



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2011년11월10일
 (11) 등록번호 10-1082085
 (24) 등록일자 2011년11월03일

(51) Int. Cl.
G01N 29/06 (2006.01) *G01N 29/04* (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2009-0076431
 (22) 출원일자 2009년08월18일
 심사청구일자 2009년08월18일
 (65) 공개번호 10-2011-0018794
 (43) 공개일자 2011년02월24일
 (56) 선행기술조사문헌
 JP08187245 A*
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
한양대학교 산학협력단
 서울 성동구 행당동 17 한양대학교 내
 (72) 발명자
장경영
 서울특별시 성동구 응봉동 대림강변타운 106동 703호
권구도
 서울특별시 성동구 행당동 130-73
이태훈
 서울특별시 성동구 행당동 4-24 401호
 (74) 대리인
송인호, 민영준, 최관락

전체 청구항 수 : 총 14 항

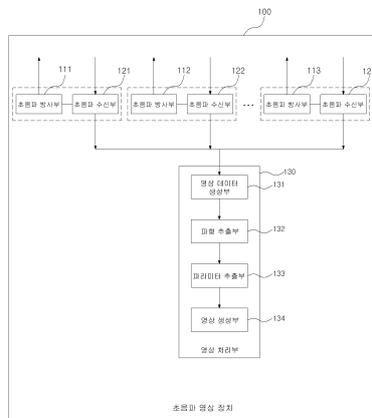
심사관 : 김기현

(54) 초음파 영상 장치 및 그 제어 방법

(57) 요약

초음파 영상 장치 및 그 제어 방법이 개시된다. 초음파 영상 장치는 피검체 내부로 초음파 신호를 방사하는 복수의 초음파 방사부; 상기 피검체 내부에서 반사된 초음파 신호를 수신하는 복수의 초음파 수신부; 및 상기 반사되어 수신된 초음파 신호의 비선형 특성을 이용하여 상기 피검체의 내부 영상을 생성하는 영상 처리부를 포함한다. 본 발명에 따르면, 피검체 내부의 결함(defect)을 신속하고 편리하게 검사할 수 있게 된다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 M2080300002408N030002410

부처명 과학기술부

연구관리전문기관

연구사업명 원자력연구개발사업(방사선기술개발사업)

연구과제명 극미세 재료손상진단을 위한 비선형초음파기술 개발

기여율

주관기관 과학기술부(한국과학재단)

연구기간 2008년07월01일~2009년05월31일

특허청구의 범위

청구항 1

피검체 내부로 초음파 신호를 방사하는 복수의 초음파 방사부;

상기 피검체 내부에서 반사된 초음파 신호를 수신하는 복수의 초음파 수신부; 및

상기 반사되어 수신된 초음파 신호의 비선형 특성을 이용하여 상기 피검체의 내부 영상을 생성하는 영상 처리부를 포함하되,

상기 복수의 초음파 방사부 및 상기 복수의 초음파 수신부는 라인(line) 형태로 배열되어 상기 피검체의 일 면에 부착되고, 상기 피검체의 내부 영상은 상기 라인을 일 축으로 하고, 상기 라인과 수직한 상기 피검체의 내부 방향을 타 축으로 하고, 복수의 픽셀로 구성되는 2차원 형태의 영상이고, 상기 복수의 픽셀은 상기 피검체의 내부 방향으로 배열되는 복수의 픽셀 라인을 포함하며,

상기 영상 처리부는 상기 반사되어 수신된 초음파 신호를 이용하여 상기 복수의 픽셀 각각과 대응되는 영상 데이터를 생성하는 영상 데이터 생성부; 상기 영상 데이터에 기초하여 상기 반사되어 수신된 초음파 신호의 파형을 상기 복수의 픽셀 라인 별로 추출하는 파형 추출부; 상기 복수의 픽셀 라인 별로 추출된 초음파 신호의 파형에 대해 주파수 분석을 수행하여 상기 복수의 픽셀 라인 별로 상기 반사되어 수신된 초음파 신호의 비선형 특성을 나타내는 비선형 파라미터를 추출하는 파라미터 추출부; 및 상기 복수의 픽셀 라인 별로 추출된 비선형 파라미터를 이용하여 상기 피검체의 내부 영상을 생성하는 영상 생성부를 포함하는 것을 특징으로 하는 초음파 영상 장치.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 복수의 초음파 방사부는 순차적으로 초음파 신호를 방사하고,

상기 복수의 초음파 수신부는 상기 순차적으로 방사되어 상기 피검체 내부에서 반사된 초음파 신호를 수신하고,

상기 영상 데이터 생성부는 상기 반사되어 수신된 복수의 초음파 신호의 진폭을 개별적으로 측정하고, 상기 개별적으로 측정된 복수의 초음파 신호의 진폭을 더하여 상기 피검체의 내부에 대한 영상 데이터를 생성하는 것을 특징으로 하는 초음파 영상 장치.

청구항 4

삭제

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 영상 데이터 생성부는 상기 복수의 초음파 방사부가 상기 초음파 신호를 방사하는 시점에서의 시간 값, 상기 복수의 초음파 수신부가 상기 반사된 초음파 신호를 수신하는 시점에서의 시간 값, 상기 초음파 신호의 전파 속도, 및 상기 반사되어 수신된 초음파 신호의 진폭 값 중에서 적어도 하나를 이용하여 상기 복수의 픽셀 각각과 대응되는 상기 영상 데이터를 생성하는 것을 특징으로 하는 초음파 영상 장치.

청구항 6

제5항에 있어서,

상기 복수의 초음파 방사부는 순차적으로 초음파 신호를 방사하고,

상기 복수의 초음파 수신부는 상기 순차적으로 방사되어 상기 피검체 내부에서 반사된 초음파 신호를 수신하고,

상기 영상 데이터 생성부는 기 설정된 샘플링 시간 간격으로 상기 반사되어 수신된 초음파 신호의 진폭 값을 저

장하고, 아래의 수학식에 기초하여 상기 복수의 픽셀 중에서 상기 초음파 신호가 반사된 지점과 대응되는 픽셀과 대응되는 영상 데이터를 생성하는 것을 특징으로 하는 초음파 영상 장치.

$$A_{x,y} = \sum_{k=1}^K (a_{x,y})_k$$

$$(a_{x,y})_k = \left(\sum_{i=1}^N \left(\frac{(t(n) - t_i) \times P_i(n-1) + (t_i - t(n-1)) \times P_i(n)}{t(n) - t(n-1)} \right) \right)_k$$

여기서, $A_{x,y}$ 는 (x, y) 좌표에 위치하는 픽셀과 대응되는 영상 데이터 값(x는 상기 라인 방향의 축, y는 상기 피검체의 내부 방향의 축임), K 는 상기 복수의 초음파 방사부의 개수, $(a_{x,y})_k$ 는 k번째 초음파 방사부(111 내지 113)에서 방사된 초음파 신호에 의한 (x, y) 좌표에 위치하는 픽셀과 대응되는 영상 데이터 값, N 은 상기 복수의 초음파 수신부의 개수, $t(n)$ 은 n번째 샘플링 시간의 시간 값, t_i 는 i번째 초음파 수신부(121 내지 123)로 상기 반사되어 수신되는 초음파 신호의 예상 수신 시간 값, $P_i(n)$ 는 i번째 초음파 수신부(121 내지 123)에서 n번째 시간 간격에 수신된 상기 초음파 신호의 진폭 값을 각각 의미함

청구항 7

삭제

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 파라미터 추출부는 상기 주파수 분석을 통해 상기 반사되어 수신된 초음파 신호의 기본 주파수 성분의 크기 및 2배수 고조파 성분의 크기 중 적어도 하나를 이용하여 상기 비선형 파라미터를 추출하는 것을 특징으로 하는 초음파 영상 장치.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 비선형 파라미터는 아래의 수학식과 같이 표현되는 것을 특징으로 하는 초음파 영상 장치.

$$\beta' = k \times \frac{A_2}{A_1^2}$$

여기서, β' 은 상기 비선형 파라미터, k 는 임의의 상수, A_1 은 상기 기본 주파수 성분의 크기, A_2 는 상기 2배수 고조파 성분의 크기를 각각 의미함.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 파라미터 추출부는

상기 반사되어 수신된 초음파 신호의 파형의 위상을 반전하여 제2 초음파 신호 파형을 생성하고,

상기 반사되어 수신된 초음파 신호의 파형 및 상기 제2 초음파 신호 파형을 이용하여 상기 기본 주파수 성분의 크기 및 상기 2배수 고조파 성분의 크기를 추출하는 것을 특징으로 하는 초음파 영상 장치.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 파라미터 추출부는

상기 반사되어 수신된 초음파 신호의 파형에서 상기 제2 초음파 신호 파형을 빼서 상기 기본 주파수 성분의 크기를 추출하고,

상기 반사되어 수신된 초음파 신호의 파형과 상기 제2 초음파 신호 파형을 더하여 상기 2배수 고조파 성분의 크기를 추출하는 것을 특징으로 하는 초음파 영상 장치.

청구항 12

제1항에 있어서,

상기 복수의 초음파 방사부에서 방사되는 초음파 신호 및 상기 복수의 초음파 수신부에서 수신되는 초음파 신호는 버스트(burst) 신호인 것을 특징으로 하는 초음파 영상 장치.

청구항 13

제1항에 있어서,

상기 파라미터 추출부는 상기 추출된 초음파 신호의 파형에 대해 패스트 푸리에 변환(FFT: Fast Fourier Transform)을 수행하여 상기 주파수 분석을 수행하는 것을 특징으로 하는 초음파 영상 장치.

청구항 14

제1항에 있어서,

상기 영상 생성부는 상기 비선형 파라미터를 이용하여 상기 피검체의 내부 영상의 컬러 값 또는 상기 피검체의 내부 영상의 명암 값을 도출하여 상기 피검체의 내부 영상을 생성하는 것을 특징으로 하는 초음파 영상 장치.

청구항 15

삭제

청구항 16

복수의 초음파 방사부 및 복수의 초음파 수신부를 포함하는 초음파 영상 장치를 제어하는 방법에 있어서,

복수의 초음파 방사부에서 피검체 내부로 초음파 신호를 방사하는 단계;

상기 복수의 초음파 수신부에서 상기 피검체 내부에서 반사된 초음파 신호를 수신하는 단계; 및

상기 반사되어 수신된 초음파 신호의 비선형 특성을 이용하여 상기 피검체의 내부 영상을 생성하는 단계를 포함하되,

상기 복수의 초음파 방사부 및 상기 복수의 초음파 수신부는 라인 형태로 배열되어 상기 피검체의 일 면에 부착되고, 상기 피검체의 내부 영상은 상기 라인을 일 축으로 하고, 상기 라인과 수직인 상기 피검체의 내부 방향을 타 축으로 하고, 복수의 픽셀로 구성되는 2차원 형태의 영상이고, 상기 복수의 픽셀은 상기 피검체의 내부 방향으로 배열되는 복수의 픽셀 라인을 포함하며,

상기 피검체의 내부 영상을 생성하는 단계는

상기 반사되어 수신된 초음파 신호를 이용하여 상기 복수의 픽셀과 각각 대응되는 영상 데이터를 생성하는 단계; 상기 영상 데이터에 기초하여 상기 반사되어 수신된 초음파 신호의 파형을 상기 복수의 픽셀 라인 별로 추출하는 단계; 상기 복수의 픽셀 라인 별로 추출된 초음파 신호의 파형에 대해 주파수 분석을 수행하여 상기 복수의 픽셀 라인 별로 상기 반사되어 수신된 초음파 신호의 비선형 특성을 나타내는 비선형 파라미터를 추출하는 단계; 및 상기 복수의 픽셀 라인 별로 추출된 비선형 파라미터를 이용하여 상기 피검체의 내부 영상을 생성하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 초음파 영상 장치의 제어 방법.

청구항 17

삭제

청구항 18

삭제

청구항 19

제16항에 있어서,

상기 영상 데이터를 생성하는 단계는

상기 복수의 초음파 방사부에서 상기 초음파 신호가 방사된 시점에서의 시간 값, 상기 복수의 초음파 수신부에서 상기 반사된 초음파 신호를 수신하는 시점에서의 시간 값, 상기 초음파 신호의 전파 속도, 및 상기 반사되어 수신된 초음파 신호의 진폭 값 중에서 적어도 하나를 이용하여 상기 복수의 픽셀 각각과 대응되는 상기 영상 데이터를 생성하는 것을 특징으로 하는 초음파 영상 장치의 제어 방법.

청구항 20

제16항에 있어서,

상기 파라미터를 추출하는 단계는

상기 주파수 분석을 통해 상기 반사되어 수신된 초음파 신호의 기본 주파수 성분의 크기 및 2배수 고조파 성분의 크기 중 적어도 하나를 이용하여 상기 비선형 파라미터를 추출하는 것을 특징으로 하는 초음파 영상 장치의 제어 방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001] 본 발명의 일 실시예들은 초음파 영상 장치 및 그 제어 방법에 관한 것으로서, 더욱 상세하게는 피검체 내부의 결함(defect)을 신속하고 편리하게 검사할 수 있는 초음파 영상 장치 및 이의 제어 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 구조물은 운전 연한이 증가함에 따라 구조물에 가해지는 응력, 피로 등의 하중과 열, 부식 등의 환경의 영향으로 인해 점차 노후화 된다. 따라서, 구조물의 안전성을 확보하기 위해서는 상기의 원인들로 인해 구조물에 내제되어 있는 잠재적 결함(여기서 잠재적 결함이라 함은 전위와 같은 국부적인 소성파괴, 피로 및 경년 열화에 의한 미시구조적 변화, 단립 균열 등의 미세한 결함을 의미함)을 정확하게 진단할 수 있는 장치 및 방법의 개발이 요구된다

[0003] 이를 위해, 종래에는 초음파의 선형 특성(선형 음향 특성)을 이용하여 구조물의 내부를 검사하는 방법이 이용되었다. 그러나, 초음파의 선형 특성을 이용한 구조물의 검사 방법은 비교적 큰 결함은 검출할 수 있었지만, 미세한 결함은 검출할 수 없는 단점이 존재하였다. 따라서, 최근에는 구조물의 열화에 따른 미시구조적 변화나 부분적으로 닫힌 내부 균열의 존재 유무에 대해 더욱 민감한 반응을 보이는 초음파의 비선형 특성(비선형 음향

특성)을 이용하여 구조물의 결함을 검사하고자 하는 노력이 진행되고 있다.

[0004] 지금까지의 비선형 초음파 기술은 대부분, 투과 신호를 이용하여 구조물 내부의 잠재적 결함을 검사하였는데, 이는 투과 신호가 반사 신호에 비해 신호대 잡음비(SNR: Signal to Noise Ratio)가 우수하여 비선형 특성 분석의 정확성이 높다는 점에 기인한 것이다. 그러나, 투과 신호를 이용하여 구조물 내부의 잠재적 결함을 검사하는 기술들은 장비 설치의 곤란성 등의 이유로 인해, 현장에 위치하는 구조물에 직접 적용하기에는 부적합한 면이 있었다.

[0005] 또한, 초음파의 비선형 특성을 이용하여 구조물의 내부를 검사하는 경우, 재료 또는 측정 장치 고유의 비선형 특성이 결함에 의한 비선형 특성과 함께 측정되기 때문에, 비선형 특성의 절대값을 측정하기 보다는 정상 부위에서의 비선형 특성의 크기와 결함이 존재하는 부위에서의 비선형 특성의 크기를 비교하여 결함의 유무를 판단한다.

[0006] 그러나, 비교 검사를 위해 검사자가 탐촉자를 위치 별로 이동시키면서 검사를 하게 되면 탐촉자를 누르는 압력의 변화 등으로 인해 측정되는 비선형 크기가 변하여 정확한 검사가 수행되지 못하는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0007] 상기한 바와 같은 종래기술의 문제점을 해결하기 위해, 본 발명에서는 현장에서 피검체 내부의 결함을 신속하고 편리하게 검사하고, 검사 결과를 영상으로 제공할 수 있는 초음파 영상 장치 및 그 제어 방법을 제안하고자 한다.

과제 해결수단

[0008] 상기한 목적을 달성하기 위해 본 발명의 바람직한 일실시예에 따르면, 피검체 내부로 초음파 신호를 방사하는 복수의 초음파 방사부; 상기 피검체 내부에서 반사된 초음파 신호를 수신하는 복수의 초음파 수신부; 및 상기 반사되어 수신된 초음파 신호의 비선형 특성을 이용하여 상기 피검체의 내부 영상을 생성하는 영상 처리부를 포함하는 초음파 영상 장치가 제공된다.

[0009] 이 경우, 영상 처리부는 상기 반사되어 수신된 초음파 신호를 이용하여 상기 피검체의 내부 영상의 생성을 위한 영상 데이터를 생성하는 영상 데이터 생성부; 상기 영상 데이터에 기초하여 상기 반사되어 수신된 초음파 신호의 파형을 추출하는 파형 추출부; 상기 추출된 초음파 신호의 파형에 대해 주파수 분석을 수행하여 상기 반사되어 수신된 초음파 신호의 비선형 특성을 나타내는 비선형 파라미터를 추출하는 파라미터 추출부; 및 상기 비선형 파라미터를 이용하여 상기 피검체의 내부 영상을 생성하는 영상 생성부를 포함할 수 있다.

[0010] 또한, 상기 복수의 초음파 방사부 및 상기 복수의 초음파 수신부는 라인(line) 형태로 배열되어 상기 피검체의 일 면에 부착되고, 상기 피검체의 내부 영상은 상기 라인을 일 축으로 하고, 상기 라인과 수직인 상기 피검체의 내부 방향을 타 축으로 하고, 복수의 픽셀로 구성되는 2차원 형태의 영상이고, 상기 복수의 영상 데이터는 상기 피검체의 내부 영상을 구성하는 복수의 픽셀 각각에 대응될 수 있다.

[0011] 본 발명의 다른 일실시예에 따르면, 복수의 초음파 방사부 및 복수의 초음파 수신부를 포함하는 초음파 영상 장치를 제어하는 방법에 있어서, 복수의 초음파 방사부에서 피검체 내부로 초음파 신호를 방사하는 단계; 상기 복수의 초음파 수신부에서 상기 피검체 내부에서 반사된 초음파 신호를 수신하는 단계; 및 상기 추출된 초음파 신호의 비선형 특성을 이용하여 상기 피검체의 내부 영상을 생성하는 단계를 포함하는 초음파 영상 장치의 제어 방법이 제공된다.

효과

[0012] 본 발명의 일실시예에 따르면, 현장에서 피검체 내부의 결함을 신속하고 편리하게 검사하고, 검사 결과를 영상으로 제공할 수 있게 된다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0013] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부한 도면들을 참조하여 상세히 설명하기로 한다. 본 발명을 설명함에 있어 전체적인 이해를 용이하게 하기 위하여 도면 번호에 상관없이 동일한 수단에 대해서는 동일한 참조 번호를

사용하기로 한다.

- [0014] 도 1은 본 발명의 일실시예에 따른 초음파 영상 장치의 상세한 구성을 도시한 블록도이다.
- [0015] 도 1을 참고하면, 본 발명의 일실시예에 따른 초음파 영상 장치(100)는 복수의 초음파 방사부(111 내지 113), 복수의 초음파 수신부(121 내지 123) 및 영상 처리부(130)를 포함한다. 이하, 각 구성 요소 별로 그 기능을 상술하기로 한다.
- [0016] 복수의 초음파 방사부(111 내지 113)는 피검체 내부로 초음파 신호를 방사한다. 이 때, 복수의 초음파 방사부(111 내지 113)는 피검체의 일 면에 부착되어 피검체 내부로 초음파 신호를 방사할 수 있다.
- [0017] 복수의 초음파 수신부(121 내지 123)는 피검체 내부에서 반사된 초음파 신호를 수신한다.
- [0018] 앞서 언급한 바와 같이, 피검체 내부에 결함이 존재하는 경우, 피검체 내부로 방사된 초음파 신호는 결함이 존재하는 지점에서 반사를 일으키게 되는데, 복수의 초음파 수신부(121 내지 123)는 결함이 존재하는 지점에서 반사된 초음파 신호를 수신한다. 이 때, 반사되어 수신된 초음파 신호는 결함에 대한 정보를 포함하게 된다.
- [0019] 본 발명의 일실시예에 따르면, 복수의 초음파 방사부(111 내지 113)와 복수의 초음파 수신부(121 내지 123)는 라인(line) 형태로 배열되어 피검체의 일 면에 부착될 수 있다. 이 때, 하나의 초음파 방사부는 하나의 초음파 수신부와 인접하여 설치되어 하나의 초음파 진동자를 구성할 수 있다.
- [0020] 즉, 도 2에 도시된 바와 같이, 초음파 방사부와 초음파 수신부는 서로 인접하여 설치되어 초음파 진동자(221, 222, 223, 224)를 구성하고, 복수의 초음파 진동자(221 내지 224)는 일렬로 배열될 수 있다. 복수의 초음파 진동자(221 내지 224) 각각은 피검체(210)의 내부 방향(즉, y축 방향)으로 초음파 신호를 방사하고, 피검체(210) 내부에서 반사된 초음파 신호를 수신한다. 도 2에서는 복수의 초음파 진동자(221 내지 224)가 가로 방향(즉, x축 방향)으로 배열되는 것으로 도시하였으나, 복수의 초음파 진동자(221 내지 224)는 세로 방향(z축 방향)으로 배열될 수도 있다.
- [0021] 본 발명의 일실시예에 따르면, 복수의 초음파 방사부(111 내지 113)는 순차적으로 초음파 신호를 방사하고, 복수의 초음파 수신부(121 내지 123)는 순차적으로 방사되어 피검체 내부에서 반사된 초음파 신호를 수신할 수 있다.
- [0022] 예를 들면, 복수의 초음파 방사부(111 내지 113)는 제1 초음파 방사부(111), 제2 초음파 방사부(112), 및 제3 초음파 방사부(113)의 순서대로 초음파를 방사하고, 복수의 초음파 수신부(121 내지 123) 모두는 제1 초음파 방사부(111)에서 방사되어 피검체 내부에서 반사된 초음파 신호를 먼저 수신하고, 제2 초음파 방사부(112), 및 제3 초음파 방사부(113)에서 방사되어 피검체 내부에서 반사된 초음파 신호들을 차례대로 수신할 수 있다.
- [0023] 영상 처리부(130)는 반사되어 수신된 초음파 신호의 비선형 특성을 이용하여 피검체의 내부 영상을 생성한다.
- [0024] 초음파 신호의 비선형 특성은 피검체의 비선형적 탄성 거동에 의해 초음파 신호가 피검체 내부에서 전파되는 동안 초음파 신호의 파형이 왜곡되는 현상을 의미하는 것으로서, 피검체가 열화되거나 피검체 내부에 균열이 있는 경우 더욱 두드러지게 나타난다. 본 발명의 일실시예에 따른 초음파 영상 장치(100)는 초음파의 비선형 특성을 이용하여 피검체의 내부 영상을 생성함으로써, 피검체의 내부 구조에 대한 영상을 보다 자세하게 표현할 수 있게 된다.
- [0025] 이 때, 영상 처리부(130)는 영상 데이터 생성부(131), 파형 추출부(132), 파라미터 추출부(133), 및 영상 생성부(134)를 포함할 수 있다.
- [0026] 영상 데이터 생성부(131)는 반사되어 수신된 초음파 신호를 이용하여 피검체의 내부 영상의 생성을 위한 영상 데이터를 생성한다. 즉, 영상 데이터 생성부(131)는 피검체의 내부 영상을 생성을 위한 로 데이터(raw data)를 생성한다.
- [0027] 앞서 설명한 바와 같이, 복수의 초음파 방사부(111 내지 113)가 순차적으로 초음파 신호를 방사하고, 복수의 초음파 수신부(121 내지 123)가 순차적으로 방사되어 피검체 내부에서 반사된 초음파 신호를 수신하는 경우, 영상 데이터 생성부(131)는 개구 합성법(Synthetic Aperture)에 따라서 영상 데이터를 생성할 수 있다. 이하에서는 도 3을 참고하여 개구 합성법의 원리에 대해 간략히 설명하기로 한다.
- [0028] 도 3은 개구 합성법의 원리를 설명하기 위한 도면이다.

- [0029] 비 집속식 전자 주사 기법의 일종인 개구 합성법은 도 3에 도시된 바와 같이 복수의 탐촉자($r_{p1}, r_{p2}, \dots, r_{pm}$) (도 2의 "초음파 진동자"와 대응됨) 각각에서 신호를 방사하고, 복수의 탐촉자($r_{p1}, r_{p2}, \dots, r_{pm}$) 각각에서 방사되어 반사체 R에서 반사된 신호를 복수의 탐촉자($r_{p1}, r_{p2}, \dots, r_{pm}$) 모두에서 수신하여 이를 반사체 R로부터 복수의 탐촉자(r_{p1}, r_{p2}, \dots) 각각까지의 왕복 전파 시간에 대응시켜 합성함으로써 영상을 재구성하는 기법이다.
- [0030] 개구 합성법은 수신된 신호에 대한 개구 합성이 반드시 시간적으로 동시에 이루어져야 하는 것이 아니므로, 복수의 탐촉자($r_{p1}, r_{p2}, \dots, r_{pm}$)가 순차적으로 신호를 방사하고, 복수의 탐촉자($r_{p1}, r_{p2}, \dots, r_{pm}$) 모두가 순차적으로 방사되어 반사체 R에서 반사된 신호를 수신하고, 주사 과정이 종료한 후 합성 과정이 수행될 수 있다.
- [0031] 본 발명의 일실시예에 따른 영상 데이터 생성부(131)는 개구 합성법에 기초하여, 방사되어 수신된 복수의 초음파 신호의 진폭을 개별적으로 측정하고, 개별적으로 측정된 복수의 초음파 신호의 진폭을 더하여 피검체의 내부에 대한 영상 데이터를 생성할 수 있다. 이에 대한 보다 상세한 설명은 도 5 내지 도 11에 대한 설명을 참고하기로 한다.
- [0032] 파형 추출부(132)는 영상 데이터 생성부(131)에서 생성된 영상 데이터에 기초하여 방사되어 수신된 초음파 신호의 파형을 추출한다.
- [0033] 방사되어 수신된 초음파 신호는 반사된 지점에 존재하는 결함에 대한 정보를 포함하고 있으므로, 파형 추출부(132)는 결함에 대한 정보를 추출하기 위해 영상 데이터에 기초하여 방사되어 수신된 초음파 신호의 파형을 추출한다.
- [0034] 파라미터 추출부(133)는 추출된 초음파 신호의 파형에 대해 주파수 분석을 수행하여 방사되어 수신된 초음파 신호의 비선형 특성을 나타내는 비선형 파라미터를 추출하고, 영상 생성부(134)는 추출된 비선형 파라미터를 이용하여 피검체의 내부 영상을 생성한다. 일례로서, 파라미터 추출부(133)는 추출된 초음파 신호의 파형을 패스트 푸리에 변환(FFT: Fast Fourier Transform)하여 주파수 분석을 수행할 수 있다.
- [0035] 초음파 신호가 결함이 있는 지점에서 반사되는 경우, 반사된 초음파 신호에는 기본 주파수 성분 외에 2배수 고조파 성분이 더 포함되는데, 파라미터 추출부(133)는 추출된 초음파 신호의 파형에 대해 주파수 분석을 수행하여 기본 주파수 성분의 크기와 2배수 고조파 성분의 크기를 추출하고, 기본 주파수 성분의 크기의 제곱과 2배수 고조파 성분의 크기의 비를 비선형 파라미터로 추출할 수 있다. 이 때, 비선형 파라미터는 아래의 수학적 식 1과 같이 표현될 수 있다.

수학적 식 1

$$\beta' = k \times \frac{A_2}{A_1^2}$$

- [0037]
- [0038] 여기서, β' 은 비선형 파라미터, k 는 임의의 상수, A_1 은 기본 주파수 성분의 크기, A_2 는 2배수 고조파 성분의 크기를 각각 의미한다.
- [0039] 그런데, 피검체가 일반 산업용 재료인 경우, 초음파의 비선형 특성은 선형 특성에 비해 매우 약한 경우가 많은데, 이러한 경우, 반사된 초음파 신호에 포함되는 2배수 고조파 성분의 크기도 매우 작게 되어 비선형 파라미터 값을 정확히 측정하지 못하게 된다. 따라서, 선명한 피검체의 내부 영상을 얻기 위해서는 반사된 초음파 신호에 포함되는 2배수 고조파 성분을 정확하게 추출할 수 있어야 한다.
- [0040] 이를 위해, 본 발명의 일실시예에 따른 초음파 영상 장치(100)는 버스트(burst) 형태의 초음파 신호를 이용하여

피검체의 내부 영상을 생성할 수 있다. 다시 말해, 초음파 영상 장치(100)는 하나의 피크점을 갖는 펄스(pulse) 형태의 초음파 신호가 아닌 복수의 피크점을 갖는 버스트 형태의 초음파 신호를 이용하여 피검체의 내부 영상을 생성할 수 있다. 버스트 형태의 초음파 신호는 펄스 형태의 초음파 신호에 비해 주파수 스펙트럼의 대역폭이 작으므로, 버스트 형태의 초음파 신호를 이용하는 경우, 제2 고조파 성분을 보다 정확하게 측정할 수 있게 된다.

- [0041] 또한, 본 발명의 다른 실시예에 따르면, 파라미터 추출부(133)는 위상 반전(phase inversion) 기법을 이용하여 기본 주파수 성분의 크기 및 2배수 고조파 성분의 크기를 추출할 수 있다.
- [0042] 이하에서는 도 4를 참고하여 파라미터 추출부(133)가 위상 반전 기법을 이용하여 기본 주파수 성분의 크기 및 2배수 고조파 성분의 크기를 추출하는 동작을 설명하기로 한다.
- [0043] 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 파라미터 추출부(133)가 위상 반전 기법을 이용하여 기본 주파수 성분의 크기 및 2배수 고조파 성분의 크기를 추출하는 동작을 설명하기 위한 도면이다.
- [0044] 위상 반전(phase inversion) 기법은 수신된 신호의 위상을 180° 반전시킨 후, 위상이 반전된 신호(이하, "제2 신호"라고 한다)와 원 수신 신호를 빼거나 더하여 기본 주파수 성분과 2배수 고조파 성분을 분리하여 추출하는 기법을 의미하는 것이다. 이는 기본 주파수 성분의 크기는 위상 반전에 의해 부호가 바뀌지만, 2배수 고조파 성분의 크기는 수신 신호의 진폭의 제곱에 비례하므로, 위상 반전에 무관하게 부호가 동일하다는 점에 기인한 것이다.
- [0045] 따라서, 원 신호와 위상이 반전된 제2 신호를 더하면 기본 주파수 성분은 서로 상쇄되지만 2차 고조파 성분은 진폭이 배가되는 효과를 얻을 수 있고, 반대로 원 신호와 위상이 반전된 제2 신호를 빼면 기본 주파수 성분만을 얻을 수 있다. 도 4에서는 일례로서, 원 신호(phase 0°)(a)와 위상이 반전된 제2 신호(phase 180°)(b)를 더하여 2배수 고조파 성분(2nd harmonic signal)(c)을 추출하는 동작을 도시하고 있다.
- [0046] 즉, 파라미터 추출부(133)는 반사되어 수신된 초음파 신호의 파형과, 수신된 초음파 신호의 파형의 위상을 반전시킨 제2 초음파 신호의 파형을 이용하여 비선형 파라미터를 정확하게 추출할 수 있게 된다. 이 때, 파라미터 추출부(133)는 초음파 신호가 펄스 형태인지 버스트 형태인지에 상관 없이 위상 반전 기법을 적용하여 비선형 파라미터를 추출할 수 있다.
- [0047] 또한, 후술하는 바와 같이, 파라미터 추출부(133)는 복수의 비선형 파라미터들을 추출하고, 추출된 비선형 파라미터들은 각각 다른 값을 가질 수 있는데, 영상 생성부(134)는 비선형 파라미터들로부터 피검체의 내부 영상의 컬러 값 또는 피검체의 내부 영상의 명암 값을 도출하여 피검체의 내부 영상을 생성할 수 있다.
- [0048] 또한, 도 2에서 설명한 바와 같이, 복수의 초음파 방사부(111 내지 113) 및 복수의 초음파 수신부(121 내지 123)에 의해 구성되는 복수의 초음파 진동자(221 내지 224)가 라인(line) 형태로 배열되어 피검체(210)의 일면에 부착되는 경우, 영상 생성부(130)는 상기 라인을 일 축(x축)으로 하고, 상기 라인과 수직한 피검체의 내부 방향을 타 축(y축)으로 하고, 복수의 픽셀로 구성되는 2차원 형태의 피검체의 내부 영상을 생성할 수 있다. 이 때, 초음파 방사부는 피검체의 내부 방향(y축)으로 초음파를 방사하므로, 2차원 형태의 피검체 내부 영상은 피검체의 세로 방향으로의 단면 영상이 된다.
- [0049] 이하에서는 도 5 및 도 11을 참고하여 본 발명의 일실시예에 따른 초음파 영상 장치(100)가 2차원 형태의 피검체 내부 영상을 생성하는 동작에 대해 보다 상세히 설명하기로 한다.
- [0050] 도 5 내지 도 11은 본 발명의 일실시예에 따른 초음파 영상 장치(100)가 2차원 형태의 피검체 내부 영상을 생성하는 동작을 설명하기 위한 도면이다.
- [0051] 도 5 내지 도 11에서, 복수의 초음파 방사부는 버스트 형태의 초음파 신호를 순차적으로 방사하고, 복수의 초음파 수신부는 순차적으로 방사되어 피검체 내부에서 반사된 버스트 형태의 초음파 신호를 수신하는 것으로 가정한다.
- [0052] 먼저, 도 5에서는 복수의 픽셀을 포함하는 2차원 형태의 피검체 내부 영상의 구조의 일례를 도시하고 있다.
- [0053] 도 5에 도시된 바와 같이, 2차원 형태의 피검체 내부 영상(500)은 원형으로 표시된 복수의 픽셀(510)을 포함하여 구성된다. 여기서, 검은색 원형으로 표시된 픽셀(511 내지 514)은 초음파 방사부 및 초음파 수신부를 포함하여 구성되는 초음파 진동자가 위치하는 지점에서의 픽셀을 의미한다. 픽셀의 수가 많을수록 영상의 분해능은

더 좋아진다. 이하에서는 설명의 편의를 위해, 픽셀(511) 내지 픽셀(514)과 대응되는 지점에 위치하는 초음파 진동자를 각각 제1 초음파 진동자 내지 제4 초음파 진동자로 칭하기로 한다.

- [0054] 영상 처리부(130)가 반사되어 수신된 초음파 신호(532)를 이용하여 2차원 형태의 피검체 내부 영상을 생성하는 동작을 단계별로 설명하면 아래와 같다.
- [0055] 먼저, 제1 단계에서, 영상 데이터 생성부(131)는 피검체의 내부 영상의 생성을 위한 영상 데이터를 생성한다.
- [0056] 만약, 피검체 내부 영상(500)이 도 5에 도시된 바와 같이 구성되는 경우, 영상 데이터 생성부(131)는 피검체 내부 영상(500)을 구성하는 복수의 픽셀의 픽셀 값을 결정하기 위해서 각 픽셀 별 영상 데이터 값을 결정한다. 도 6 내지 도 8을 참고하여 영상 데이터 생성부(131)가 복수의 픽셀과 각각 대응되는 영상 데이터 값을 결정하는 동작을 설명하면 아래와 같다.
- [0057] 도 6에 도시된 바와 같이, 복수의 초음파 진동자 중에서 제2 초음파 진동자가 초음파 신호를 방사하고, 픽셀(515)과 대응되는 지점에 결함이 존재하는 것으로 가정하면, 제2 초음파 진동자에서 방사된 초음파 신호(531)는 픽셀(515)과 대응되는 지점에서 반사를 일으키고, 반사된 초음파 신호(532)는 도 7에 도시된 바와 같이 복수의 진동자로 수신된다.
- [0058] 이 때, 영상 데이터 생성부(131)는 제2 초음파 진동자에서 초음파 신호(531)를 방사하는 시점의 시간 값, 복수의 초음파 진동자에서 반사된 초음파 신호(532)를 수신하는 시점의 시간 값, 초음파 신호(531 및 532)의 전파 속도, 및 반사된 초음파 신호(532)의 진폭 값 중에서 적어도 하나를 이용하여 복수의 픽셀 각각과 대응되는 영상 데이터를 생성한다.
- [0059] 일례로서, 영상 데이터 생성부(131)는 제2 초음파 진동자에서 초음파 신호(531)를 방사하는 시점의 시간 값, 복수의 초음파 진동자에서 반사된 초음파 신호(532)를 수신하는 시점의 시간 값, 초음파 신호(531 및 532)의 전파 속도를 이용하여 픽셀(515)과 대응되는 지점(즉, 결함이 존재하는 지점)의 위치를 결정하고, 반사되어 수신된 초음파 신호(532)의 진폭 값을 이용하여 픽셀(515)에서의 영상 데이터 값을 결정할 수 있다.
- [0060] 이 경우, 영상 데이터 생성부(131)는 아래의 수학적 식 2에 따라서 결함이 존재하는 지점과 대응되는 픽셀(즉, 픽셀(515))의 영상 데이터 값을 결정할 수 있다. 이 경우, 픽셀(515)을 제외한 나머지 지점에서는 방사된 초음파 신호(531)가 반사되지 않았으므로, 영상 데이터 생성부(131)는 픽셀(515)을 제외한 나머지 픽셀과 대응되는 영상 데이터 값을 "0"으로 결정할 수 있다.

수학적 식 2

$$a_{x,y} = \sum_{i=1}^N P_i(t(i,x,y))$$

- [0062]
- [0063] 여기서, $a_{x,y}$ 는 복수의 초음파 진동자 중 어느 하나의 초음파 진동자(본 실시예에서는 "제2 초음파 진동자")에서 방사된 초음파 신호에 의한 (x, y) 좌표에 위치하는 픽셀과 대응되는 영상 데이터 값, N 은 복수의 초음파 진동자의 개수(본 실시예에서는 "4"), $P_i(t(i,x,y))$ 는 i번째 초음파 진동자에서 수신된 초음파 신호의 t 시점에서의 진폭 값을 각각 의미한다.
- [0064] 그런데, 영상 데이터 생성부(131)는 제2 초음파 진동자에서 초음파 신호(531)가 방사된 시점을 기준 시점으로 하여 기 설정된 샘플링 시간 간격으로 복수의 초음파 진동자에서 반사되어 수신된 초음파 신호(532)의 진폭 값

을 저장하고, 저장된 진폭 값을 이용하여 영상 데이터를 생성할 수 있는데, 이와 같이 이산적으로 측정된 초음파 신호의 진폭 값을 이용하는 경우, 반사된 초음파 신호(532)가 실제로 복수의 초음파 진동자에 도달하는 시간과 샘플링 시간 간격은 정확히 일치하지 않을 수 있다. 즉, 복수의 초음파 진동자 중에서 적어도 하나 이상은 샘플링 시간 간격 사이에서 반사된 초음파 신호(532)를 수신할 수 있다.

[0065] 따라서, 본 발명의 일실시예에 따르면, 영상 데이터 생성부(131)는 선형 보간법을 이용하여 실제 반사된 초음파 신호(532)가 도달하는 시점에서의 진폭 값(즉, 영상 데이터 값)을 결정할 수 있다. 이는 아래의 수학적 식 3와 같이 표현될 수 있다.

수학적 식 3

$$a_{x,y} = \sum_{i=1}^N \left(\frac{(t(n) - t_i) \times P_i(n-1) + (t_i - t(n-1)) \times P_i(n)}{t(n) - t(n-1)} \right)$$

[0067]

[0068] 여기서, $t(n)$ 은 n번째 샘플링 시간의 시간 값, t_i 는 i번째 초음파 진동자로 수신되는 초음파 신호(532)의 예상 수신 시간 값, $P_i(n)$ 는 i번째 초음파 진동자에서 n번째 시간 간격에 수신된 초음파 신호(532)의 진폭 값을 각각 의미한다. 이 때, 초음파 신호(532)의 예상 수신 시간 값은 초음파 신호(531)의 방사 지점, 초음파 신호(531, 532)의 전파 속도 및 반사된 초음파 신호(532)의 도달 시점 등을 이용하여 도출할 수 있다.

[0069] 앞서 언급한 바와 같이 복수의 초음파 진동자는 초음파 신호를 순차적으로 방사하므로, 영상 데이터 생성부(131)는 앞서 설명한 방법과 동일한 방법으로 제1 초음파 진동자, 제3 초음파 진동자, 및 제4 초음파 진동자에서 방사된 초음파 신호에 대해 따라서 대한 영상 데이터 값을 생성한다. 따라서, 영상 데이터 생성부(131)는 도 8에 도시된 바와 같이, 제1 초음파 진동자 내지 제4 초음파 진동자에 의한 영상 데이터 값(500a 내지 500d)을 모두 더하여 최종적인 영상 데이터를 생성한다. 이는 아래의 수학적 식 4과 같이 나타낼 수 있다.

수학적 식 4

$$A_{x,y} = \sum_{k=1}^K (a_{x,y})_k$$

[0071]

$$(a_{x,y})_k = \left(\sum_{i=1}^N \left(\frac{(t(n) - t_i) \times P_i(n-1) + (t_i - t(n-1)) \times P_i(n)}{t(n) - t(n-1)} \right) \right)_k$$

[0072]

- [0073] 여기서, $A_{x,y}$ 는 (x, y) 좌표에 위치하는 픽셀과 대응되는 영상 데이터 값, K 는 상기 복수의 초음파 진동자의 개수(본 실시예에서는 "4"), $(a_{x,y})_k$ 는 k번째 초음파 진동자에서 방사된 초음파 신호에 의한 (x, y) 좌표에 위치하는 픽셀과 대응되는 영상 데이터 값을 각각 의미한다.
- [0074] 다음으로, 제2 단계에서, 파형 추출부(132)는 최종적으로 생성된 영상 데이터를 이용하여 반사되어 수신된 초음파 신호의 파형을 추출한다.
- [0075] 이 때, 초음파 신호의 반사는 결함이 존재하는 지점에서 발생하고, 생성된 영상 데이터는 반사되어 수신된 초음파 신호의 진폭 값이므로, 피검체 내부에 라인 형태의 결함이 존재한다면, 파형 추출부(132)는 생성된 영상 데이터 및 초음파 신호의 전파 속도를 이용하여 도 9에 도시된 바와 같이 y축 방향으로 배열되는 복수의 픽셀 라인 별로 복수의 초음파 신호 파형을 추출할 수 있다.
- [0076] 제3 단계에서, 파라미터 추출부(133)는 복수의 픽셀 라인 별로 상기 주파수 분석을 수행하여 도 10에 도시된 바와 같은 주파수 분석 결과를 도출하고, 기본 주파수 성분(f_0)의 크기 및 2배수 고조파 성분($2f_0$)의 크기를 이용하여 복수의 픽셀 라인 별로 비선형 파라미터를 추출한다.
- [0077] 마지막으로, 제4 단계에서, 영상 생성부(134)는 복수의 픽셀 라인 별 비선형 파라미터를 이용하여 도 11에 도시된 바와 같은 2차원 형태의 피검체 내부 영상을 생성한다. 이 때, 피검체 내부에 존재하는 결함의 위치(즉, 비선형 파라미터를 픽셀 값으로 하는 픽셀의 위치)는 추출된 초음파 신호의 파형이 변화하기 시작되는 지점이다.
- [0078] 도 12 내지 도 19는 본 발명의 일실시예에 따른 초음파 영상 생성 장치(100)가 2차원 형태의 피검체 내부 영상을 생성하는 구체적인 일례를 설명하기 위한 도면이다.
- [0079] 도 12 내지 도 19에서, 복수의 초음파 방사부는 2.5MHz, 6 사이클(cycle)의 버스트 형태의 초음파 신호를 순차적으로 방사하고, 복수의 초음파 수신부는 순차적으로 방사되어 피검체 내부에서 반사된 초음파 신호를 수신하는 것으로 가정한다. 또한, 2차원 형태의 피검체 내부 영상을 구성하는 복수의 픽셀 간의 간격은 10 μ m인 것으로 가정한다.
- [0080] 도 12에서는 피검체 내의 결함을 도시하고 있다. 이 때, 결함은 (20, 30)에서 (30, 30)까지 존재하는 것으로 가정한다.
- [0081] 도 13에서는 영상 데이터 생성부(131)에서 생성한 영상 데이터를 도시하고 있다. 도 13을 참고하면, 6개의 선이 반복적으로 나타남을 확인할 수 있는데, 이는 6 사이클의 버스트 형태의 초음파 신호를 이용하였기 때문이다. 만약, 복수의 초음파 방사부가 펄스 형태의 초음파 신호를 송신하는 경우, 이와 같은 현상은 나타나지 않는다.
- [0082] 도 14에서는 파형 추출부(132)에서 추출된 초음파의 파형을 도시하고 있다. 이 때, 추출된 초음파의 파형은 결함의 가운데 부분의 세로축(y축)의 영상 데이터를 이용하여 추출된 것이다.
- [0083] 도 15에서는 파라미터 추출부(133)에서 추출된 초음파의 파형에 대해 패스트 푸리에 변환을 수행하여 주파수 분석을 수행한 결과를 도시하고 있다. 도 15를 참고하면, 2.5MHz 부근에서 기본 주파수 성분의 크기가 최대가 되고, 3.3MHz 부근에서 2배수 고조파 성분의 크기가 최대가 됨을 확인할 수 있다. 파라미터 추출부(133)는 기본 주파수 성분의 크기와 2배수 고조파 성분의 크기에 기초하여 결함의 가운데 부분에 대한 비선형 파라미터(즉, 픽셀 값)를 추출한다.
- [0084] 이 때, 파라미터 추출부(133)는 비선형 파라미터를 보다 정확하게 추출하기 위해 위상 반전 기법을 이용하여 비선형 파라미터를 보다 정확하게 측정할 수 있는데, 도 16은 원 신호에 의한 영상 데이터를, 도 17은 위상이 반전된 신호에 의한 영상 데이터를, 도 18은 도 16의 영상 데이터와 도 17의 영상 데이터를 합한 영상 데이터(즉, 2배수 고조파 성분에 대한 영상 데이터)를 각각 도시하고 있다.
- [0085] 도 19는 결함이 존재하는 모든 부분에 대해 주파수 분석을 수행하여 추출된 비선형 파라미터를 이용하여 영상 생성부(134)가 생성한 피검체의 내부 영상을 도시하고 있다. 이에 따라 검사자는 피검체 내부의 결함을 손쉽게 확인할 수 있게 된다.

- [0086] 도 20 및 도 21은 본 발명의 일실시예에 따른 초음파 영상 장치의 제어 방법에 관한 흐름도를 도시한 도면이다. 이하, 도 20 및 도 21을 참고하여 각 단계에서 수행되는 과정을 상술하기로 한다.
- [0087] 먼저, 단계(S2010)에서는 복수의 초음파 방사부에서 피검체 내부로 초음파 신호를 방사한다.
- [0088] 단계(S2020)에서는 복수의 초음파 수신부에서 피검체 내부에서 반사된 초음파 신호를 수신한다.
- [0089] 본 발명의 일실시예에 따르면, 복수의 초음파 방사부와 복수의 초음파 수신부는 인접하여 설치되고, 라인 형태로 배열되어 피검체의 일 면에 부착될 수 있다.
- [0090] 단계(S2030)에서는 반사되어 수신된 초음파 신호의 비선형 특성을 이용하여 피검체의 내부 영상을 생성한다.
- [0091] 이 때, 복수의 초음파 방사부와 복수의 초음파 수신부가 라인 형태로 배열되는 경우, 피검체의 내부 영상은 상기 라인을 일 축으로 하고, 상기 라인과 수직한 상기 피검체의 내부 방향을 타 축으로 하고, 복수의 픽셀로 구성되는 2차원 형태의 영상일 수 있다.
- [0092] 본 발명의 일실시예에 따르면, 피검체의 내부 영상을 생성하는 단계(S2030)는 도 21에 도시된 바와 같이 단계(S2031) 내지 단계(S2034)를 포함할 수 있다.
- [0093] 단계(S2031)에서는 반사되어 수신된 초음파 신호의 진폭 값을 이용하여 피검체의 내부 영상의 생성을 위한 영상 데이터를 생성하고, 단계(S2032)에서는 영상 데이터에 기초하여 반사되어 수신된 초음파 신호의 파형을 추출하고, 단계(S2033)에서는 추출된 초음파 신호의 파형에 대해 주파수 분석을 수행하여 반사되어 수신된 초음파 신호의 비선형 특성을 나타내는 비선형 파라미터를 추출하고, 단계(S2034)에서는 비선형 파라미터를 이용하여 피검체의 내부 영상을 생성한다.
- [0094] 피검체의 내부 영상이 복수의 픽셀로 구성되는 2차원 형태의 영상인 경우, 단계(S2031)에서 생성되는 복수의 영상 데이터는 복수의 픽셀 각각에 대응되는 값일 수 있다.
- [0095] 본 발명의 일실시예에 따르면, 단계(S2010)에서는 복수의 초음파 방사부에서 순차적으로 초음파 신호를 방사하고, 단계(S2020)에서는 복수의 초음파 수신부에서 순차적으로 방사되어 피검체 내부에서 반사된 초음파 신호를 수신하고, 단계(S2030)에서는 반사되어 수신된 복수의 초음파 신호의 진폭을 개별적으로 측정하고, 개별적으로 측정된 복수의 초음파 신호의 진폭을 더하여 피검체의 내부에 대한 영상 데이터를 생성할 수 있다.
- [0096] 또한, 본 발명의 일실시예에 따르면, 단계(S2031)에서는 복수의 초음파 방사부에서 초음파 신호가 방사된 시점에서의 시간 값, 복수의 초음파 방사부에서 반사된 초음파 신호를 수신하는 시점에서의 시간 값, 초음파 신호의 전파 속도, 및 반사되어 수신된 초음파 신호의 진폭 값 중에서 적어도 하나를 이용하여 복수의 픽셀 각각과 대응되는 영상 데이터를 생성할 수 있다.
- [0097] 또한, 본 발명의 일실시예에 따르면, 피검체의 내부 영상을 구성하는 복수의 픽셀은 피검체의 내부 방향으로 배열되는 복수의 픽셀 라인을 포함하고, 단계(S2032)에서는 복수의 픽셀과 각각 대응되는 영상 데이터 값에 기초하여 복수의 픽셀 라인 별로 반사되어 수신된 초음파 신호의 파형을 추출하고, 단계(S2033)에서는 복수의 픽셀 라인 별로 주파수 분석을 수행하여 복수의 픽셀 라인 별로 비선형 파라미터를 추출하고, 단계(S2034)에서는 복수의 픽셀 라인 별로 추출된 비선형 파라미터를 이용하여 피검체의 내부 영상을 생성할 수 있다.
- [0098] 또한, 본 발명의 일실시예에 따르면, 단계(S2033)에서는 반사되어 수신된 초음파 신호의 기본 주파수 성분의 크기 및 2배수 고조파 성분의 크기를 추출하고, 기본 주파수 성분의 크기의 제곱과 2배수 고조파 성분의 크기의 비를 비선형 파라미터로 추출할 수 있다.
- [0099] 이 경우, 단계(S2033)에서는 반사되어 수신된 초음파 신호의 파형의 위상을 반전하여 제2 초음파 신호 파형을 생성하고, 반사되어 수신된 초음파 신호의 파형 및 제2 초음파 신호 파형을 이용하여 기본 주파수 성분의 크기 및 상기 2배수 고조파 성분의 크기를 추출할 수 있다.
- [0100] 보다 상세하게는, 단계(S2033)에서는 반사되어 수신된 초음파 신호의 파형에서 제2 초음파 신호 파형을 빼서 기본 주파수 성분의 크기를 추출하고, 반사되어 수신된 초음파 신호의 파형과 제2 초음파 신호 파형을 더하여 2배수 고조파 성분의 크기를 추출할 수 있다.
- [0101] 지금까지 본 발명에 따른 초음파 영상 장치의 제어 방법의 실시예들에 대하여 설명하였고, 앞서 도 1 내지 도 19에서 설명한 초음파 영상 장치에 관한 구성이 본 실시예에도 그대로 적용 가능하다. 이에, 보다 상세한 설명

은 생략하기로 한다.

[0102] 또한, 본 발명의 실시예들은 다양한 컴퓨터 수단을 통하여 수행될 수 있는 프로그램 명령 형태로 구현되어 컴퓨터 판독 가능 매체에 기록될 수 있다. 상기 컴퓨터 판독 가능 매체는 프로그램 명령, 데이터 파일, 데이터 구조 등을 단독으로 또는 조합하여 포함할 수 있다. 상기 매체에 기록되는 프로그램 명령은 본 발명을 위하여 특별히 설계되고 구성된 것들이거나 컴퓨터 소프트웨어 당업자에게 공지되어 사용 가능한 것일 수도 있다. 컴퓨터 판독 가능 기록 매체의 예에는 하드 디스크, 플로피 디스크 및 자기 테이프와 같은 자기 매체(magnetic media), CD-ROM, DVD와 같은 광기록 매체(optical media), 플롭티컬 디스크(floptical disk)와 같은 자기-광 매체(magneto-optical), 및 롬(ROM), 램(RAM), 플래시 메모리 등과 같은 프로그램 명령의 예에는 컴파일러에 의해 만들어지는 것과 같은 기계어 코드뿐만 아니라 인터프리터 등을 사용해서 컴퓨터에 의해서 실행될 수 있는 고급 언어 코드를 포함한다. 상기된 하드웨어 장치는 본 발명의 실시예들의 동작을 수행하기 위해 하나 이상의 소프트웨어 모듈로서 작동하도록 구성될 수 있으며, 그 역도 마찬가지이다.

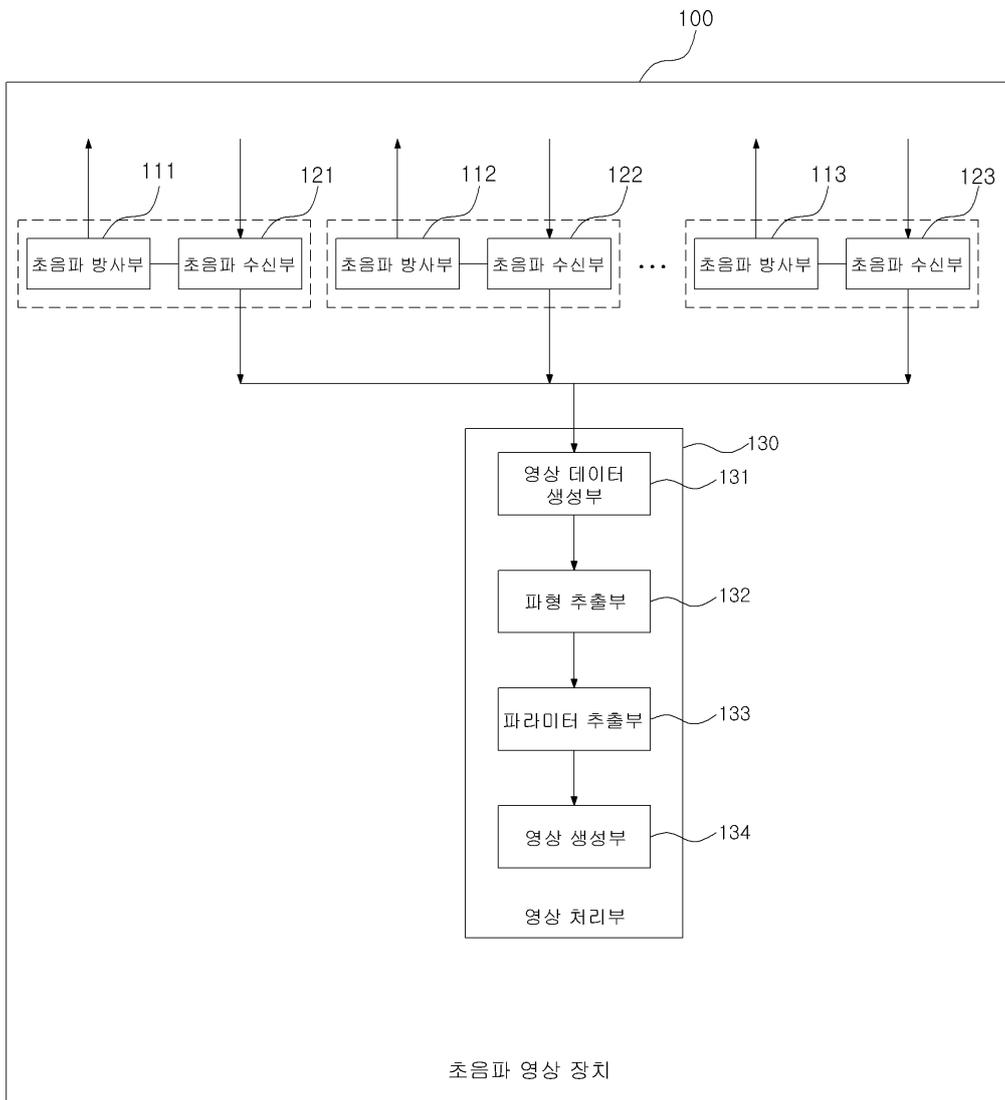
[0103] 이상과 같이 본 발명에서는 구체적인 구성 요소 등과 같은 특정 사항들과 한정된 실시예 및 도면에 의해 설명되었으나 이는 본 발명의 보다 전반적인 이해를 돕기 위해서 제공된 것일 뿐, 본 발명은 상기의 실시예에 한정되는 것은 아니며, 본 발명이 속하는 분야에서 통상적인 지식을 가진 자라면 이러한 기재로부터 다양한 수정 및 변형이 가능하다. 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니되며, 후술하는 특허청구범위뿐만 아니라 이 특허청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

도면의 간단한 설명

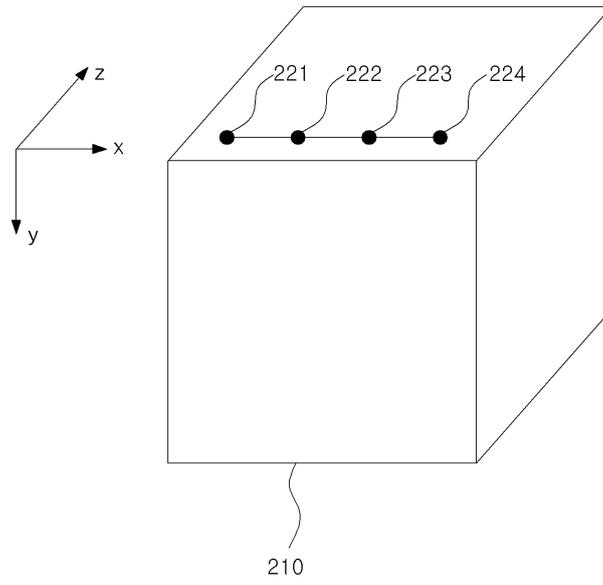
- [0104] 도 1은 본 발명의 실시예에 따른 초음파 영상 장치의 상세한 구성을 도시한 블록도이다.
- [0105] 도 2는 본 발명의 실시예에 따라서, 복수의 초음파 방사부와 복수의 초음파 수신부가 라인 형태로 배열되어 피검체의 일 면에 부착된 형상을 도시한 도면이다.
- [0106] 도 3은 개구 합성법의 원리를 설명하기 위한 도면이다.
- [0107] 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 파라미터 추출부(133)가 위상 반전 기법을 이용하여 기본 주파수 성분의 크기 및 2배수 고조파 성분의 크기를 추출하는 동작을 설명하기 위한 도면이다.
- [0108] 도 5 내지 도 11은 본 발명의 실시예에 따른 초음파 영상 장치(100)가 2차원 형태의 피검체 내부 영상을 생성하는 동작을 설명하기 위한 도면이다.
- [0109] 도 12 내지 도 19는 본 발명의 실시예에 따른 초음파 영상 생성 장치(100)가 2차원 형태의 피검체 내부 영상을 생성하는 구체적인 일례를 설명하기 위한 도면이다.
- [0110] 도 20 및 도 21은 본 발명의 실시예에 따른 초음파 영상 장치의 제어 방법에 관한 흐름도를 도시한 도면이다.

도면

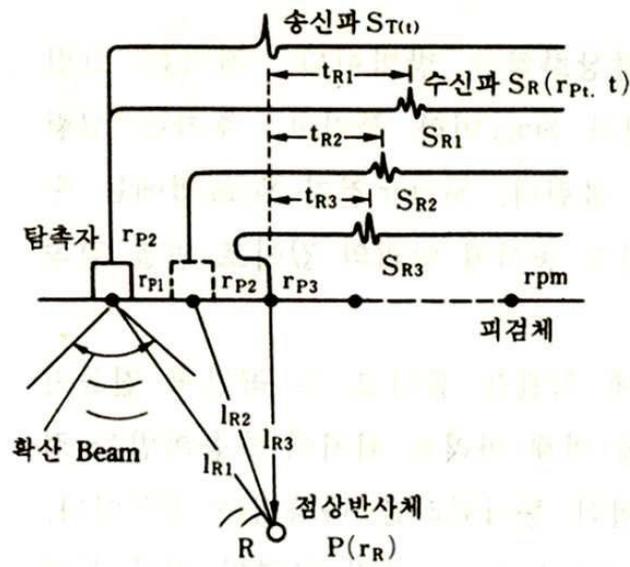
도면1



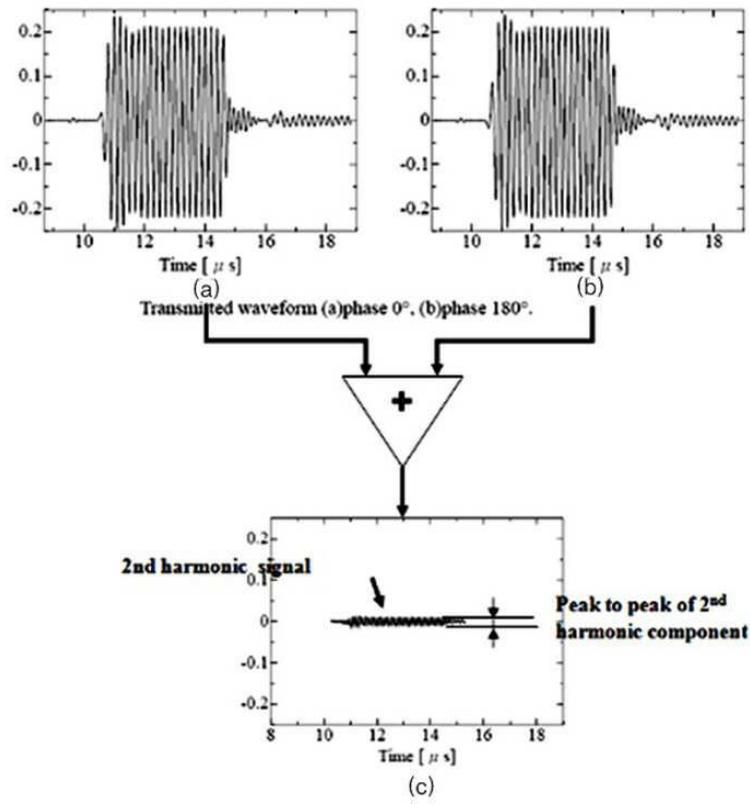
도면2



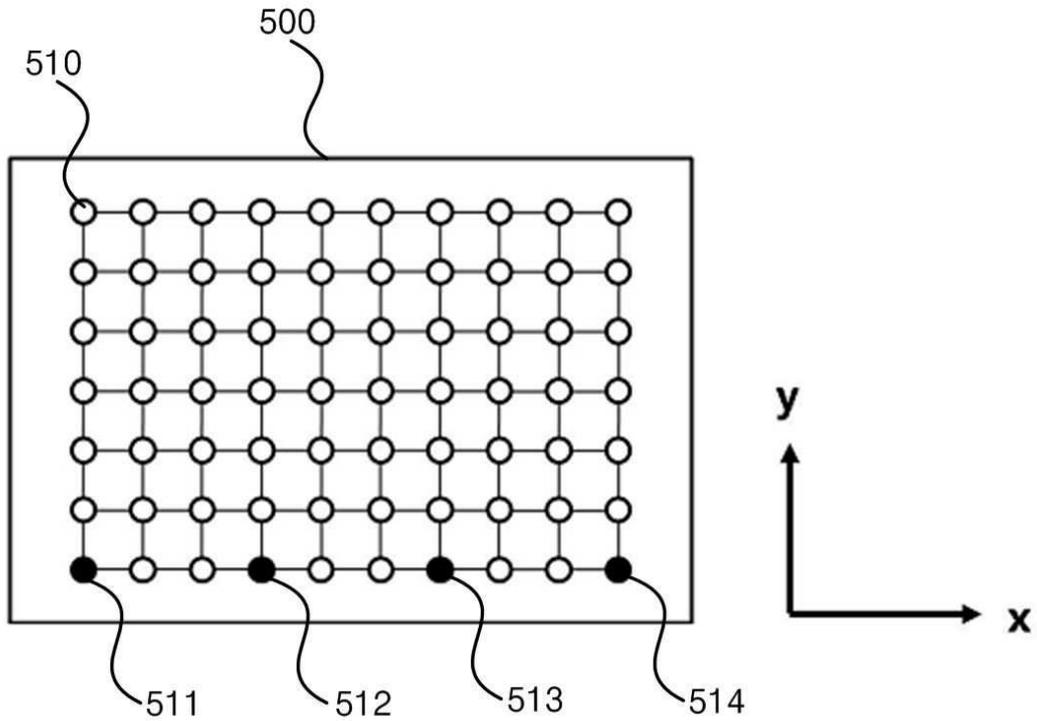
도면3



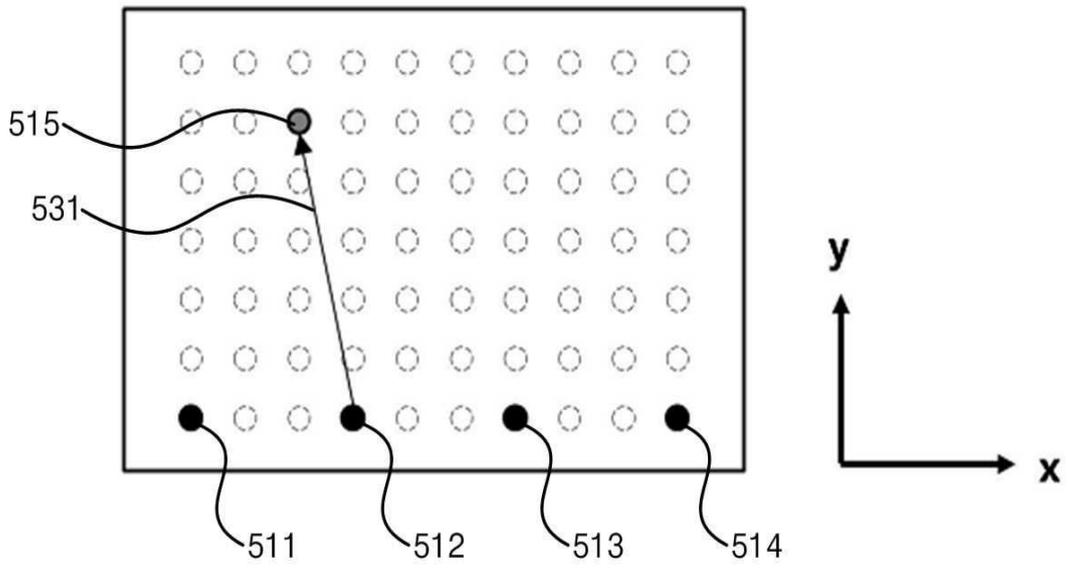
도면4



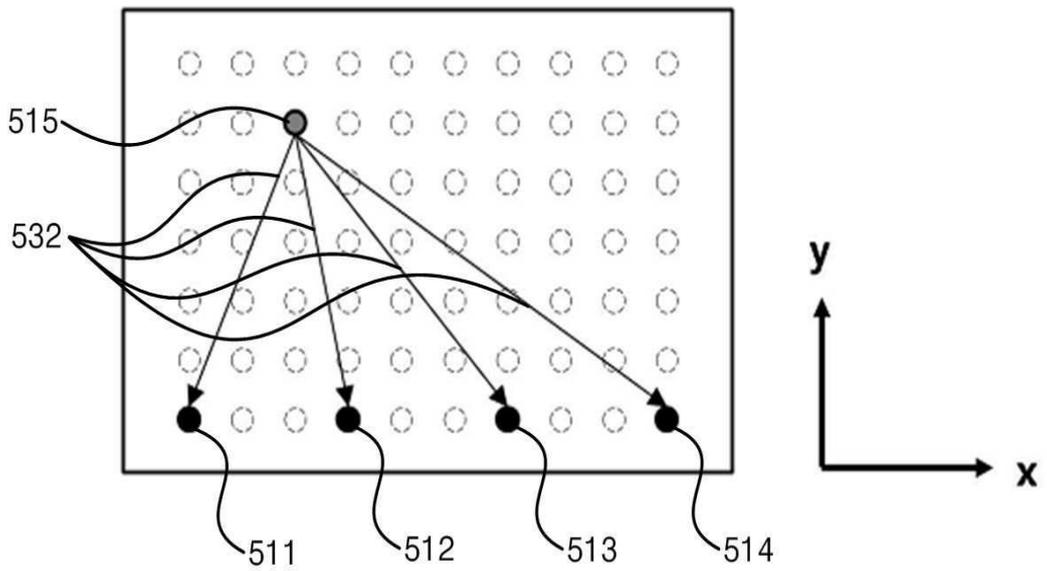
도면5



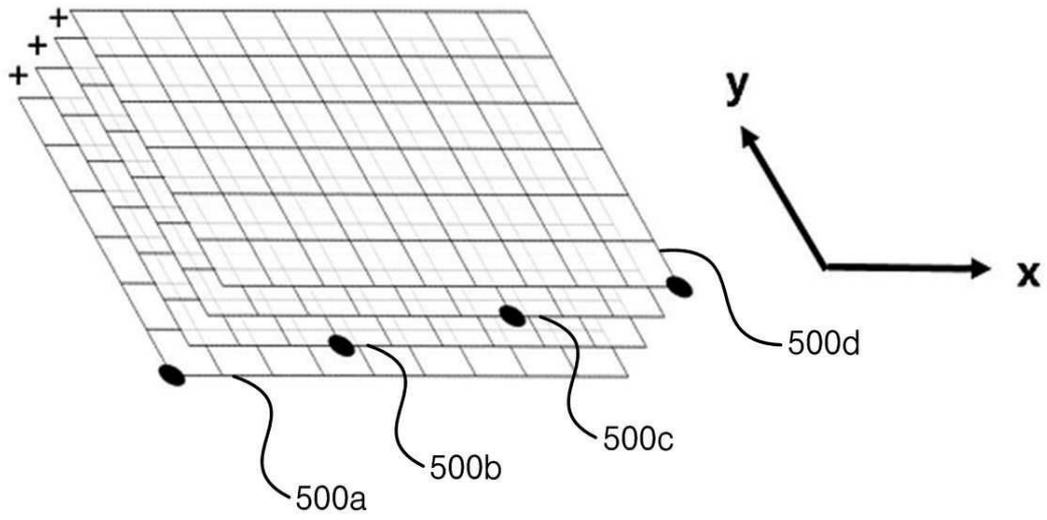
도면6



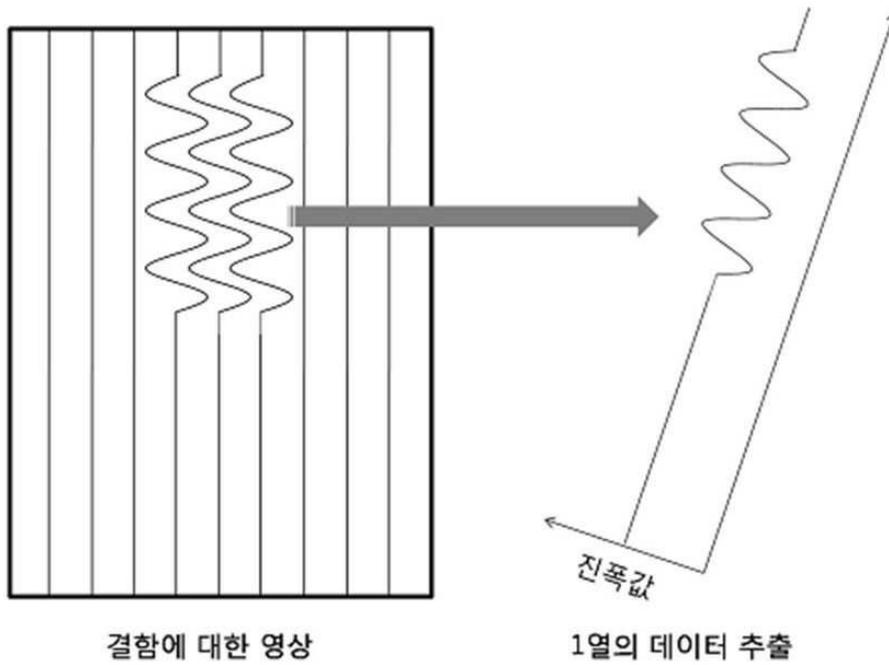
도면7



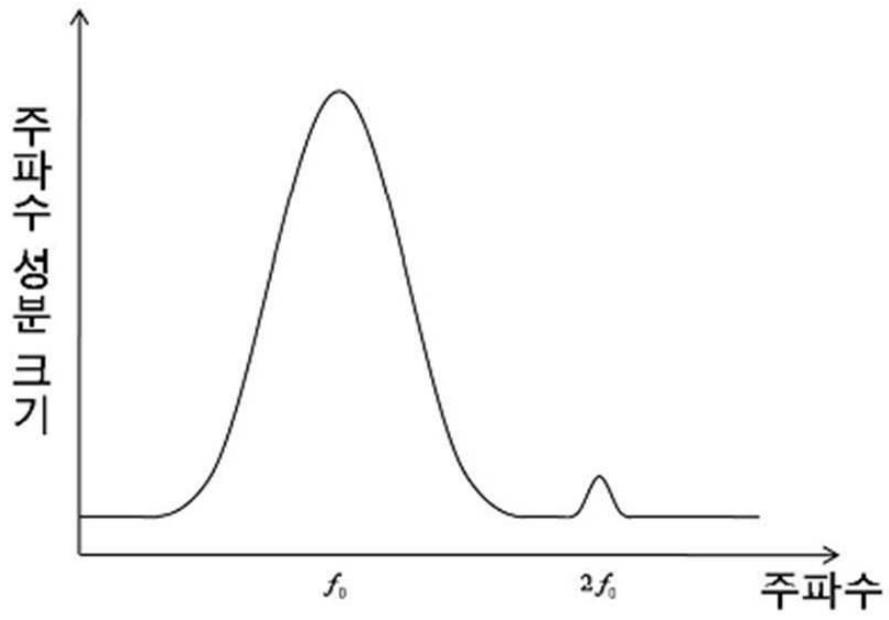
도면8



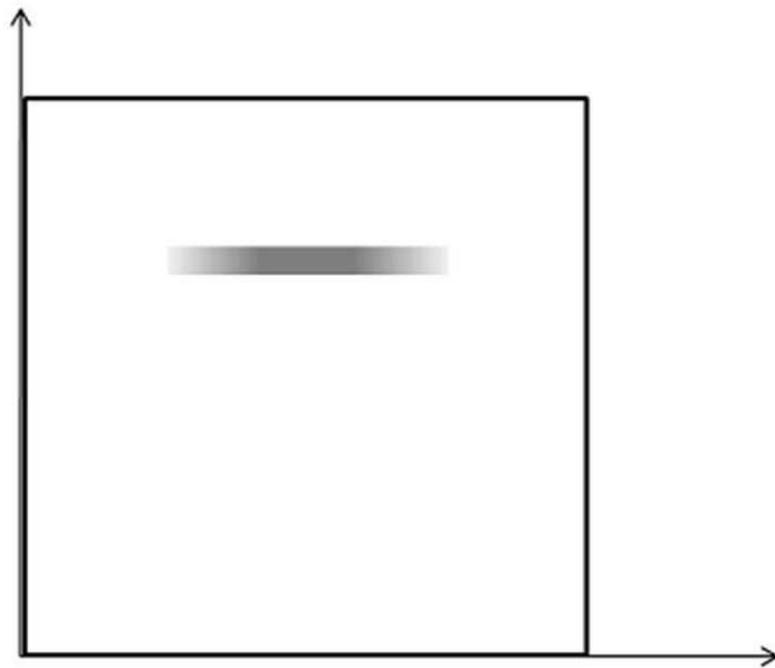
도면9



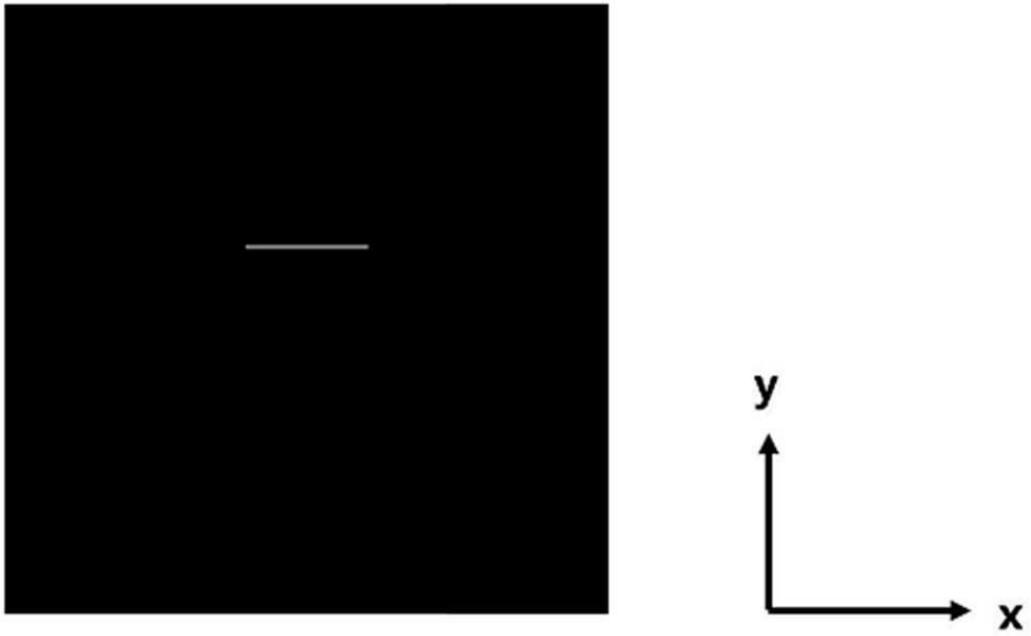
도면10



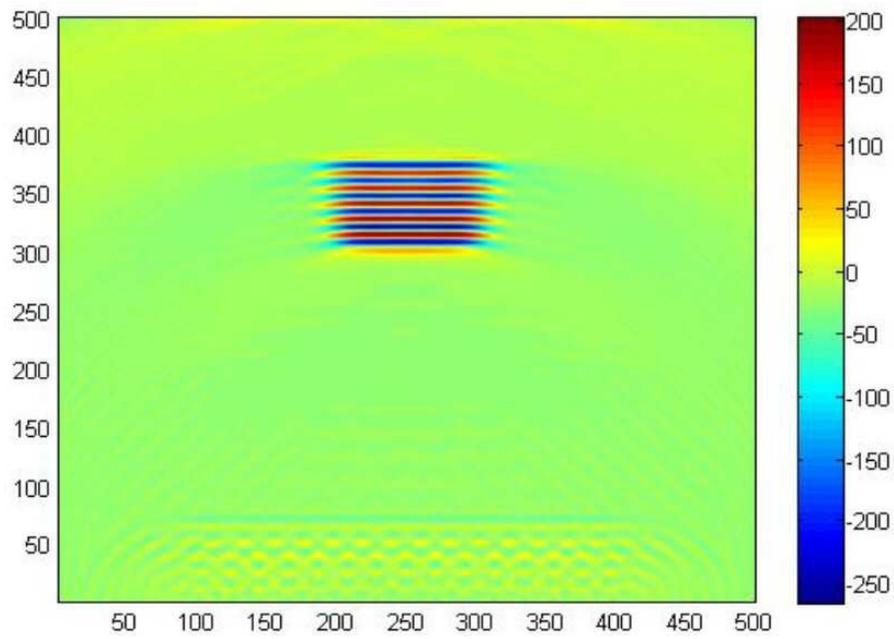
도면11



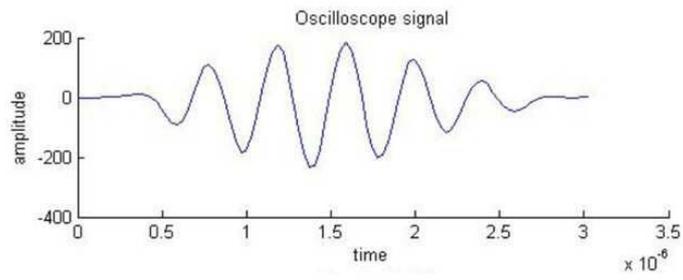
도면12



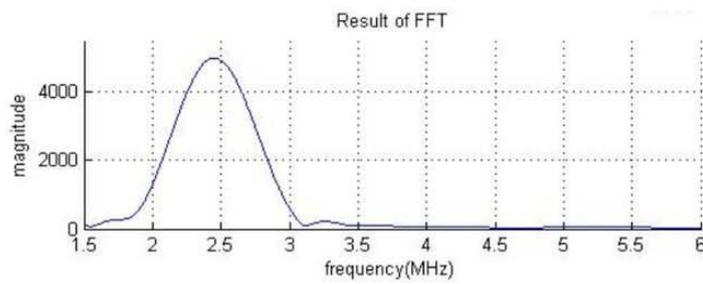
도면13



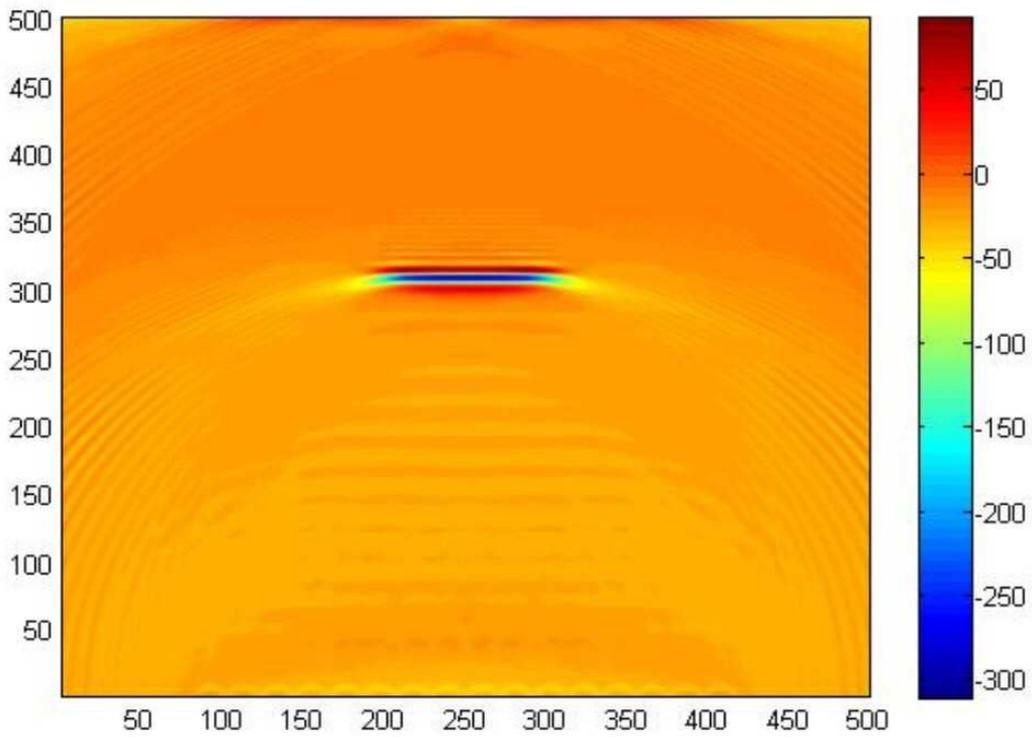
도면14



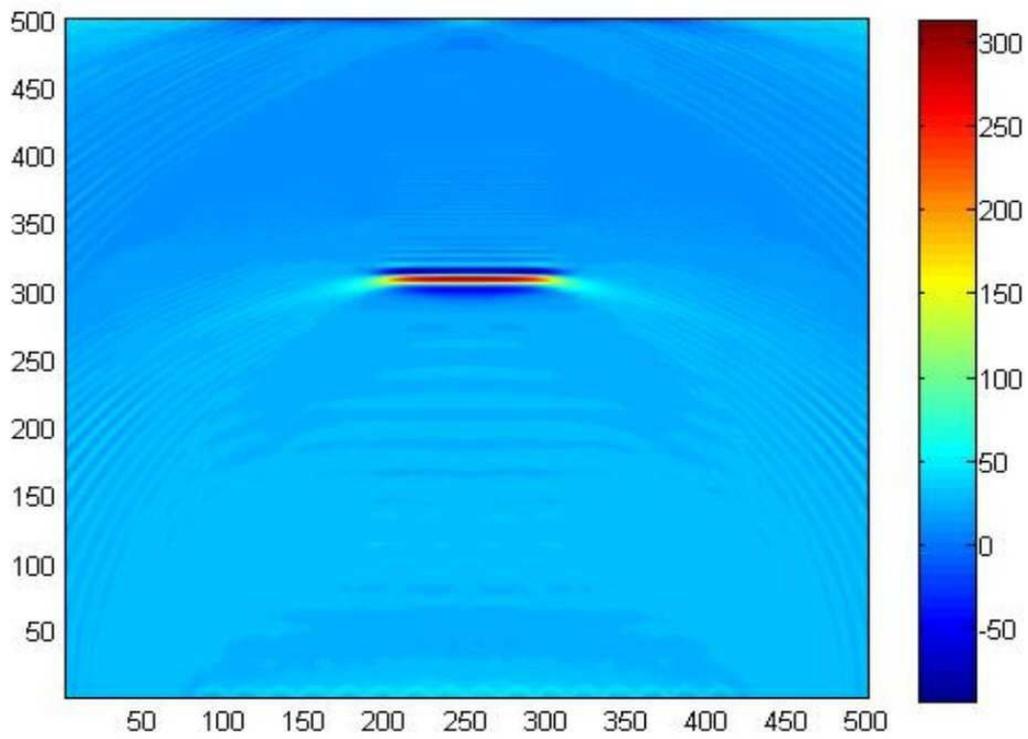
도면15



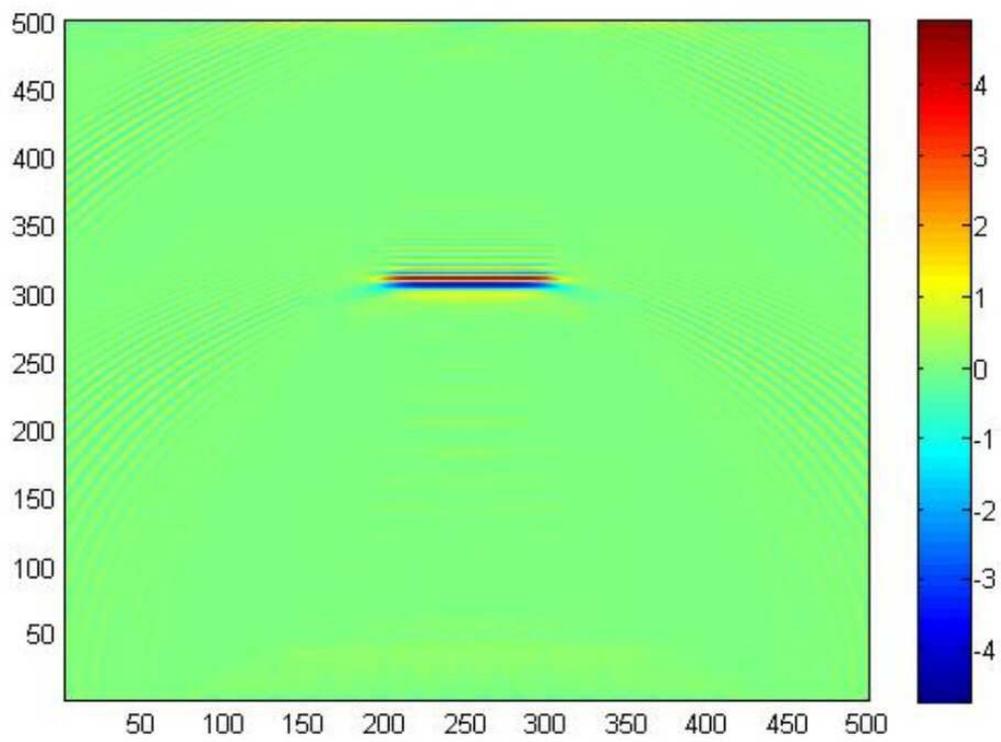
도면16



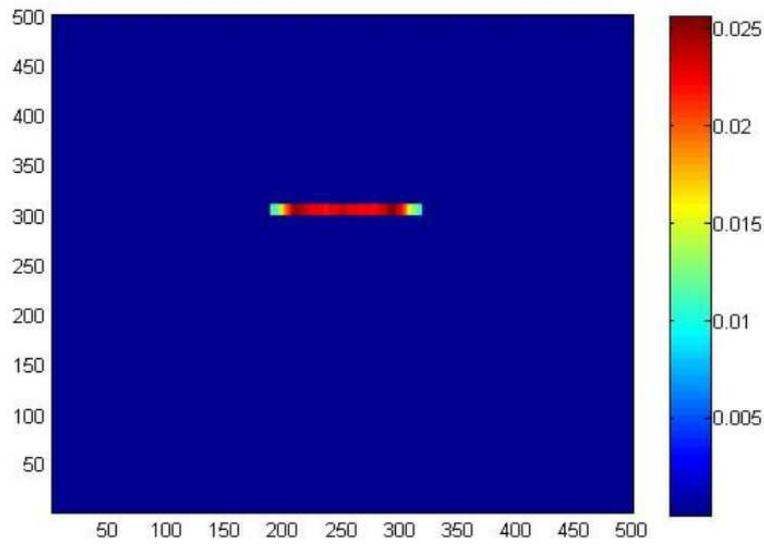
도면17



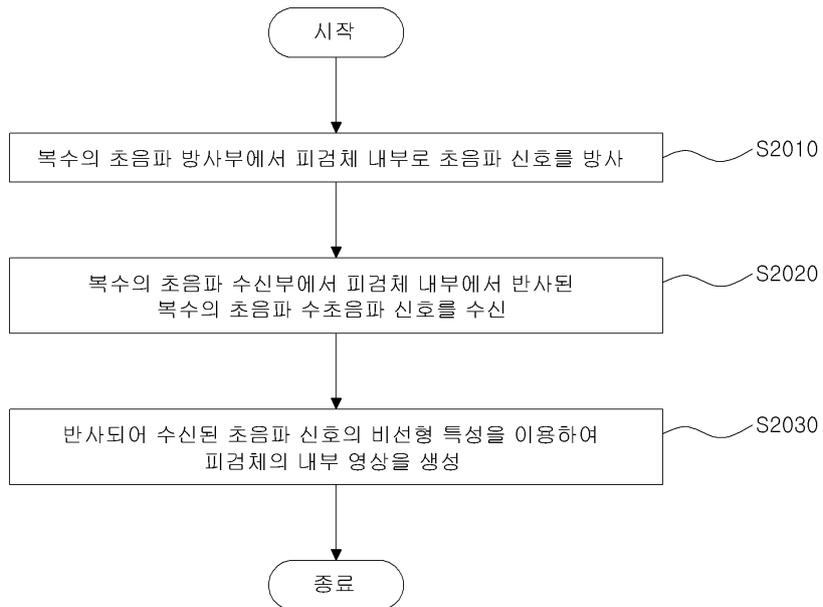
도면18



도면19



도면20



도면21

