



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2014년12월31일

(11) 등록번호 10-1477544

(24) 등록일자 2014년12월23일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 8/00 (2006.01) **G01N 29/24** (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2012-0000172
- (22) 출원일자 2012년01월02일
 심사청구일자 2012년01월02일
- (65) 공개번호 10-2013-0078972
- (43) 공개일자 2013년07월10일
- (56) 선행기술조사문헌
 JP2000143335 A*
 JP06205779 A*
 JP2004120283 A
 US20080315724 A1
- *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
삼성전자주식회사
 경기도 수원시 영통구 삼성로 129 (매탄동)
- (72) 발명자
고현필
 경기 성남시 분당구 백현로 100, 1-1420 (정자동, 정자I-PARK)
- 김동현**
 경기 수원시 영통구 태장로 45, 202동 1506호 (망포동, 망포마을현대2차아이파크)
- (74) 대리인
리앤목특허법인

전체 청구항 수 : 총 8 항

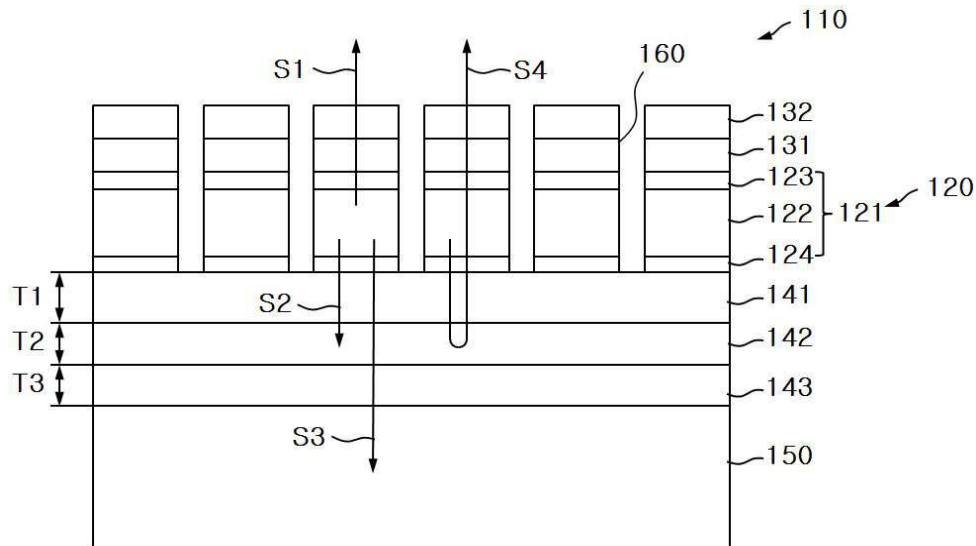
심사관 : 박승배

(54) 발명의 명칭 **초음파 트랜스듀서, 초음파 프로브, 및 초음파 진단장치**

(57) 요약

초음파 트랜스듀서, 초음파 프로브, 및 초음파 진단장치가 개시된다. 개시된 초음파 트랜스듀서는 압전층과, 압전층의 상면에 마련되는 음향 정합층과, 상기 압전층의 하면에 마련되며 서로 다른 음향 임피던스를 갖는 복수의 후면층을 포함하며 복수의 후면층의 음향 임피던스와 두께를 적절히 설계함으로써 감도, 대역폭, 펄스 길이와 같은 특성을 조절할 수 있다.

대표도 - 도2



특허청구의 범위

청구항 1

삭제

청구항 2

삭제

청구항 3

압전층;

상기 압전층의 상면에 마련되는 음향 정합층; 및

상기 압전층의 하면에 마련되며, 서로 다른 음향 임피던스를 갖는 복수의 후면층;을 포함하며,

상기 복수의 후면층들 각각의 음향 임피던스는 상기 압전층으로부터 멀어질수록 순차적으로 작아지다가 다시 커지는 초음파 트랜스듀서.

청구항 4

압전층;

상기 압전층의 상면에 마련되는 음향 정합층;

상기 압전층의 하면에 마련되며, 서로 다른 음향 임피던스를 갖는 복수의 후면층; 및

상기 복수의 후면층의 하면에 마련되어 상기 복수의 후면층을 지지하는 음향 감쇄 블록;을 포함하며,

상기 복수의 후면층들 각각의 두께는 $\lambda/16$ 내지 $\lambda/2$ 의 범위 내에 있으며,

상기 복수의 후면층들은 서로 다른 두께를 갖는 초음파 트랜스듀서.

청구항 5

삭제

청구항 6

제3 항에 있어서,

상기 압전층은 서로 이격되어 배열되는 복수의 압전소자들을 포함하는 초음파 트랜스듀서.

청구항 7

제6 항에 있어서,

상기 복수의 압전소자들 사이의 홈은 상기 복수의 후면층들의 상면까지만 형성된 초음파 트랜스듀서.

청구항 8

제6 항에 있어서,

상기 복수의 압전소자들 사이의 홈은 상기 복수의 후면층들 중 적어도 하나의 후면층까지 형성된 초음파 트랜스듀서.

청구항 9

제3 항에 있어서,

상기 음향 정합층은 단일층 또는 복수층으로 이루어진 초음파 트랜스듀서.

청구항 10

삭제

청구항 11

제3 항, 제4 항, 제6 항 내지 제9 항 중 어느 한 항의 초음파 트랜스듀서; 및
상기 초음파 트랜스듀서를 수용하는 하우징;을 포함하는 초음파 프로브.

청구항 12

제11 항의 초음파 프로브; 및

상기 초음파 프로브에서 검출된 초음파 에코신호에 기반하여 초음파 영상을 생성하는 신호처리장치;를 포함하는 초음파 진단장치.

명세서

기술분야

[0001] 본 개시는 초음파 트랜스듀서, 초음파 프로브, 및 초음파 진단장치에 대한 것으로, 더욱 상세하게는 후면층 구조가 개선된 초음파 트랜스듀서, 초음파 프로브, 및 초음파 진단장치에 대한 것이다.

배경기술

[0002] 초음파 진단장치는 피검체의 체표로부터 체내의 소망 부위를 향하여 초음파 신호를 조사하고, 반향된 초음파 신호(초음파 에코신호)의 정보를 이용하여 연부조직의 단층이나 혈류에 관한 이미지를 무침습으로 얻는 장치이다. 초음파 진단장치는 X선 진단장치, CT스캐너(Computerized Tomography Scanner), MRI(Magnetic Resonance Image), 핵의학 진단장치 등의 다른 영상 진단장치와 비교할 때, 소형이고 저렴하며, 실시간으로 표시 가능하고, X선 등의 피폭이 없어 안전성이 높은 장점이 있어, 심장, 복부, 비뇨기 및 산부인과 진단을 위해 널리 이용되고 있다.

[0003] 초음파 진단장치는 피검체의 초음파 영상을 얻기 위해 초음파 신호를 피검체로 송신하고, 피검체로부터 반향되어 온 초음파 에코신호를 수신하기 위한 초음파 프로브를 포함한다. 초음파 프로브는 트랜스듀서와, 상단이 개방된 케이스와, 개방된 케이스의 상단에 결합되어 피검체의 표면과 직접 접촉하는 커버 등을 포함한다. 여기서 트랜스듀서는, 압전물질이 진동하면서 전기적인 신호와 음향신호를 상호 변환시키는 압전층, 압전층에서 발생된 초음파가 대상체에 최대한 전달될 수 있도록 압전층과 대상체 사이의 음향 임피던스 차이를 감소시키는 음향 정합층, 압전층의 전방으로 진행되는 초음파를 특정 지점에 집중시키는 음향 렌즈층, 초음파가 압전층의 후방으로 진행되는 것을 차단시켜 영상 왜곡을 방지하는 흡음층을 포함한다. 이러한 트랜스듀서의 내부 구성 및 배열은 트랜스듀서의 특성, 형상, 제조 공정, 단가 등을 결정하는 중요한 요소가 되고 있어, 많은 업체에서 효율적이고, 간단한 구조를 제안하고 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 본 개시에서는 압전층의 후면에 위치하는 후면층의 구조를 개선한 초음파 트랜스듀서, 초음파 프로브, 및 초음파 진단장치를 제공한다.

과제의 해결 수단

[0005] 본 발명의 한 측면에 따르는 초음파 트랜스듀서는 압전층, 상기 압전층의 상면에 마련되는 음향 정합층, 및 상기 압전층의 하면에 마련되며 서로 다른 음향 임피던스를 갖는 복수의 후면층을 포함한다.

[0006] 상기 복수의 후면층들 각각의 음향 임피던스는 상기 압전층으로부터 멀어질수록 작아질 수 있다. 또는, 상기 복수의 후면층들 각각의 음향 임피던스는 상기 압전층으로부터 멀어질수록 순차적으로 작아지다가 다시 커질 수도 있다.

- [0007] 상기 복수의 후면층들 각각의 두께는 $\lambda/16$ 내지 $\lambda/2$ 의 범위 내에 있을 수 있다. 이때, 복수의 후면층들은 서로 다른 두께를 가질 수 있다.
- [0008] 상기 압전층은 서로 이격되어 배열되는 복수의 압전소자들을 포함할 수 있다. 이때, 상기 복수의 압전소자들 사이의 홈은 상기 복수의 후면층들의 상부까지만 형성될 수 있다. 또는 상기 복수의 압전소자들 사이의 홈은 상기 복수의 후면층들 중 적어도 하나의 후면층까지 형성될 수도 있다.
- [0009] 상기 음향 정합층은 단일층 또는 복수층으로 이루어질 수 있다.
- [0010] 상기 복수의 후면층의 하면에 마련된 음향 감쇄 블록이 더 마련될 수 있다.
- [0011] 본 발명의 다른 측면에 따르는 초음파 프로브는 압전층, 상기 압전층의 상면에 마련되는 음향 정합층, 및 상기 압전층의 하면에 마련되며 서로 다른 음향 임피던스를 갖는 복수의 후면층을 구비한 초음파 트랜스듀서; 및 상기 초음파 트랜스듀서를 수용하는 하우징;을 포함한다.
- [0012] 본 발명의 또 다른 측면에 따르는 초음파 진단장치는 초음파 프로브; 및 상기 초음파 프로브에서 검출된 초음파 에코신호에 기반하여 초음파 영상을 생성하는 신호처리장치를 포함하며, 상기 초음파 프로브는 압전층, 상기 압전층의 상면에 마련되는 음향 정합층, 및 상기 압전층의 하면에 마련되며 서로 다른 음향 임피던스를 갖는 복수의 후면층을 구비한 초음파 트랜스듀서; 및 상기 초음파 트랜스듀서를 수용하는 하우징;을 포함한다.

발명의 효과

- [0013] 개시된 실시예들에 의한 초음파 트랜스듀서, 초음파 프로브, 및 초음파 진단장치는 감도, 대역폭, 펄스 길이를 개선할 수 있으며, 설계자의 의도대로 후면층들 음향 임피던스의 조합을 통하여 특정 특성에 대한 개선을 집중시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0014] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파 진단장치를 설명하기 위한 도식적인 블록도이다.
- 도 2는 도 1의 초음파 프로브 내에 수용되는 초음파 트랜스듀서의 일 예를 도시한다.
- 도 3은 도 1의 초음파 프로브 내에 수용되는 초음파 트랜스듀서의 다른 예를 도시한다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0015] 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.
- [0016] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파 진단장치를 설명하기 위한 도식적인 블록도이다.
- [0017] 도 1을 참조하면, 본 실시예의 초음파 진단장치는 초음파 프로브(100)와 신호처리장치(200)를 포함한다. 초음파 프로브(100)는 피검체(예를 들어, 인체)(300)에 초음파(101)를 송신하고 피검체(300)로부터 반향되는 초음파(102)를 수신하는 초음파 트랜스듀서(110)와, 초음파 트랜스듀서(110)를 수용하는 하우징(180)을 포함한다. 초음파 프로브(100)는 초음파 진단장치의 신호처리장치와의 연결을 위한 케이블(190)을 포함한다. 신호처리장치(200)는 초음파 프로브(100)를 제어하며 초음파 프로브(100)에서 검출된 피검사체의 정보에 관한 에코 신호에 근거하여 피검체(300)의 화상을 생성한다.
- [0018] 도 2는 초음파 프로브(100) 내에 수용되는 초음파 트랜스듀서(110)의 일 예를 도시한다. 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파 트랜스듀서(110)는 압전층(120)과, 압전층(120)의 상면에 위치하는 제1 및 제2 음향 정합층(131, 132)과, 압전층(120)의 하면에 위치하는 제1 내지 제3 후면층(141, 142, 143)을 포함한다. 제1 내지 제3 후면층(141, 142, 143)의 하단에는 음향 감쇄 블록(150)이 위치한다.
- [0019] 압전층(120)은 복수의 압전소자들(121)을 포함한다. 복수의 압전소자들(121)은 개별적으로 동작하며 상호간의 간섭을 배제하기 위하여 이격되어 배열될 수 있다. 복수의 압전소자들(121)은 일렬로 (즉, 1차원적으로) 배열되거나 혹은 행렬로 (즉, 2차원적으로) 배열될 수 있다. 복수의 압전소자들(121) 각각은 압전체(122)와, 제1 및 제2 전극(123, 124)을 포함한다. 압전체(122)는 전기적인 신호와 음향신호가 상호 변환되는 압전물질로 형성된다. 예를 들어, 압전체(122)는 지르콘산티탄산염(PZT)의 세라믹, 아연니오브산염 및 티탄산염의 고용체로 만들어지는 PZNT 단결정, 마그네슘니오브산염 및 티탄산염의 고용체로 만들어지는 PZMT 단결정 등으로 형성될 수 있다.

다. 제1 및 제2 전극(123, 124)은 압전체(122)의 일측과 타측, 바람직하게는 압전체(122)의 상단과 하단에 각각 배치된다. 제1 및 제2 전극(123, 124) 중 어느 하나는 압전체(122)의 양극(또는 신호전극)에 해당되고 다른 하나는 압전체(122)의 음극(또는 접지전극)에 해당될 수 있다. 제1 및 제2 전극(123, 124)은 연성회로기판이나 경성회로기판 등의 공지된 수단으로 배선된다. 복수의 압전소자들(121)은 전기 신호를 입력받아 초음파를 발생시키고 피검체(도 1의 300)로부터 오는 초음파를 전기 신호로 변환시킨다.

[0020] 제1 및 제2 음향 정합층(acoustic matching layer)(131, 132)은 압전층(120)의 음향 임피던스와 피검체의 음향 임피던스를 적절히 매칭함으로써 피검체(300)로 초음파를 전달하거나 피검체(300)로부터 전달되는 초음파의 손실을 저감시키는 층이다. 제1 및 제2 음향 정합층(131, 132)에 관한 음속, 두께, 음향 임피던스 등의 물리적 매개변수를 조정하여 피검체(300)와 압전층(120)의 음향 임피던스의 정합을 도모할 수 있다. 즉, 제1 및 제2 음향 정합층(131, 132)은 피검체(300)의 음향 임피던스와 압전층(120)의 음향 임피던스의 차이에 기인하는 초음파의 반사를 억제한다. 도 2에는 2층의 음향 정합층이 도시되어 있지만, 본 실시형태는 이에 한정되지 않는다. 제1 및 제2 음향 정합층(131, 132)을 대신하여, 1층의 음향 정합층 혹은 3층 이상의 음향 정합층들이 사용될 수 있다. 제1 및 제2 음향 정합층(131, 132)은 복수의 소자들로 분리되어 복수의 압전소자들(121) 각각의 상단에 마련될 수 있다. 달리 말하면, 복수의 압전소자들(121) 상호간의 간섭을 배제하기 위한 홈(kerf)(160)은 제1 및 제2 음향 정합층(131, 132)을 관통하여 형성될 수 있다.

[0021] 한편, 도시하지는 않았으나, 본 실시예의 초음파 트랜스듀서(110)는, 제2 음향 정합층(132)의 상면에 배치되어 상방으로 진행하는 초음파 신호를 특정 지점에 집중시키는 음향 렌즈층을 더 구비할 수 있다. 이 경우, 초음파의 조사 및 수신은 피검체(300)의 피부 등 진단 부위와 접촉하는 음향 렌즈층을 통해 이루어질 수 있다.

[0022] 제1 내지 제3 후면층(back efficiency layers)(141, 142, 143)은 압전층(120)의 후면에 위치한다. 제1 내지 제3 후면층(141, 142, 143)은 서로 다른 음향 임피던스와 서로 다른 두께를 가질 수 있다.

[0023] 제1 내지 제3 후면층(141, 142, 143) 각각의 음향 임피던스와 두께는, 압전층(120)에서 발생되어 후방을 향하는 초음파 성분(S2, S3, S4)의 거동에 영향을 미치므로, 제1 내지 제3 후면층(141, 142, 143) 각각의 음향 임피던스와 두께를 적절히 설계함으로써, 초음파 트랜스듀서(110)의 특성을 소망하는 바대로 조절할 수 있다.

[0024] 구체적으로, 제1 내지 제3 후면층(141, 142, 143)의 음향 임피던스를 각각 Z_1 , Z_2 , Z_3 라 할 때, 하기와 같은 수학적식을 만족할 수 있다.

수학식 1

[0025]
$$Z_1 > Z_2 > Z_3$$

[0026] 여기서, 제1 후면층(141)은 압전층(120)에 가장 가까운 층이며, 제3 후면층(143)은 압전층(120)에 가장 먼 층이다.

[0027] 한편, 제1 내지 제3 후면층(141, 142, 143)의 두께 T_1 , T_2 , T_3 는 $\lambda/16$ 내지 $\lambda/2$ 의 범위 내에서 정해질 수 있다.

[0028] 상기와 같은 음향 임피던스 Z_1 , Z_2 , Z_3 와 두께 T_1 , T_2 , T_3 를 만족하는 제1 내지 제3 후면층(141, 142, 143)은 후면(즉, 음향 감쇄 블록(140)쪽)으로 발생되는 초음파의 일부(S2)를 흡수하여 노이즈를 저감시키고, 후면으로 발생하는 초음파의 일부(S4)를 소망하는 방향으로 반향시킴으로써, 초음파 트랜스듀서(110)의 특성(예를 들어, 대역폭(bandwidth), 펄스 지속시간(pulse duration), 감도(sensitivity), 등)을 향상시킬 수 있다.

[0029] 본 실시예의 초음파 트랜스듀서(110)는 제1 내지 제3 후면층(141, 142, 143), 즉 3개 후면층을 가진 경우를 예로 들어 설명하고 있으나, 좀 더 일반화하여 N개의 후면층을 가질 수도 있다. 이때, N개의 후면층들의 음향 임피던스 배열은 하기와 같은 수학식 2를 만족할 수 있다. 여기서, N은 2 이상의 자연수이다.

수학식 2

$$Z_1 > Z_2 > \dots > Z_N$$

[0030]

[0031]

경우에 따라서는, N개의 후면층들의 음향 임피던스 배열은, 후면층들이 압전층(120)에서 멀어지는 순서대로 보았을 때, 각 후면층의 음향 임피던스가 압전층(120)으로부터 멀어질수록 순차적으로 작아지다가 다시 커지는 배열을 가지도록 하여, 초음파 트랜스듀서(110)의 특성을 다르게 설계할 수도 있다. 이 경우, N개의 후면층들 중 중간의 어느 한 층이 가장 낮은 음향 임피던스를 갖고, 최상부층과 최하부층은 상기 중간의 어느 한 층의 음향 임피던스에 비해 상대적으로 높은 음향 임피던스를 갖게 될 것이다.

[0032]

한편, N개의 후면층의 두께는 하기의 수학식 3을 만족할 수 있다.

수학식 3

$$\frac{\lambda}{16} \leq T_i \leq \frac{\lambda}{2} \quad (i = 1, 2, \dots, N)$$

[0033]

[0034]

여기서, T_i 는 i번째 후면층의 두께를 의미한다.

[0035]

음향 감쇄 블록(acoustic attenuation block)(150)은 제1 내지 제3 후면층(141, 142, 143)의 하부에 형성된다. 음향 감쇄 블록(150)은 압전층(120)에서 발생된 초음파 중 제1 내지 제3 후면층(131, 132, 133)을 통과하여 전파되는 음향 에너지를 감쇄하는 기능과, 상부에 위치하는 층들을 지지하는 기능을 수행한다.

[0036]

다음으로, 본 실시예의 초음파 트랜스듀서(110)의 동작을 설명한다.

[0037]

압전층(120)에 전압이 인가되면, 압전체(122)는 전기 에너지를 초음파 음향 에너지로 변환하여 초음파를 발생시킨다. 발생된 초음파는 전방, 즉 피검체(도 1의 300)를 향하는 성분(S1)과 후방, 즉 제1 내지 제3 후면층(141, 142, 143)으로 향하는 성분(S2, S3, S4)이 있다. 제1 내지 제3 후면층(141, 142, 143)으로 향하는 성분(S2, S3, S4) 중 일부(S2)는 제1 내지 제3 후면층(141, 142, 143) 내에서 흡수되며, 다른 일부(S3)는 음향 감쇄 블록(150)에서 흡수된다. 또한, 제1 내지 제3 후면층(141, 142, 143)으로 향하는 성분(S2, S3, S4) 중 다른 일부(S4)는 압전층(120)과 제1 후면층(131) 사이의 음향 임피던스 차나, 제1 내지 제3 후면층(131, 132, 133) 사이의 음향 임피던스 차에 의해 반향되어 전방으로 향한다. 흡수되는 초음파 성분(S2)이나 반향되는 초음파 성분(S4) 혹은 음향 감쇄 블록(150)까지 전달되는 초음파 성분(S3)의 크기는 제1 내지 제3 후면층(141, 142, 143)의 음향 임피던스 Z_1, Z_2, Z_3 와 두께 T_1, T_2, T_3 에 따라 달라지므로, 제1 내지 제3 후면층(141, 142, 143)의 음향 임피던스 Z_1, Z_2, Z_3 와 두께 T_1, T_2, T_3 를 적절히 설계함으로써 초음파 트랜스듀서(110)의 특성을 조절할 수 있게 된다.

[0038]

다음으로, 본 실시예의 초음파 트랜스듀서(110)에서 제1 내지 제3 후면층(141, 142, 143)의 설계예를 설명한다.

[0039]

하기의 표 1은 본 실시예의 초음파 트랜스듀서(110)의 구체적인 제1 설계예에서의 초음파 트랜스듀서(110)의 특성을 나타낸다.

표 1

[0040]

| | 제1 후면층 | 제2 후면층 | 제3 후면층 | 음향 감쇄 블록 |
|----------------|------------|-----------|-----------|-----------|
| 음향 임피던스 | 13.5 MRayl | 4.0 MRayl | 2.0 MRayl | 1.5 MRayl |
| 감도(dB, 1V/V) | -60.28 | | | |
| 대역폭@6dB(%) | 80.47 | | | |
| 펄스 길이@20dB(us) | 0.254 | | | |
| 사이클 | 1.84 | | | |

[0041]

상기의 표 1에서 제1 내지 제3 후면층(141, 142, 143)의 음향 임피던스 Z_1, Z_2, Z_3 가 수학식 1을 만족함을 확인

할 수 있다. 제1 내지 제3 후면층(141, 142, 143)의 두께 T1, T2, T3는 $\lambda/16$ 내지 $\lambda/2$ 의 범위 내에서 개별적으로 조절되어 서로 다른 값을 가진다.

[0042]

한편, 하기의 표 2은 비교예 1의 초음파 트랜스듀서의 성능을 나타낸다. 비교예 1의 초음파 트랜스듀서는 제1 내지 제3 후면층(141, 142, 143)의 음향 임피던스 Z1, Z2, Z3가 수학식 1을 만족하나 두께 T1, T2, T3를 모두 같게 한 경우이다.

표 2

[0043]

| | 제1 후면층 | 제1 후면층 | 제2 후면층 | 음향 감쇄 블록 |
|----------------|------------|-----------|-----------|-----------|
| 음향 임피던스 | 13.5 MRayl | 4.0 MRayl | 2.0 MRayl | 1.5 MRayl |
| 감도(dB, 1V/V) | -74.06 | | | |
| 대역폭@6dB(%) | 65.2 | | | |
| 펄스 길이@20dB(us) | 0.415 | | | |
| 사이클 | 2.34 | | | |

[0044]

상기 표 1과 표 2를 비교하면, 본 실시예의 초음파 트랜스듀서(110)는 비교예 1의 초음파 트랜스듀서보다 감도가 매우 우수하며, 대역폭도 훨씬 넓으며, 대역폭 및 펄스 길이도 매우 개선됨을 볼 수 있다.

[0045]

한편, 하기의 표 3은 비교예 2의 초음파 트랜스듀서의 성능을 나타낸다. 비교예 2의 초음파 트랜스듀서는 압전층의 하방에 별도의 후면층을 두지 않고 음향 감쇄 블록만을 구비한 경우이다. 즉, 비교예 1의 초음파 트랜스듀서는 도 2에 도시된 초음파 트랜스듀서(110)에서 제1 내지 제3 후면층(141, 142, 143)이 삭제된 경우이다.

표 3

[0046]

| | 케이스 1 | 케이스 2 | 케이스 3 |
|----------------|--------|--------|--------|
| 감도(dB, 1V/V) | -65.02 | -63.40 | -61.91 |
| 대역폭@6dB(%) | 79.07 | 74.93 | 74.2 |
| 펄스 길이@20dB(us) | 0.3777 | 0.431 | 0.476 |
| 사이클 | 2.69 | 3.34 | 3.69 |

[0047]

표 3에서 케이스 1은 음향 감쇄 블록이 높은 음향 임피던스를 갖는 경우이며, 케이스 2는 음향 감쇄 블록이 중간 음향 임피던스를 갖는 경우이고, 케이스 3은 음향 감쇄 블록이 낮은 음향 임피던스를 갖는 경우이다. 여기서, 음향 감쇄 블록의 음향 임피던스는 Charles S. Desilets ("The design of efficient broad band piezoelectric transducers", IEEE Transactions on sonics and ultrasonics, vol. SU-25, No3, May 1078.)의 ref. 1의 표에서 주어지는 방식(이하, Desilets의 방식)에 따라 정하였다.

[0048]

상기 표 3을 표 1과 비교하면, 비교예 2의 초음파 트랜스듀서는 대역폭이 본 실시예의 초음파 트랜스듀서(110)의 대역폭과 대응할 정도로 넓어지는 케이스가 있기는 하나, 어느 케이스에도 감도, 펄스 길이와 같은 다른 특성은 본 실시예의 초음파 트랜스듀서(110)에 비해 매우 열위함을 볼 수 있다.

[0049]

또한, 하기의 표 4는 비교예 3의 초음파 트랜스듀서의 성능을 나타낸다. 비교예 3의 초음파 트랜스듀서는 압전층의 하방에 단일 층의 후면층을 둔 경우이다. 즉, 비교예 3의 초음파 트랜스듀서는 도 2에 도시된 초음파 트랜스듀서(110)에서 제1 내지 제3 후면층(141, 142, 143)을 대신하여 단일층의 후면층이 있는 경우이다.

표 4

[0050]

| 음향 감쇄 블록 | 케이스 4 | 케이스 5 | 케이스 6 |
|----------------|--------|--------|--------|
| 감도(dB, 1V/V) | -60.03 | -61.30 | -62.28 |
| 대역폭@6dB(%) | 68.51 | 70.44 | 72.88 |
| 펄스 길이@20dB(us) | 0.504 | 0.441 | 0.475 |
| 사이클 | 3.67 | 3.266 | 3.740 |

[0051]

표 4에서 케이스 4는 단일 후면층은 높은 음향 임피던스를 갖고 음향 감쇄 블록은 낮은 음향 임피던스를 갖는 경우이며, 케이스 5는 단일 후면층은 중간 음향 임피던스를 갖고 음향 감쇄 블록은 낮은 음향 임피던스를 갖는 경우이고, 케이스 6은 단일 후면층은 낮은 음향 임피던스를 갖고 음향 감쇄 블록은 낮은 음향 임피던스를 갖는

경우이다. 여기서 단일 후면층과 음향 감쇄 블록의 음향 임피던스는 Desilets의 방식에 따라 정하였다.

[0052] 상기 표 4를 표 1과 비교하면, 비교예 3의 초음파 트랜스듀서는 감도가 본 실시예의 초음파 트랜스듀서(110)의 감도가 대응할 정도로 우수한 케이스가 있기는 하나, 어느 케이스에도 대역폭, 펄스 길이와 같은 다른 특성은 본 실시예의 초음파 트랜스듀서(110)에 비해 매우 열위함을 볼 수 있다.

[0053] 상기 표 1 내지 표 4를 살펴본 바와 같이, 본 실시예의 초음파 트랜스듀서(110)는 제1 내지 제3 후면층(141, 142, 143)의 음향 임피던스 Z_1, Z_2, Z_3 와 두께 T_1, T_2, T_3 를 조절함으로써, 감도, 대역폭, 펄스 길이와 같은 특성을 향상시킬 수 있다.

[0054] 한편, 하기의 표 5는 본 실시예의 초음파 트랜스듀서(110)의 구체적인 제2 설계예에서의 초음파 트랜스듀서(110)의 특성을 나타낸다.

표 5

| | 제1 후면층 | 제1 후면층 | 제2 후면층 | 음향 감쇄 블록 |
|----------------|----------|-----------|-----------|-----------|
| 음향 임피던스 | 16 MRayl | 6.5 MRayl | 3.5 MRayl | 3.0 MRayl |
| 감도(dB, 1V/V) | -61.24 | | | |
| 대역폭@6dB(%) | 84.57 | | | |
| 펄스 길이@20dB(us) | 0.394 | | | |
| 사이클 | 2.81 | | | |

[0056] 상기의 표 5에서 제1 내지 제3 후면층(141, 142, 143)의 음향 임피던스 Z_1, Z_2, Z_3 는 상기 표 1에서의 값과는 다른 값을 가지며, 수학적 1을 만족함을 확인할 수 있다. 제1 내지 제3 후면층(141, 142, 143)의 두께 T_1, T_2, T_3 는 $\lambda/16$ 내지 $\lambda/2$ 의 범위 내에서 개별적으로 조절되어 서로 다른 값을 가진다.

[0057] 상기 표 1과 표 5를 참조하면, 제1 설계예에 따른 초음파 트랜스듀서(110)의 감도가 제2 설계예에 따른 초음파 트랜스듀서(110)의 감도보다 우수하지만 제2 설계예에 따른 초음파 트랜스듀서(110)의 대역폭이 제1 설계예에 따른 초음파 트랜스듀서(110)의 대역폭보다 우수함을 볼 수 있다. 즉, 본 실시예의 초음파 트랜스듀서(110)는 제1 내지 제3 후면층(141, 142, 143)의 음향 임피던스 Z_1, Z_2, Z_3 의 설계에 따라 설계자의 의도대로 대역폭 개선을 위한 설계 또는 감도 개선을 위한 설계인가에 대한 설계 자유도가 존재함으로 볼 수 있다. 물론 본 실시예의 초음파 트랜스듀서(110)의 감도 및 대역폭은 제1 설계예 및 제2 설계예 중 어느 경우를 따르더라도 모두 비교예 1 내지 4의 초음파 트랜스듀서의 감도 및 대역폭보다 우수하다.

[0058] 도 3은 초음파 프로브(100) 내에 수용되는 초음파 트랜스듀서(110')의 다른 예를 도시한다. 도 3을 참조하면, 본 발명의 본 실시예에 따른 초음파 트랜스듀서(110')는 압전층(120)과, 압전층(120)의 상면에 위치하는 제1 및 제2 음향 정합층(131, 132)과, 압전층(120)의 하면에 위치하는 제1 내지 제3 후면층(141', 142', 143')을 포함한다. 제1 내지 제3 후면층(141', 142', 143')의 하단에는 음향 감쇄 블록(150)이 위치한다. 제1 및 제2 음향 정합층(131, 132)의 상면에는 음향 렌즈층(미도시)가 더 마련될 수 있다.

[0059] 압전층(120)과, 제1 및 제2 음향 정합층(131, 132)과, 음향 감쇄 블록(150)은 도 2를 참조하여 설명한 실시예의 동일 참조번호의 구성요소와 실질적으로 동일하다. 제1 내지 제3 후면층(141', 142', 143')의 음향 임피던스들은 전술한 수학적 1을 만족하도록 정해질 수 있으며 제1 내지 제3 후면층(141', 142', 143')의 두께들도 $\lambda/16$ 내지 $\lambda/2$ 의 범위 내에서 정해질 수 있다. 다만, 복수의 압전소자들(121) 상호간의 간섭을 배제하기 위한 홈(160')이 제1 및 제2 음향 정합층(131, 132) 및 압전층(120)을 지나 제1 내지 제3 후면층(141', 142', 143')의 적어도 일부 층까지 형성되어 있다는 점에서 도 2를 참조하여 설명한 실시예와 차이가 있다. 본 실시예와 같이 홈(160')이 제1 내지 제3 후면층(141', 142', 143')의 적어도 일부 층까지 형성됨에 따라, 압전층(120)의 각 압전소자(121)에서 발생되어 후방으로 향하는 초음파 중 반향되는 성분(S4)이 인접한 압전소자(121) 쪽으로 향하는 것을 억제시킬 수 있다.

[0060] 도 3은 홈(160')이 제2 후면층(142')까지 형성된 경우를 도시하고 있는데, 이에 한정되는 것은 아니다. 홈(160')이 형성되는 깊이는 초음파 트랜스듀서(110')의 특성을 조절하는 설계 변수일 수 있으며, 따라서 설계자의 설계 의도에 따라 적절히 선택될 수 있다. 가령, 홈(160')은 제1 후면층(141')까지만 형성될 수도 있고, 제1 내지 제3 후면층(141', 142', 143') 모두에 형성될 수도 있다. 또한, 본 실시예의 초음파 트랜스듀서(110')는 3개 후면층을 가진 경우를 예로 들어 설명하고 있으나, 2개 혹은 4개 이상의 후면층을 가질 수도 있

다. 이 경우도 역시, 홈(160')이 형성되는 깊이는 설계자의 설계 의도에 따라 적절히 선택될 수 있다.

[0061]

전술한 본 발명인 후면층 구조가 개선된 초음파 트랜스듀서, 초음파 프로브, 및 초음파 진단장치는 이해를 돕기 위하여 도면에 도시된 실시예를 참고로 설명되었으나, 이는 예시적인 것에 불과하며, 당해 분야에서 통상적 지식을 가진 자라면 이로부터 다양한 변형 및 균등한 타 실시예가 가능하다는 점을 이해할 것이다. 따라서, 본 발명의 진정한 기술적 보호 범위는 첨부된 특허청구범위에 의해 정해져야 할 것이다.

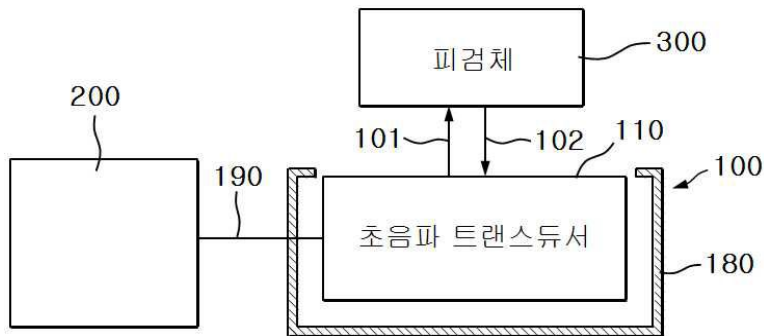
부호의 설명

[0062]

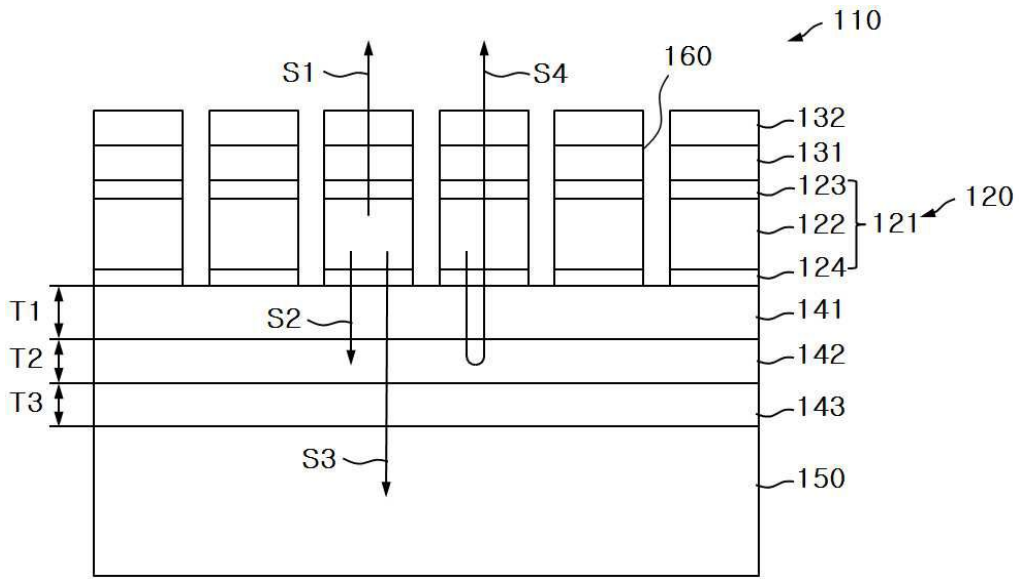
- 100 : 초음파 프로브
- 101, 102 : 초음파
- 110, 110' : 초음파 트랜스듀서
- 120 : 압전층
- 121 : 압전소자
- 122 : 압전체
- 123, 124 : 전극
- 131, 132 : 음향 정합층
- 141, 142, 143, 141' , 142' , 143' : 후면층
- 150 : 음향 감쇄 블록
- 160, 160' : 홈
- 180 : 하우징
- 190 : 케이블
- 200 : 신호처리장치
- 300 : 피검체

도면

도면1



도면2



도면3

