다. 또한, 본 발명에 개시된 실시예들은 본 발명의 기술 사상을 한정하기 위한 것이 아니라 설명하기 위한 것이고, 이러한 실시예에 의하여 본 발명의 기술 사상의 범위가 한정되는 것은 아니다. 따라서, 본 발명의 보호 범위는 아래의 청구범위에 의하여 해석되어야 하며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 기술 사상은 본 발명의 권리범위에 포함되는 것으로 해석되어야 할 것이다.

도면

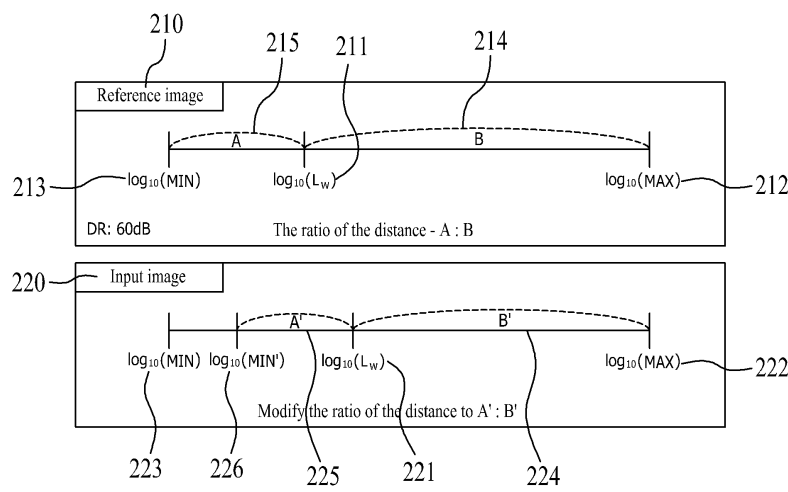
도면1



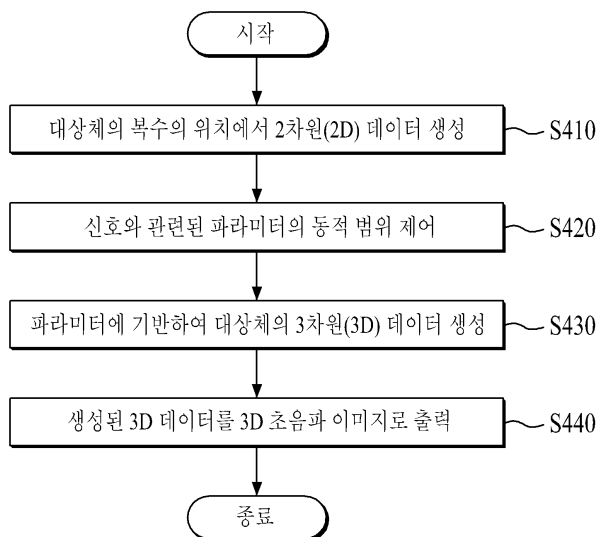
도면2



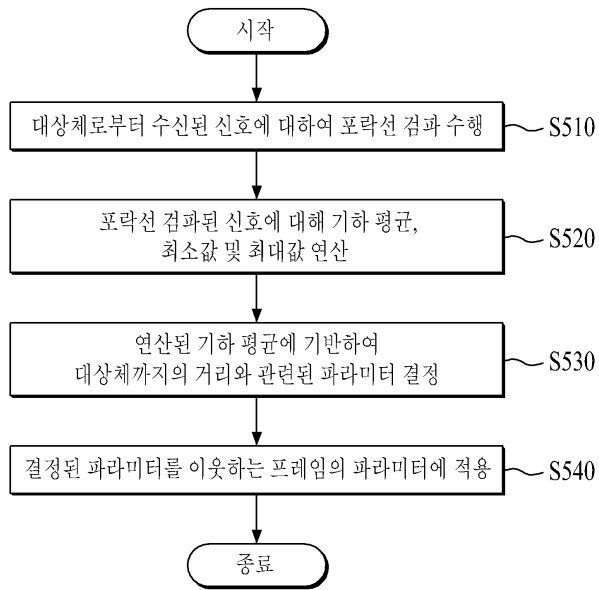
도면3



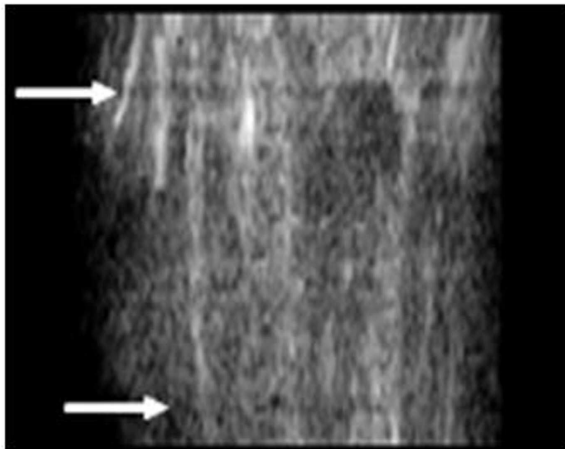
도면4



도면5



도면6



도면7

