



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2015-0047004
(43) 공개일자 2015년05월04일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04R 19/00 (2006.01) A61B 8/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2013-0126701
(22) 출원일자 2013년10월23일
심사청구일자 없음

(71) 출원인
삼성전자주식회사
경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)
(72) 발명자
신형재
경기 성남시 분당구 중앙공원로 53, 125동 703호
(서현동, 시범단지삼성한신아파트)
박상하
서울 서초구 방배로11길 10, 202호 (방배동, 라카
사펠리스)
(74) 대리인
리애펍특허법인

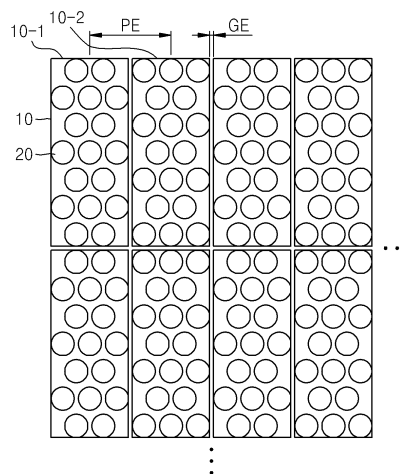
전체 청구항 수 : 총 12 항

(54) 발명의 명칭 초음파 변환기 및 이를 채용한 초음파 진단장치

(57) 요약

개시된 초음파 변환기는, 하면에 오목하게 트랜치가 형성된 기관과, 기관의 상면에 트랜치를 사이에 두고 서로 인접되게 위치되며 각각 2차원 배열된 다수의 초음파 셀을 구비하는 제1, 제2엘리먼트를 포함한다. 제1, 제2엘리먼트의 서로 인접한 제1, 제2외곽선은 상보적인 지그재그 형상이며, 트랜치는 제1, 제2외곽선 사이에 지그재그 형태로 형성된다.

대표도 - 도2



명세서

청구범위

청구항 1

하면에 오목하게 트렌치가 형성된 기관;

상기 기관의 상면에 상기 트렌치를 사이에 두고 서로 인접되게 위치되며, 각각 2차원 배열된 다수의 초음파 셀을 구비하는 제1, 제2엘리먼트;를 포함하며,

상기 제1, 제2엘리먼트의 서로 인접한 제1, 제2외곽선은 상보적인 지그재그 형상이며,

상기 트렌치는 상기 제1, 제2외곽선 사이에 지그재그 형태로 형성되는 초음파 변환기.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 제1외곽선은 상기 제1엘리먼트의 다수의 초음파 셀 중에서 상기 트렌치에 인접하는 제1초음파 셀들의 윤곽을 연결하는 선이며,

상기 제2외곽선은 상기 제2엘리먼트의 다수의 초음파 셀 중에서 상기 트렌치에 인접하는 제2초음파 셀들의 윤곽을 연결하는 선인 초음파 변환기.

청구항 3

제2항에 있어서,

상기 제1초음파 셀들과 상기 제2초음파 셀들은 서로 겹쳐지지 않은 초음파 변환기.

청구항 4

제2항에 있어서,

상기 제1초음파 셀들 중 상기 제2엘리먼트에 가장 가까운 초음파 셀과 상기 제2초음파 셀들 중 상기 제1엘리먼트에 가장 가까운 초음파 셀 사이의 간격을 실효 간격이라 할 때,

상기 실효 간격은 상기 제1, 제2엘리먼트 내의 초음파 셀들 사이의 간격인 셀 간격 이상인 초음파 변환기.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 제1엘리먼트의 다수의 초음파 셀들은 육각 배열되며,

상기 제2엘리먼트의 다수의 초음파 셀들은 상기 제1엘리먼트의 다수의 초음파 셀들과 상보적인 형태로 육각 배열되는 초음파 변환기.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 초음파 셀은 정전 용량성 미세가공 초음파 셀인 초음파 변환기.

청구항 7

기관;

상기 기관의 상면에 배치되며 육각 배열되는 다수의 초음파 셀을 포함하는 제1엘리먼트;

상기 제1엘리먼트와 인접되며, 상기 제1엘리먼트와 상보적인 형태로 육각 배열되는 다수의 초음파 셀을 포함하

는 제2엘리먼트;를 포함하며,

상기 제1엘리먼트의 상기 제2엘리먼트에 인접한 외곽에 위치되는 제1초음파 셀들과 상기 제2엘리먼트의 상기 제1엘리먼트에 인접한 외곽에 위치되는 제2초음파 셀들은 서로 상보적인 지그재그 형태로 배치되며, 서로 겹쳐지지 않는 초음파 변환기.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 기관에는 상기 제1, 제2엘리먼트 간의 체적 탄성파를 차단하는 트렌치가 마련되며,

상기 트렌치는 상기 제1초음파 셀들과 상기 제2초음파 셀들 사이에 지그재그 형태로 형성되는 초음파 변환기.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 트렌치는 상기 기관의 하면에 마련되는 초음파 변환기.

청구항 10

제8항에 있어서,

상기 제1초음파 셀들 중 상기 제2엘리먼트에 가장 가까운 초음파 셀과 상기 제2초음파 셀들 중 상기 제1엘리먼트에 가장 가까운 초음파 셀 사이의 간격을 실효 간격이라 할 때,

상기 실효 간격은 상기 제1, 제2엘리먼트 내의 초음파 셀들 사이의 간격인 셀 간격 이상인 초음파 변환기.

청구항 11

제7항에 있어서,

상기 초음파 셀은 정전 용량성 미세가공 초음파 셀인 초음파 변환기.

청구항 12

제1항 내지 제11항 중 어느 한 항에 기재된 초음파 변환기를 구비하고, 피검체에 초음파를 송신하고 상기 피검체로부터 반향되는 초음파를 수신하는 초음파 프로브;

상기 초음파 프로브에서 검출된 상기 피검체의 정보에 관한 에코 신호에 근거하여 상기 피검체의 화상을 생성하는 신호처리장치;를 포함하는 초음파 진단장치.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 초음파의 발생과 초음파의 감지가 가능한 초음파 변환기 및 이를 채용한 초음파 진단 장치가 개시된다.

배경 기술

[0002] 초음파 진단 장치는 초음파를 사람이나 동물 등의 생체의 피검체 내에 조사하고, 생체 내에서 반사되는 에코 신호를 검출하여 생체 내 조직의 단층상 등을 모니터에 표시하고, 피검체의 진단에 필요한 정보를 제공한다.

[0003] 초음파 진단 장치의 프로브에는 전기적 신호를 초음파 신호로 변환하거나, 반대로 초음파 신호를 전기적 신호로 변환하는 초음파 변환기가 마련된다. 초음파 변환기는 다수의 초음파 셀이 2차원 배열된 형태이다. 초음파 셀로서는 미세가공 초음파 변환기(micromachined ultrasonic transducer, MUT)가 채용된다. 미세가공 초음파 변환기는 변환 방식에 따라서 압전형 초음파 변환기(piezoelectric micromachined ultrasonic transducer, pMUT), 정전 용량형 초음파 변환기(capacitive micromachined ultrasonic transducer, cMUT), 자기형 초음파 변환기(magnetic micromachined ultrasonic transducer, mMUT) 등이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0004] 초음파를 생성/감지하는 유효 면적을 크게 할 수 있는 초음파 변환기 및 이를 채용한 초음파 진단 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.
- [0005] 주파수 응답 특성의 대역 폭(bandwidth)의 감소를 줄일 수 있는 초음파 변환기 및 이를 채용한 초음파 진단 장치를 제공하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0006] 일 측면에 따른 초음파 변환기는, 하면에 오목하게 트렌치가 형성된 기관; 상기 기관의 상면에 상기 트렌치들 사이에 두고 서로 인접되게 위치되며, 각각 2차원 배열된 다수의 초음파 셀을 구비하는 제1, 제2엘리먼트;를 포함하며, 상기 제1, 제2엘리먼트의 서로 인접한 제1, 제2외곽선은 상보적인 지그재그 형상이며, 그 수직 거리는 상기 트렌치의 폭 이상이다.
- [0007] 상기 트렌치는 상기 제1, 제2외곽선 사이에 지그재그 형태로 형성될 수 있다.
- [0008] 상기 제1외곽선은 상기 제1엘리먼트의 다수의 초음파 셀 중에서 상기 트렌치에 인접하는 제1초음파 셀들의 윤곽을 연결하는 선이며, 상기 제2외곽선은 상기 제2엘리먼트의 다수의 초음파 셀 중에서 상기 트렌치에 인접하는 제2초음파 셀들의 윤곽을 연결하는 선일 수 있다.
- [0009] 상기 제1초음파 셀들과 상기 제2초음파 셀들은 서로 겹쳐지지 않을 수 있다.
- [0010] 상기 제1초음파 셀들 중 상기 제2엘리먼트에 가장 가까운 초음파 셀과 상기 제2초음파 셀들 중 상기 제1엘리먼트에 가장 가까운 초음파 셀 사이의 간격을 실효 간격이라 할 때, 상기 실효 간격은 상기 제1, 제2엘리먼트 내의 초음파 셀들 사이의 간격인 셀 간격 이상일 수 있다.
- [0011] 상기 제1엘리먼트의 다수의 초음파 셀들은 육각 배열되며, 상기 제2엘리먼트의 다수의 초음파 셀들은 상기 제1엘리먼트의 다수의 초음파 셀들과 상보적인 형태로 육각 배열될 수 있다.
- [0012] 상기 초음파 셀은 정전 용량성 미세가공 초음파 셀일 수 있다.
- [0013] 일 측면에 따른 초음파 변환기는, 기관; 상기 기관의 상면에 배치되며 육각 배열되는 다수의 초음파 셀을 포함하는 제1엘리먼트; 상기 제1엘리먼트와 인접되며, 상기 제1엘리먼트와 상보적인 형태로 육각 배열되는 다수의 초음파 셀을 포함하는 제2엘리먼트;를 포함하며, 상기 제1엘리먼트의 상기 제2엘리먼트에 인접한 외곽에 위치되는 제1초음파 셀들과 상기 제2엘리먼트의 상기 제1엘리먼트에 인접한 외곽에 위치되는 제2초음파 셀들은 서로 상보적인 지그재그 형태로 배치되며, 서로 겹쳐지지 않는다.
- [0014] 상기 기관에는 상기 제1, 제2엘리먼트 간의 체적 탄성파를 차단하는 트렌치가 마련되며, 상기 트렌치는 상기 제1초음파 셀들과 상기 제2초음파 셀들 사이에 지그재그 형태로 형성될 수 있다.
- [0015] 상기 트렌치는 상기 기관의 하면에 마련될 수 있다.
- [0016] 상기 제1초음파 셀들 중 상기 제2엘리먼트에 가장 가까운 초음파 셀과 상기 제2초음파 셀들 중 상기 제2엘리먼트에 가장 가까운 초음파 셀 사이의 간격을 실효 간격이라 할 때, 상기 실효 간격은 상기 제1, 제2엘리먼트 내의 초음파 셀들 사이의 간격인 셀 간격 이상이다.
- [0017] 상기 초음파 셀은 정전 용량성 미세가공 초음파 셀일 수 있다.
- [0018] 일 측면에 따른 초음파 진단 장치는, 제1항 내지 제12항 중 어느 한 항에 기재된 초음파 변환기를 구비하고, 피검체에 초음파를 송신하고 상기 피검체로부터 반향되는 초음파를 수신하는 초음파 프로브; 상기 초음파 프로브에서 검출된 상기 피검체의 정보에 관한 에코 신호에 근거하여 상기 피검체의 화상을 생성하는 신호처리장치;를 포함한다.

발명의 효과

- [0019] 상술한 초음파 변환기 및 초음파 진단 장치에 따르면, 인접하는 엘리먼트들 간의 체적 탄성파의 전달을 차단할 수 있는 트렌치를 형성하기 위한 공간을 확보하면서 엘리먼트들 간의 실효 간격을 최소화할 수 있어, 초음파 변환기 내에서의 초음파 셀의 유효 면적을 확대할 수 있으며, 넓은 주파수 응답 대역폭을 확보할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0020]

도 1은 초음파 진단장치의 일 실시예의 개략적인 구성도이다.

도 2는 초음파 변환기의 일 실시예의 평면도이다.

도 3은 초음파 셀로서 정전 용량성 미세가공 초음파 변환기를 채용한 초음파 변환기의 일 실시예의 단면도이다.

도 4는 엘리먼트 내에 초음파 셀들이 육각 배열된 모습을 도시한 평면도이다.

도 5는 엘리먼트 내에서 초음파 셀들이 사각 배열된 모습을 도시한 평면도이다.

도 6은 인접하는 제1, 제2엘리먼트 사이에 트렌치가 형성된 초음파 변환기의 일 실시예를 개략적으로 도시한 단면도이다.

도 7은 초음파 셀들이 사각 배열된 경우에 간격(GE)이 있는 경우와 없는 경우의 대역폭을 시뮬레이션 한 결과를 도시한 그래프이다.

도 8은 도 2에 도시된 초음파 변환기의 일 실시예에서 인접하는 제1, 제2엘리먼트를 상세히 도시한 평면도이다.

도 9는 도 8에 도시된 초음파 변환기의 기관의 하면에 트렌치가 형성된 모습을 도시한 도면이다.

도 10은 엘리먼트 내에 초음파 셀들이 사각 배열된 경우의 실효 간격(GE')을 보여주는 평면도이다.

도 11은 도 8에 도시된 본 실시예의 초음파 변환기와 도 10에 도시된 비교예의 초음파 변환기의 유효면적 밀도를 비교한 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0021]

이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 상세히 설명한다. 도면에서 동일한 참조부호는 동일한 구성요소를 지칭하며, 각 구성요소의 크기나 두께는 설명의 명료성을 위하여 과장되어 있을 수 있다.

[0022]

도 1은 초음파 진단장치의 일 실시예의 개략적인 구성도이다. 도 1을 참조하면, 초음파 진단장치는 초음파 프로브(1)와 신호처리장치(2)를 포함한다. 초음파 프로브(1)는 피검체(예를 들어, 인체)(3)에 초음파(4a)를 송신하고 피검체(3)로부터 반향되는 초음파(4b)를 수신하는 초음파 변환기(5)를 포함한다. 초음파 변환기(5)는 하우징(6) 내에 수용된다.

[0023]

신호처리장치(2)는 초음파 프로브(1)를 제어하며 초음파 프로브(1)에서 검출된 피검체의 정보에 관한 에코 신호에 근거하여 피검체(3)의 화상을 생성한다. 신호처리장치(2)는 제어부(6)와 영상 생성부(7)를 포함할 수 있다. 제어부(6)는 초음파(4a)(4b)를 송/수신하도록 초음파 변환기(5)를 제어할 수 있다. 제어부(6)는 초음파를 피검체의 어느 위치에 어떤 강도로 조사할 것인지 등을 결정한 후에 그 결과에 따라 초음파 변환기(5)를 제어할 수 있다. 제어부(6)는 초음파 프로브(1)의 일반적인 동작들을 추가로 제어할 수 있다는 것을 당해 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이해할 수 있다. 진단을 위하여 초음파 변환기(5)는 피검체에서 반사된 에코 초음파를 수신하여 에코 초음파 신호를 생성할 수 있다. 영상 생성부(7)는 에코 초음파 신호를 수신하고, 이를 이용하여 피검체에 대한 초음파 영상들을 생성한다. 에코 초음파 신호를 이용하여 초음파 영상들을 생성하는 일반적인 과정은 당해 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 자명하므로, 이에 대한 자세한 설명은 생략한다. 초음파 영상은 디스플레이(8)를 통하여 표시될 수 있다.

[0024]

신호처리장치(2)는 예를 들어 다수의 논리 게이트들의 어레이를 포함하는 프로세서에 의하여 구현될 수 있으며, 범용적인 마이크로 프로세서와 이 마이크로 프로세서에서 실행될 수 있는 프로그램이 저장된 메모리의 조합으로 구현될 수도 있다. 또한, 다른 적절한 형태의 하드웨어로 구현될 수도 있음을 본 실시예가 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 이해할 수 있다.

[0025]

도 2는 초음파 변환기(5)의 일 실시예의 평면도이다. 도 2를 참조하면, 초음파 변환기(5)는 횡방향 및 종방향으로 2차원 배열된 다수의 엘리먼트(10)들을 포함한다. 각각의 엘리먼트(10)는 2차원 배열된 다수의 초음파 셀(20)을 구비한다. 초음파 셀(20)은 그 자체가 하나의 초음파 변환기로서, 압전형 미세가공 초음파 변환기(piezoelectric micromachined ultrasonic transducer, pMUT), 정전 용량형 미세가공 초음파 변환기(capacitive micromachined ultrasonic transducer, cMUT), 자기형 미세가공 초음파 변환기(magnetic micromachined ultrasonic transducer, mMUT) 등이 채용될 수 있다. 본 실시예에서는 초음파 셀(20)로서 정전 용량성 미세가공 초음파 변환기가 채용된다. 압전형 미세가공 초음파 변환기는 압전 소자를 사용하므로 미소하

게 제작하는 데에 한계가 있다. 이에 대하여, 정전 용량성 미세가공 초음파 변환기는 그 크기가 수십 마이크로에 불과하다. 정전용량성 미세가공 초음파 변환기는 일련의 반도체 공정에 의하여 제조될 수 있으므로, 압전형 미세가공 초음파 변환기에 비하여 제한된 영역 내에 더 많은 수의 초음파 셀(20)을 2차원 배열할 수 있다. 그러므로, 대단히 높은 진단 정밀도를 달성할 수 있으며 고해상도의 진단 영상을 얻을 수 있다.

[0026]

도 3은 초음파 셀(20)로서 정전 용량성 미세가공 초음파 변환기를 채용한 초음파 변환기(10)의 일 실시예의 단면도이다. 도 3을 참조하면, 정전 용량성 미세가공 초음파 변환기는 웨이퍼(21) 상에 하부 전극(22)과, 절연층(23), 및 캐비티(27)를 정의하는 벽체(24)를 형성하고, 벽체(24) 위에 상부 전극(26)이 증착된 진동막(25)을 설치함으로써 제조될 수 있다. 기관(21)으로서 저 저항성 기관이 채용되는 경우 기관(21)이 하부 전극(22)으로서 기능할 수 있으므로, 도 3에 도시된 구조에서 하부 전극(22)은 생략될 수 있다. 이와 같은 구성에 의하면, 하부 전극(22)과 상부 전극(26)이 증착된 진동막(25)이 커패시터(capacitor)를 형성하게 된다. 양 전극(22)(26) 사이에 직류전압이 인가되면 정전기력(쿨롱 힘)에 의하여 진동막(25)의 변위가 유발되어 진동막(25)이 하부 전극(22)쪽으로 당겨지게 된다. 진동막(25)은 진동막(25)의 내부 응력에 의한 항력과 정전기력이 평형을 이루는 위치에서 정지된다. 이 상태에서 직류전압보다 작은 교류전압이 인가되면 진동막(25)이 진동하며 초음파가 발생된다. 반대로 직류전압이 인가되어 진동막(25)의 변위가 유발된 상태에서 외부로부터 초음파의 음압이 진동막(25)에 작용되면 진동막(25)의 변위가 바뀐다. 진동막(25)의 변위의 변화는 정전용량의 변화를 유발한다. 이 정전용량의 변화를 검출함으로써 초음파를 수신할 수 있다. 즉, 정전용량성 미세가공 초음파 변환기를 이용하면, 치료 및/또는 진단을 위한 초음파의 생성과 수신이 가능하다.

[0027]

초음파 변환기(5)는, 요구되는 주파수 성능과 사용되는 재료의 물리적 특성, 제작 공정의 제한 등의 요인을 감안하여, 하나의 구동 단위를 형성하는 다수의 엘리먼트(10)가 1차원 또는 2차원 배열된 형태이다. 다수의 엘리먼트(10) 각각에는 다수의 초음파 셀(20)이 배열된다.

[0028]

초음파 셀(20)들이 형성된 기관(21)은 구동 기관(30) 상에 배치된다. 구동 기관(30)에는 상부 전극(26) 및 하부 전극(22)에 각각 전기적으로 연결되는 제1, 제2급전부(31)(32)가 마련된다. 제1, 제2급전부(31)(32)를 통하여 초음파 셀(20)들에 신호 전압을 인가하거나 초음파 셀(10)들의 초음파 감지 신호를 수신할 수 있다. 도 3에서 참조부호 41과 42는 각각 기관(21)과 구동 기관(30)에 마련된 절연층이다.

[0029]

제1급전부(31)는 구동 기관(30)을 관통하여 형성되고 그 내부에 도전성 물질이 충전된 도전성 비어(31a)와, 도전성 비어(31a)의 상단부에 위치되는 도전성 패드(31b)와, 도전성 비어(31a)의 하측에 배치되며 외부 신호원과 도전성 비어(31a)를 전기적으로 연결시키는 전극 패드(31c)를 구비할 수 있다. 기관(21)에는 상부 전극(26)과 제1급전부(31)를 전기적으로 연결하기 위한 제1연결부(28)가 마련될 수 있다. 제1연결부(28)는 기관(21)을 관통하는 비어홀(28a)과, 비어홀(28a)에 마련되며, 상부 전극(26)과 전기적으로 연결되는 도전층(28b)을 포함할 수 있다. 도전층(28b)의 하단부는 기관(21)의 하면을 따라 연장되며, 도전성 패드(31b)에 전기적으로 접속된다. 이와 같은 구성에 의하여, 제1급전부(31)를 통하여 상부 전극(26)에 전압을 인가할 수 있다. 하나의 엘리먼트(10) 내의 초음파 셀(20)들의 상부 전극(26)은 공통 전극일 수 있다. 또한, 초음파 변환기(5)를 구성하는 전체 엘리먼트(10)의 상부 전극(26)이 공통 전극일 수 있다. 다만, 이에 의하여 본 발명의 범위가 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 다수의 엘리먼트(10)를 둘 이상의 그룹으로 구분하고, 각 그룹에 대하여 각각 제1급전부(31)가 마련될 수도 있다.

[0030]

제2급전부(32)는 구동 기관(30)을 관통하여 형성되고 그 내부에 도전성 물질이 충전된 도전성 비어(32a)와, 도전성 비어(32a)의 상단부에 위치되는 도전성 패드(32b)와, 도전성 비어(32a)의 하측에 배치되며 외부 신호원과 도전성 비어(32a)를 전기적으로 연결시키는 전극 패드(32c)를 구비할 수 있다. 기관(21)은 저 저항 기관일 수 있다. 이 경우 하부 전극(22)과 제2급전부(32)를 전기적으로 연결하기 위한 구조를 간소화할 수 있다. 도 3을 참조하면, 기관(21)의 하면에는 기관(21)과 전기적으로 접속된 제2연결부(29)가 마련된다. 제2연결부(29)는 도전성 물질로 된 접속 패드일 수 있다. 제2연결부(29)는 도전성 패드(32b)와 연결된다. 이와 같은 구성에 의하여, 제2급전부(32)는 외부 신호원으로부터 전기적 신호 예를 들어, 전압을 하부 전극(22)에 인가할 수 있으며, 캐비티(27) 내의 정전 용량의 변화를 전기적 신호로서 외부로 전달할 수 있다. 전술한 바와 같이 기관(21)이 저 저항성 기관인 경우 기관(21)이 하부 전극(22)으로서 기능하고, 하부 전극(22)이 생략될 수도 있다. 또한, 도면으로 도시되지는 않았지만, 기관(21)이 고 저항성 기관인 경우에는 제2연결부(29)는 기관(21)을 관통하는 비어홀과, 이 비어홀에 마련되며, 하부 전극(22)과 전기적으로 연결되고 그 하단부가 기관(21)의 하면을 따라 연장되어 도전성 패드(32b)에 전기적으로 접속되는 도전층을 포함할 수 있다.

[0031]

엘리먼트(10) 내의 초음파 셀(20)들은 셀 간격(GC)을 두고 서로 이격되어야 한다. 하나의 초음파 셀(20)의 유효

면적은 진동막(25)이 배치되는 캐비티(27)의 투영 면적과 동일하다. 그러므로, 셀 간격(GC)이 커지면 엘리먼트(10)의 면적과 초음파를 생성/감지하는데 기여하는 초음파 셀(20)들의 유효면적의 총합과의 비인 유효 면적비가 감소된다. 그러므로, 엘리먼트(10) 내에서 초음파 셀(20)들은 가급적 큰 유효 면적비를 확보할 수 있도록 배치될 필요가 있다.

본 실시예에 따르면, 엘리먼트(10) 내의 초음파 셀(20)들은 육각 배열(hexagonal arrangement)된다. 도 4에는 초음파 셀(20)들이 육각 배열된 일 예가 도시되어 있다. 이러한 배치 형태에 의하면, 하나의 초음파 셀(20)이 엘리먼트(10) 내에서 차지하는 물리적 영역은 초음파 셀(20)들 사이의 셀 간격(GC)을 고려하면, 한 변의 길이가 d_h 인 정육각형 형태가 된다. 이 정육각형은 직경(D)이 초음파 셀(20)의 유효 직경(D_e) + 셀 간격(GC)인 원에 외접하며, 이 경우,

$$D = \tan 60^\circ \times d_h$$

가 된다.

초음파 셀(20)이 차지하는 면적(A_u)은, 한 변의 길이가 d_h 인 정육각형의 면적이므로,

$$A_u = \frac{6}{2} \tan 60^\circ \times d_h^2 = \frac{6}{4} \frac{D^2}{\tan 60^\circ}$$

이 된다.

이제 초음파 셀(20)의 유효반경을 $r = D_e/2$ 이라 하면, 초음파 셀(20)의 유효면적(A_e)은 πr^2 이므로, 엘리먼트(10) 내에서의 하나의 초음파 셀(20)의 유효면적비는,

$$\frac{A_e}{A_u} = \frac{4}{6} \tan 60^\circ \frac{\pi r^2}{D^2} = 1.1547 \frac{\pi r^2}{D^2} \dots\dots\text{식(1)}$$

이 된다.

비교예로서, 도 5에는 엘리먼트(10') 내에서 초음파 셀(20)들이 사각 배열(square arrangement)된 예가 도시되어 있다. 여기서 엘리먼트(10') 내에서 하나의 초음파 셀(20)이 차지하는 면적은 한 변의 길이가 d_s 인 정사각형의 면적이므로 $A_u' = d_s^2 = D^2$ 이 되며, 초음파 셀(20)의 유효면적은 πr^2 이므로, 엘리먼트(10) 내에서의 하나의 초음파 셀(20)의 유효면적비는,

$$\frac{A_e'}{A_u'} = \frac{\pi r^2}{D^2} \dots\dots\text{식(2)}$$

이 된다.

식(1)과 식(2)를 비교하면, 육각 배열의 경우 일반적인 사각 배열에 비하여 유효면적이 약 15.5% 증가된다는 것을 알 수 있다. 이는 육각 배열의 경우 사각 배열에 비하여 주어진 면적 내에 동일한 유효면적(A_e)을 갖는 더 많은 초음파 셀(20)을 배치할 수 있다는 것을 의미한다. 따라서, 육각 배열에 의하여, 엘리먼트(10) 내에서 초음파 셀(20)들의 유효면적비를 증가시켜 초음파 생성 효율 및 초음파 감지 감도를 향상시킬 수 있다.

도 6은 인접하는 제1, 제2엘리먼트(10-1)(10-2)들 사이에 트렌치(50)가 형성된 초음파 변환기(5)의 일 실시예를 개략적으로 도시한 단면도이다. 도 6에서는 초음파 셀(20)은 단지 모식적으로만 도시되어 있으며, 구동 기관(30)은 생략되어 있다. 도 6을 참조하면, 인접하는 제1, 제2엘리먼트(10-1)(10-2) 상호 간의 체적 탄성과(acoustic wave)의 전달을 차단하기 위하여, 기관(21)에는 트렌치(50)가 마련될 수 있다. 체적 탄성파를 차단함으로써 제1, 제2엘리먼트(10-1)(10-2) 간의 초음파 감지 신호의 크로스토크(crosstalk)를 방지하여 감도를 향상시킬 수 있다. 트렌치(50)는 기관(21)의 하면(21a)으로부터 초음파 셀(20)이 배치된 상면(21b)을 향하여 연장된 형태이다. 트렌치(50)의 폭(W)에 의존하여, 인접하는 제1, 제2엘리먼트(10-1)(10-2)의 외곽에 위치되는 제1, 제

2초음파 셀(20a)(20b)들 사이에는 최소한 트렌치(50)의 폭(W) 이상의 간격(GM)이 확보되어야 한다. 트렌치(50)의 폭(W)은 기관(21)의 재료, 초음파 변환기(5)를 제조하는 공정상의 제한 등의 요인에 의하여 결정되며, 제1, 제2엘리먼트(10-1)(10-2) 간의 피치(pitch)(도 2: PE)가 변하더라도 거의 변하지 않는다. 예를 들어, 저주파 구동되는 복부용 초음파 변환기의 경우 제1, 제2엘리먼트(10-1)(10-2)간의 피치(PE)가 약 250 μ m이며, 고주파 구동되는 유방용 초음파 변환기의 경우 피치(PE)가 약 200 μ m이다. 그러나, 두 경우 모두 트렌치(50)의 폭(W)은 변하지 않으므로, 제1, 제2엘리먼트(10-1)(10-2)의 외곽에 위치되는 제1, 제2초음파 셀(20a)(20b)들 사이에는 간격(GM)이 확보되어야 한다.

[0046] 도면으로 도시되지는 않았지만, 도 2에 도시된 바와 같이 상하방향으로 인접하는 두 엘리먼트(10) 사이에도 트렌치가 위치될 수 있으며, 상하방향으로 인접하는 두 엘리먼트(10) 사이의 트렌치는 직선형태일 수 있다.

[0047] 도 7은 초음파 셀들이 사각 배열된 경우에 실효 간격(도 2: GE)이 있는 경우와 없는 경우의 주파수 응답의 대역폭(bandwidth)을 시뮬레이션 한 결과를 도시한 그래프이다. 실효 간격(GE)이 없는 경우란, 인접하는 엘리먼트들의 외곽에 위치되는 초음파 셀들이 셀 간격(GC)만큼만 이격된 경우를 의미한다. 초음파 셀의 직경은 20 μ m, 초음파 셀 간의 간격(GC)은 5 μ m, 엘리먼트 피치(PE)는 15 μ m이다.

[0048] 도 7을 참조하면, 간격(GE)이 있는 경우에는 간격(GE)이 없는 경우에 비하여 주파수 대역폭이 좁아짐을 알 수 있다. 주파수 대역폭의 감소량은 간격(GE)이 클수록 증가된다. 인접하는 제1, 제2엘리먼트(10-1)(10-2)의 외곽에 위치되는 제1, 제2초음파 셀(20a)(20b)들 사이에 간격(GM)을 확보하면서, 제1, 제2엘리먼트(10-1)(10-2) 사이의 실효 간격(GE), 즉 제1초음파 셀(20a) 중에서 제2엘리먼트(10-2)에 가장 가까운 초음파 셀(도 8: 20a-1)과 제2초음파 셀(20b) 중에서 제1엘리먼트(10-1)에 가장 가까운 초음파 셀(20b-1) 사이의 간격을 가능한 한 작게 할 수 있는 방안이 요망된다.

[0049] 도 8은 도 2에 도시된 초음파 변환기(5)의 일 실시예에서 인접하는 제1, 제2엘리먼트(10-1)(10-2)를 상세히 도시한 평면도이다. 도 9는 도 8에 도시된 초음파 변환기(5)의 기관(21)의 하면(21a)을 도시한 도면이다. 도 8을 참조하면, 제1, 제2엘리먼트(10-1)(10-2)의 초음파 셀(20)들은 육각 배열된다. 제1엘리먼트(10-1)의 외곽에 위치되는 제1초음파 셀(20a)들은 제2엘리먼트(10-2)의 외곽에 위치되는 제2초음파 셀(20b)들과 인접된다. 제1, 제2엘리먼트(10-1)(10-2)의 외곽에 위치되는 제1, 제2초음파 셀(20a)(20b)들은 지그재그 형태로 배치된다. 제1엘리먼트(10-1)의 제1초음파 셀(20a)들의 외측 윤곽을 연결하는 제1외곽선을 L1이라 한다. 여기서 제1초음파 셀(20a)은 원형이므로, 제1외곽선(L1)은 제1초음파 셀(20a)들의 윤곽을 연결하는 접선이다. 제1외곽선(L1)은 제2엘리먼트(10-2)를 향하여 볼록과 오목이 반복되는 지그재그 형태가 된다. 제2엘리먼트(10-2)의 제2초음파 셀(20b)들의 외측 윤곽을 연결하는 제2외곽선을 L2라 한다. 여기서 제2초음파 셀(20b)은 원형이므로, 제2외곽선(L2)은 제2초음파 셀(20b)들의 윤곽을 연결하는 접선이다. 제2외곽선(L2)은 제1엘리먼트(10-1)를 향하여 볼록과 오목이 반복되는 지그재그 형태가 된다. 제1, 제2엘리먼트(10-1)(10-2)를 가능한 한 가깝게 배치하기 위하여, 제1외곽선(L1)과 제2외곽선(L2)는 상보적인 형상을 가진다. 이를 위하여, 제2엘리먼트(10-2)의 초음파 셀(20)들은 제1엘리먼트(10-1)의 초음파 셀(20)들과 상보적인 형태로 육각 배열된다. 이제, 도 8 및 도 9에 도시된 바와 같이 제1외곽선(L1)과 제2외곽선(L2) 사이의 수직 거리가 트렌치(50)의 폭(W) 이상이 되도록 제1, 제2엘리먼트(10-1)(10-2)를 위치시킬 수 있다.

[0050] 도 9를 참조하면, 기관(21)에는 폭(W)을 가진 트렌치(50)가 마련된다. 트렌치(50)는 제1, 제2외곽선(L1)(L2) 사이에 지그재그 형태로 형성될 수 있다. 트렌치(50)의 폭(W)은 간격(GM) 이하이다. 그러므로, 트렌치(50)를 형성할 수 있는 간격(GM)을 확보하면서도 제1, 제2엘리먼트(10-1)(10-2) 사이에 간격(GM)(또는 트렌치(50)의 폭(W))보다 작은 실효 간격(GE)을 확보할 수 있다.

[0051] 각각 독립된 구동 단위를 형성하는 제1, 제2엘리먼트(10-1)(10-2)가 서로 겹쳐지지 않도록 하기 위하여, 제1초음파 셀(20a)들과 제2초음파셀(20b)들은 서로 겹쳐지지 않도록 배치된다. 이를 위하여, 제1초음파 셀(20a) 중에서 제2엘리먼트(10-2)에 가장 가까운 초음파 셀(도 8: 20a-1)과 제2초음파 셀(20b) 중에서 제1엘리먼트(10-1)에 가장 가까운 초음파 셀(20b-1) 사이의 간격인 실효 간격(GE)는 "0"보다 크다. 실질적으로 실효 간격(GE)은 제조 공정 상의 공정 분해능 등을 고려하여 셀 간격(GC) 이상으로 설정될 수 있다.

[0052] 도 10에는 사각 배열된 경우의 실효 간격(GE')을 보여주는 평면도이다. 도 10을 참조하면, 제1, 제2엘리먼트(10-1')(10-2') 내에는 초음파 셀(20)들이 사각 배열된다. 제1, 제2엘리먼트(10-1')(10-2')의 외곽에 위치되는 초음파 셀(20a')(20b')들의 윤곽을 연결하는 선(L1')(L2')는 직선이다. 폭(W)을 가진 직선 형태의 트렌치(50')를 형성할 공간을 확보하기 위하여 선(L1')(L2')은 실효 간격(GE')만큼 이격되어야 한다. 따라서, 사각 배열에 의하면, 제1, 제2엘리먼트(10-1')(10-2')사이의 실효 간격(GE)은 간격(GM)(또는 트렌치(50')의 폭(W)) 이상이

된다.

[0053] 도 11은 도 8에 도시된 본 실시예의 초음파 변환기(5)와 도 10에 도시된 비교예의 초음파 변환기의 유효면적 밀도를 비교한 그래프이다. 초음파 셀의 직경은 20 μ m, 초음파 셀 간의 간격(GC)은 5 μ m, 엘리먼트 피치(PE)는 15 μ m이다. 사각 배열의 경우 하나의 엘리먼트에 가로 방향으로 세 개의 초음파 셀이 유효 면적 밀도의 계산에 사용된다. 육각 배열의 경우 가로 방향으로 3개의 초음파 셀과 2개의 초음파 셀이 번갈아 배열되는 형태이다.

[0054] 도 11을 참조하면, 비교예의 초음파 변환기에 비하여 본 실시예의 초음파 변환기(5)에 따르면 매우 균일한 유효면적을 얻을 수 있으며, 초음파 변환기(5) 내에서 초음파 셀(20)의 유효 면적을 확장할 수 있음을 알 수 있다. 이는 초음파 생성 효율 및 초음파 감지 감도를 향상시킬 수 있다는 것을 의미한다. 또한, 트렌치(50)를 형성하기 위한 간격(GM)을 확보하면서도 엘리먼트(10-1)(10-2)의 실효 간격(GE)을 간격(GM)보다 작게 줄일 수 있어, 넓은 주파수 응답 대역 폭을 확보할 수 있다.

[0055] 전술한 바와 같이, 초음파 변환기(5)의 제1, 제2엘리먼트(10-1)(10-2)의 서로 인접한 제1, 제2외곽선(L1)(L2)은 상보적인 지그재그 형상이며, 그 수직 거리는 기관(21)에 마련된 트렌치(50)의 폭(W) 이상이며, 트렌치(50)는 제1, 제2외곽선(L1)(L2) 사이에 지그재그 형태로 형성된다. 이와 같은 구성에 의하면, 트렌치(50)를 형성할 수 있는 간격(GM)을 확보하면서도 제1, 제2엘리먼트(10-1)(10-2)의 실효 간격(GE)을 최소화할 수 있어, 초음파 변환기(5) 내에서의 초음파 셀(20)의 유효 면적을 확대할 수 있으며, 넓은 주파수 응답 대역폭을 확보할 수 있다.

[0056] 또한, 각각 상보적으로 육각 배열된 다수의 초음파 셀(2)을 구비하는 제1, 제2엘리먼트(10-1)(10-2)에서, 제1엘리먼트(10-1)의 제2엘리먼트(10-2)에 인접한 외곽에 위치되는 제1초음파 셀(20a)들과 제2엘리먼트(10-2)의 제1엘리먼트(10-1)에 인접한 외곽에 위치되는 제2초음파 셀(20b)들을 서로 겹쳐지지 않게 배치할 수 있다. 이와 같은 구성에 의하면, 제1초음파 셀(20a)들과 제2초음파 셀(20b)들 사이에 트렌치(50)를 배치할 수 있는 간격(GM)을 확보하면서 동시에 제1, 제2엘리먼트(10-1)(10-2) 사이의 실효 간격(GE)을 줄일 수 있다.

[0057] 또한, 하면(21a)으로부터 몰입된 지그재그 형태의 트렌치(50)를 구비하는 기관(21)의 상면(21b)에 2차원 배열된 다수의 정전용량형 미세가공 초음파 셀을 포함하는 제1, 제2엘리먼트(10-1)(10-2)를 트렌치(50)를 사이에 두고 이격되게 배치하되, 제1, 제2엘리먼트(10-1)(10-2)의 트렌치(50) 측의 제1, 제2초음파 셀(20a)(20b)들을 트렌치(50)의 형태를 따라 지그재그 형태로 배치함으로써 제1, 제2엘리먼트(10-1)(10-2) 사이의 실효 간격(GE)을 줄일 수 있다.

[0058] 상술한 실시예에서는 초음파 셀로서 정전 용량형 미세가공 초음파 변환기를 채용하는 경우에 대하여 설명하였으나, 이에 한하지 않는다. 예를 들어 초음파 셀로서는 압전형 미세가공 초음파 변환기가 채용되는 경우에도 초음파 변환기 내에서의 초음파 셀의 유효 면적의 확대 및 넓은 주파수 응답 대역폭의 확보라는 동일한 효과를 얻을 수 있다.

[0059] 상기한 설명에서 많은 사항이 구체적으로 기재되어 있으나, 그들은 발명의 범위를 한정하는 것이라기보다, 바람직한 실시예의 예시로서 해석되어야 한다. 예를 들어, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면, 전술한 본 발명의 실시예에 따른 초음파 변환기 및 이를 채용한 초음파 진단장치는 다양하게 변형될 수 있음을 알 수 있을 것이다. 때문에 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 의하여 정하여 질 것이 아니고 특허 청구 범위에 기재된 기술적 사상에 의해 정하여져야 한다.

부호의 설명

[0060] 1...초음파 프로브	2...신호처리장치
3...피검체	5...초음파 변환기
6...제어부	7...영상 생성부
8...디스플레이	10, 10'...엘리먼트
10-1, 10-1'...제1엘리먼트	10-2, 10-2'...제2엘리먼트
20...초음파 셀	21...기관
22...하부 전극	23, 41, 42...절연층
24...격벽	25...진동막

26...상부 전극

27, ... 캐비티

28, 29... 제1, 제2연결부

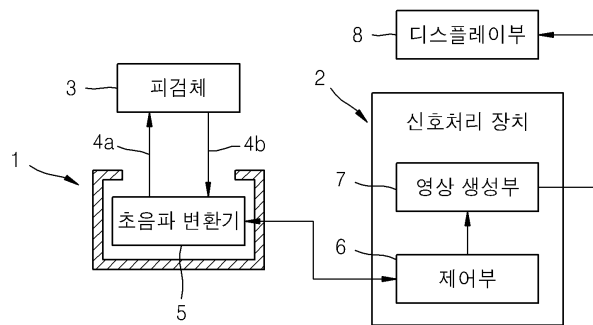
30...구동 기판

31, 32...제1, 제2급전부

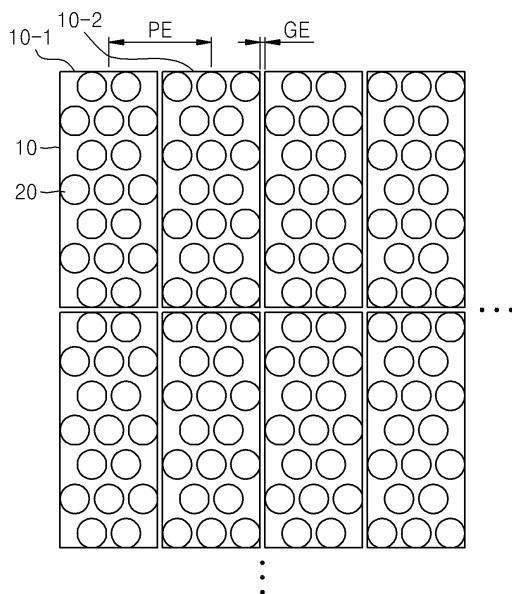
50, 50'...트렌치

도면

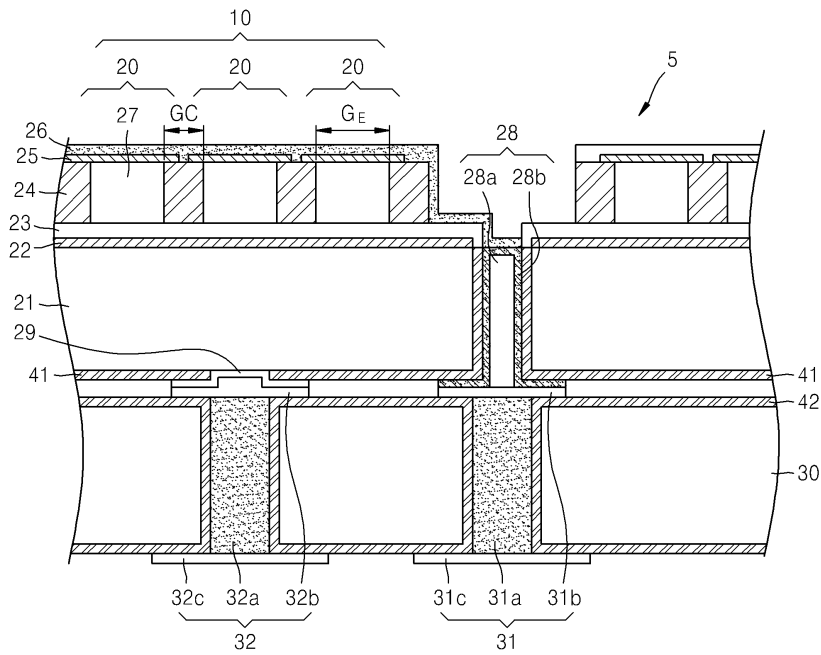
도면1



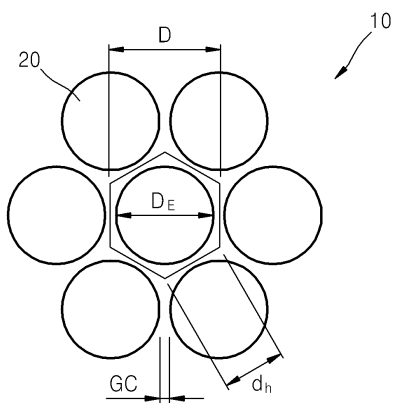
도면2



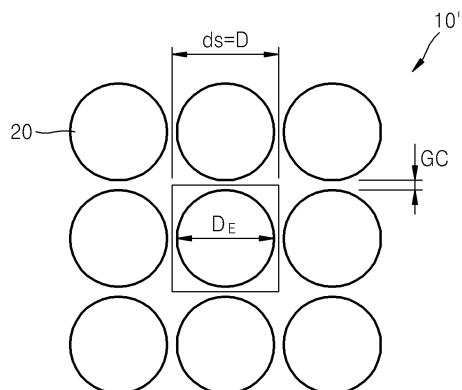
도면3



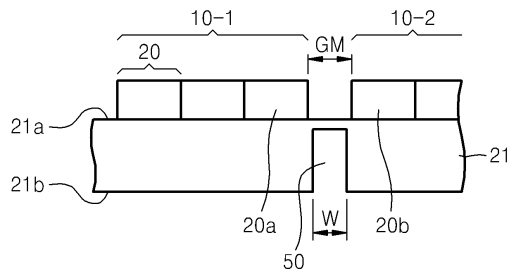
도면4



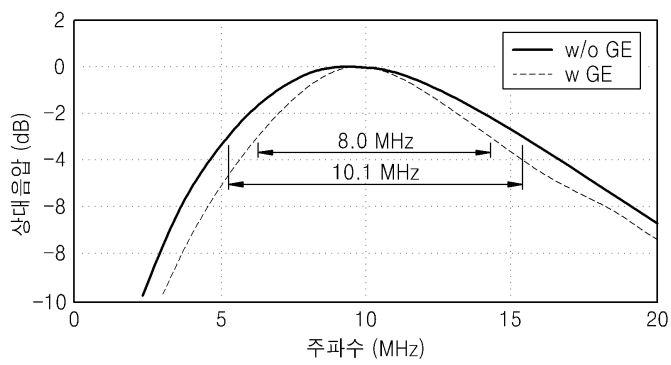
도면5



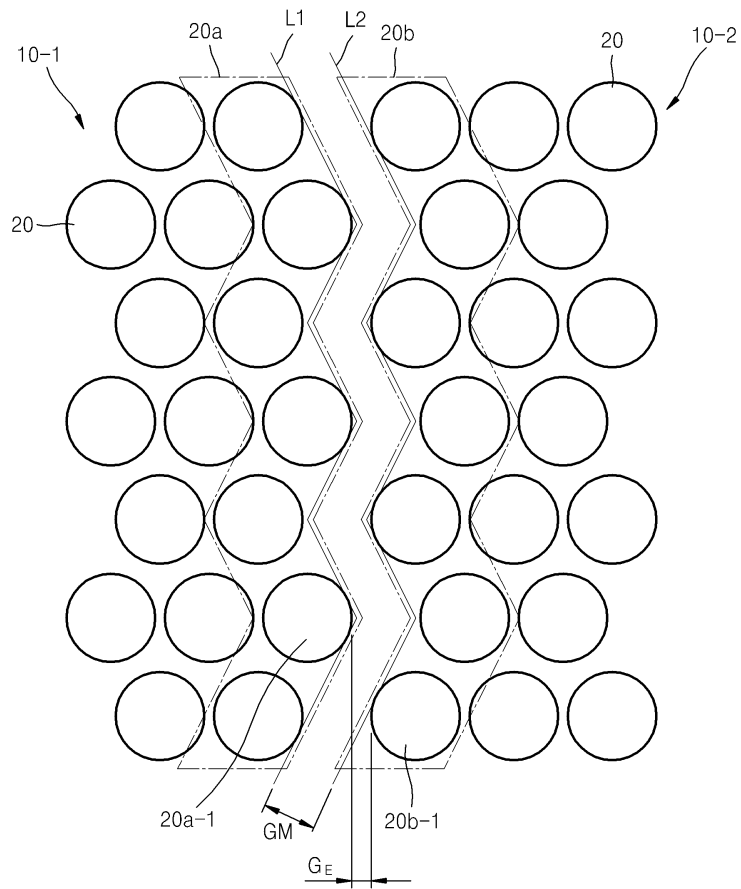
도면6



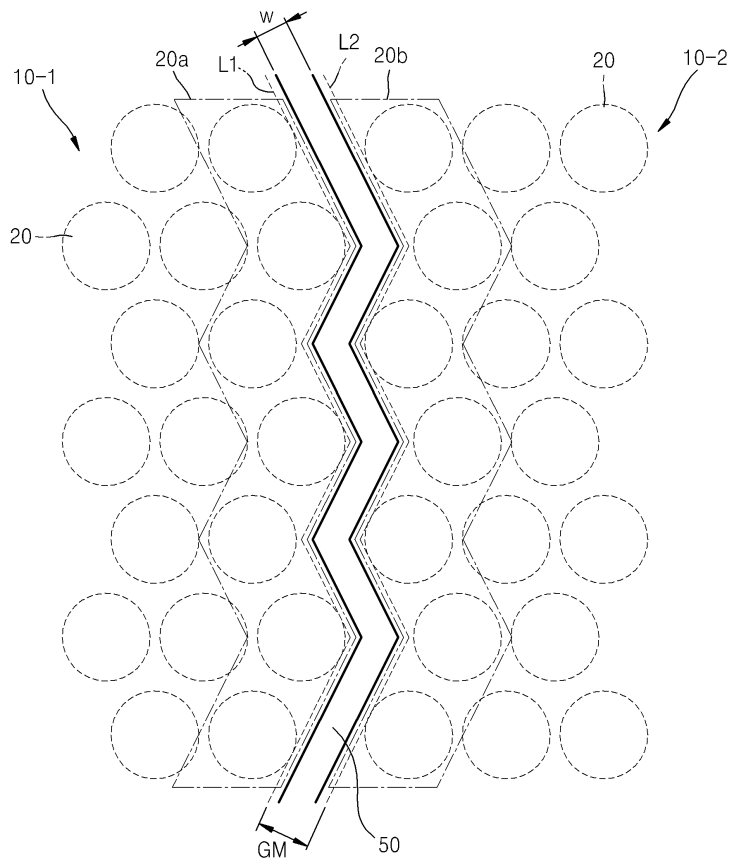
도면7



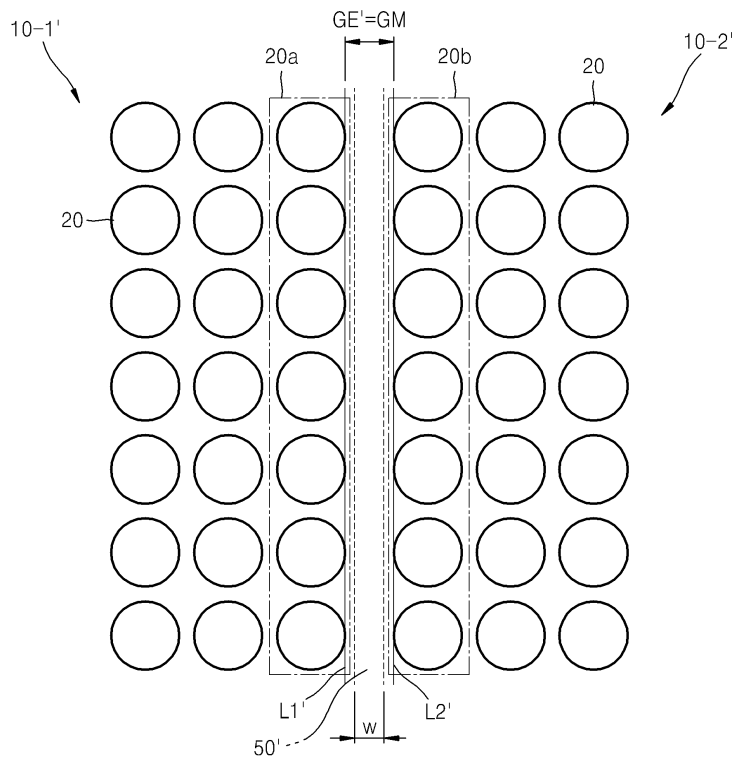
도면8



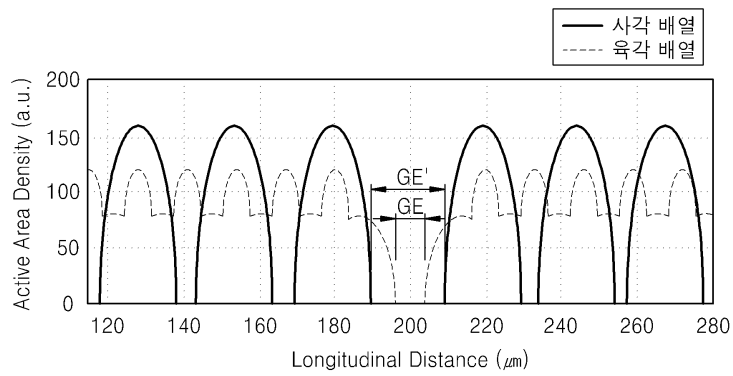
도면9



도면10



도면11



专利名称(译)	标题：超声换能器和使用它的超声诊断设备		
公开(公告)号	KR1020150047004A	公开(公告)日	2015-05-04
申请号	KR1020130126701	申请日	2013-10-23
[标]申请(专利权)人(译)	三星电子株式会社		
申请(专利权)人(译)	三星电子有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	三星电子有限公司		
[标]发明人	SHIN HYUNG JAE 신형재 PARK SANG HA 박상하		
发明人	신형재 박상하		
IPC分类号	H04R19/00 A61B8/00		
CPC分类号	A61B8/14 A61B8/4444 A61B8/4483 B06B1/0292 G01N29/0654 G01N29/26 G01N2291/017 G01N2291/0289 G01N2291/106 A61B8/4494 B06B1/0629		
其他公开文献	KR102126033B1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

提供了一种超声换能器和超声诊断设备。一种超声换能器，包括：基板，包括形成在基板的下表面中的沟槽；第一元件和第二元件形成在基板的上表面上并且彼此相邻定位，其中沟槽位于第一元件和第二元件之间，其中第一元件和第二元件各自包括多个二维排列的超声波电池；其中，第一元件的第一轮廓线和第二元件的第二轮廓线彼此相邻，每条形成彼此互补的Z字形线，并且沟槽形成成为锯齿形第一轮廓线和第二轮廓线之间的图案。

