



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년03월21일
(11) 등록번호 10-1605162
(24) 등록일자 2016년03월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H04R 17/00 (2006.01) A61B 8/00 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2014-0185955
(22) 출원일자 2014년12월22일
심사청구일자 2014년12월22일
(56) 선행기술조사문헌
JP2000131298 A*
JP2004518319 A*
JP2012034159 A
US05553035 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
알피니언메디칼시스템 주식회사
경기도 화성시 만년로 905-17 (안녕동)
(72) 발명자
이원석
대구광역시 달서구 월배로72길 54, 502호 (송현동)
(74) 대리인
특허법인 신지

전체 청구항 수 : 총 11 항

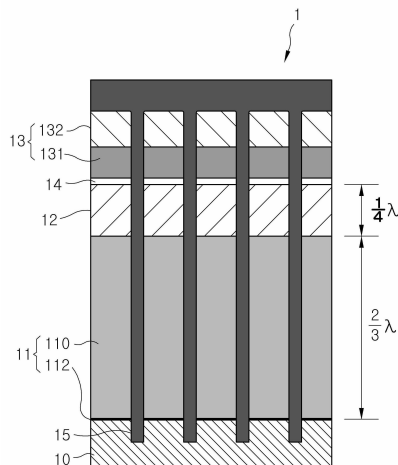
심사관 : 송근배

(54) 발명의 명칭 **연성 인쇄회로기판의 금속층이 두꺼운 초음파 트랜스듀서 및 그 제조방법**

(57) 요약

연성 인쇄회로기판의 금속층이 두꺼운 초음파 트랜스듀서 및 그 제조방법이 개시된다. 본 발명의 일 실시 예에 따른 초음파 트랜스듀서는 초음파 신호를 발생하되 발생하는 초음파 신호의 중심 주파수에서 1/4-파장 이하의 두께를 가지는 능동소자와, 능동소자의 일 면에 형성되어 능동소자와 전기적으로 연결되며 예정된 초음파 진행경로와는 반대 방향으로 전파되는 초음파를 차단하기 위한 소정의 두께를 가진 금속층을 포함하는 연성 인쇄회로기판을 포함한다.

대표도 - 도1



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 10042581

부처명 산업통상자원부

연구관리전문기관 한국산업기술평가관리원

연구사업명 산업융합원천기술개발사업

연구과제명 유방암 수술시 전이부위 실시간 관독이 가능한 형광(심도 > 10mm) 및 광음향 (분해능 < 60um@30MHz, 심도 > 60mm@10MHz) 융합 프로브 기술개발

기여율 1/1

주관기관 알피니언메디칼시스템 주식회사

연구기간 2014.06.01 ~ 2015.05.31

명세서

청구범위

청구항 1

초음파 신호를 발생하며 발생하는 초음파 신호의 중심 주파수에서 1/4-파장 이하의 두께를 가지는 능동소자; 및 상기 능동소자의 후면에 형성되어 상기 능동소자와 전기적으로 연결되되 예정된 초음파 진행경로와는 반대 방향인 후면층 방향으로 전파되는 초음파를 차단하기 위한 두께를 가진 금속층을 포함하는 연성 인쇄회로기판을 포함하는 것을 특징으로 하는 초음파 트랜스듀서.

청구항 2

초음파 신호를 발생하며 발생하는 초음파 신호의 중심 주파수에서 1/4-파장 이하의 두께를 가지는 능동소자; 및 상기 능동소자의 일 면에 형성되어 상기 능동소자와 전기적으로 연결되되 예정된 초음파 진행경로와는 반대 방향으로 전파되는 초음파를 차단하기 위해 초음파 신호의 중심 주파수에서 2/3-파장 이상의 두께를 가진 금속층을 포함하는 연성 인쇄회로기판; 을 포함하는 것을 특징으로 하는 초음파 트랜스듀서.

청구항 3

제 1 항에 있어서, 상기 연성 인쇄회로기판의 금속층은 상기 능동소자의 후면에 형성되어 상기 능동소자에 전기신호를 인가하고, 상기 능동소자는 금속층으로부터 인가된 전기신호에 의해 초음파 신호를 발생하여 초음파 신호를 전송하고, 상기 금속층의 두께에 의해 상기 금속층과 상기 능동소자의 경계면이 절점이 되어 상기 능동소자에서 상기 연성 인쇄회로기판의 후면에 형성된 후면층 방향으로는 초음파 신호 전파가 차단되어 예정된 초음파 진행경로 방향으로만 초음파 신호가 전파되어 초음파 트랜스듀서의 감도 및 대역폭이 향상되는 것을 특징으로 하는 초음파 트랜스듀서.

청구항 4

제 1 항에 있어서, 상기 연성 인쇄회로기판의 금속층은 상기 능동소자의 후면에서 소정의 두께까지 증착되는 것을 특징으로 하는 초음파 트랜스듀서.

청구항 5

제 4 항에 있어서, 상기 연성 인쇄회로기판의 금속층은 후막 증착되는 것을 특징으로 하는 초음파 트랜스듀서.

청구항 6

제 1 항에 있어서, 상기 금속층은 적어도 하나 이상의 금속 원료가 선택 또는 혼합되어 음향 임피던스 및 열 전도도가 조절되는 것을 특징으로 하는 초음파 트랜스듀서.

청구항 7

제 6 항에 있어서, 상기 금속층은 구리, 금, 은, 알루미늄, 텅스텐, 탄탈럼, 코발트, 니켈, 인듐, 베릴륨, 황동, 철, 백금, 티타늄, 탄화 텅스텐, 산화 몰리브덴, 탄화 크롬, 탄화 탄탈럼, 고분자 필름을 그래파이트화한 PGS 그래파이트 시트, 그래파이트, 카본나노 튜브, 질화 알루미늄, 붕소 나이트 라이드, 탄화 규소, 산화 베릴륨, 산화 마그네슘, 산화 아연 중 어느

하나이거나 이들의 결합 형태인 것을 특징으로 하는 초음파 트랜스듀서.

청구항 8

제 1 항에 있어서, 상기 초음파 트랜스듀서는
상기 능동소자의 전면에 형성되어 능동소자와 전기적으로 연결되는 접지 시트;
를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 초음파 트랜스듀서.

청구항 9

초음파 신호의 중심 주파수에서 1/4-파장 이하의 두께를 가진 능동소자를 마련하는 단계;
상기 능동소자의 후면에 금속층을 포함하는 연성 인쇄회로기판을 형성하는 단계; 및
상기 능동소자에서 예정된 초음파 진행경로와는 반대 방향인 후면층 방향으로 전파되는 초음파를 차단하기 위해
상기 금속층의 두께를 증가시키는 단계;
를 포함하는 것을 특징으로 하는 초음파 트랜스듀서 제조방법.

청구항 10

초음파 신호의 중심 주파수에서 1/4-파장 이하의 두께를 가진 능동소자를 마련하는 단계;
상기 능동소자의 일 면에 금속층을 포함하는 연성 인쇄회로기판을 형성하는 단계; 및
상기 능동소자에서 예정된 초음파 진행경로와는 반대 방향으로 전파되는 초음파를 차단하기 위해 상기 금속층의
두께가 초음파 신호의 중심 주파수에서 2/3-파장 이상이 되도록 두께를 증가시키는 단계;
를 포함하는 것을 특징으로 하는 초음파 트랜스듀서 제조방법.

청구항 11

제 9 항에 있어서, 상기 금속층의 두께를 증가시키는 단계는
능동소자의 후면에서 금속층을 후막 증착시키는 것을 특징으로 하는 초음파 트랜스듀서 제조방법.

발명의 설명

기술분야

[0001] 본 발명은 초음파를 이용하여 피검사체 내부의 영상 정보를 획득하는 초음파 트랜스듀서에 관한 것이다.

배경기술

[0002] 초음파 진단장치는 초음파 신호를 피검사체에 쏘아 반사된 초음파 신호로 피검사체의 내부 조직을 영상화시키는 장치이다. 초음파 진단장치는 피검사체의 진단 부위에 초음파 신호를 송신한 후, 서로 다른 음향 임피던스(acoustic impedance)를 갖는 피검사체 내부의 조직들의 경계로부터 반사된 초음파 신호를 수신함으로써 진단 부위의 영상 정보를 획득할 수 있다.

[0003] 초음파 진단장치는 초음파 신호를 피검사체로 송신하고 피검사체로 반사된 초음파 신호를 수신하기 위한 초음파 트랜스듀서(ultrasonic transducer)가 포함된다. 초음파 트랜스듀서는 크게 능동소자(active element), 정합층(matching layer) 및 후면층(backing layer)을 포함한다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0004] 일 실시 예에 따라, 감도 및 대역폭 향상을 위해 연성 인쇄회로기판의 금속층이 두꺼운 초음파 트랜스듀서 및 그 제조방법을 제안한다.

과제의 해결 수단

- [0005] 일 실시 예에 따른 초음파 트랜스듀서는, 초음파 신호를 발생하며 발생하는 초음파 신호의 중심 주파수에서 1/4-파장 이하의 두께를 가지는 능동소자와, 능동소자의 일 면에 형성되어 능동소자와 전기적으로 연결되며 예정된 초음파 진행경로와는 반대 방향으로 전파되는 초음파를 차단하기 위한 두께를 가진 금속층을 포함하는 연성 인쇄회로기판을 포함한다.
 - [0006] 일 실시 예에 따른 금속층의 두께는 초음파 신호의 중심 주파수에서 2/3-파장 이상이다.
 - [0007] 일 실시 예에 따른 연성 인쇄회로기판의 금속층은 능동소자의 후면에 형성되어 능동소자에 전기신호를 인가하고, 능동소자는 금속층으로부터 인가된 전기신호에 의해 초음파 신호를 발생하여 초음파 신호를 전송하고, 금속층의 두께에 의해 금속층과 능동소자의 경계면이 절점이 되어 능동소자에서 연성 인쇄회로기판의 후면에 형성된 후면층 방향으로 초음파 신호 전파가 차단되어 예정된 초음파 진행경로 방향으로만 초음파 신호가 전파되어 초음파 트랜스듀서의 감도 및 대역폭이 향상된다.
 - [0008] 일 실시 예에 따른 연성 인쇄회로기판의 금속층은 능동소자의 일 면에서 소정의 두께까지 증착된다. 이때, 연성 인쇄회로기판의 금속층은 후막 증착될 수 있다.
 - [0009] 일 실시 예에 따른 금속층은 적어도 하나 이상의 금속 원료가 선택 또는 혼합되어 음향 임피던스 및 열 전도도가 조절될 수 있다. 이때, 금속층은 구리, 금, 은, 알루미늄, 텅스텐, 탄탈럼, 코발트, 니켈, 인듐, 베릴륨, 황동, 철, 백금, 티타늄, 탄화 텅스텐, 산화 폴리브덴, 탄화 크롬, 탄화 탄탈럼, 고분자 필름을 그래파이트화한 PGS 그래파이트 시트, 그래파이트, 카본나노 튜브, 질화 알루미늄, 붕소 나이트 라이드, 탄화 규소, 산화 베릴륨, 산화 마그네슘, 산화 아연 중 어느 하나이거나 이들의 결합 형태일 수 있다.
 - [0010] 일 실시 예에 따른 초음파 트랜스듀서는 능동소자의 다른 면에 형성되어 능동소자와 전기적으로 연결되는 접지 시트를 더 포함한다.
 - [0011] 다른 실시 예에 따른 초음파 트랜스듀서 제조방법은, 초음파 신호의 중심 주파수에서 1/4-파장 이하의 두께를 가진 능동소자를 마련하는 단계와, 능동소자의 일 면에 금속층을 포함하는 연성 인쇄회로기판을 형성하는 단계를 포함하며, 연성 인쇄회로기판을 형성하는 단계는 능동소자에서 예정된 초음파 진행경로와는 반대 방향으로 전파되는 초음파를 차단하기 위해 금속층의 두께를 증가시켜 형성하는 단계를 포함한다.
 - [0012] 일 실시 예에 따른 금속층의 두께를 증가시켜 형성하는 단계에서, 금속층의 두께가 초음파 신호의 중심 주파수에서 2/3-파장 이상이 되도록 두께를 증가시킨다. 일 실시 예에 따른 금속층의 두께를 증가시켜 형성하는 단계에서, 능동소자의 일 면에서 금속층을 후막 증착시킨다.
- 발명의 효과**
- [0013] 일 실시 예에 따르면, 연성 인쇄회로기판의 금속층의 두께를 두껍게 형성함에 따라, 금속층과 능동소자의 경계면이 절점(node)으로 작용하여 예정된 초음파 진행경로와는 반대 방향으로 전파되는 초음파는 차단하고 예정된 초음파 진행경로로만 초음파가 전파되도록 하여 초음파 트랜스듀서의 감도(sensitivity) 및 대역폭(bandwidth)이 향상된다.
 - [0014] 나아가, 예정된 초음파 진행경로와는 반대 방향으로 전파되는 초음파를 차단하기 위해서, 능동소자와 후면층 사이에 능동소자의 음향 임피던스 값보다 큰 음향 임피던스 값을 가지는 부정합층(de-matching layer)을 추가로 구비할 필요가 없이, 단지 연성 인쇄회로기판의 금속층 두께만을 두껍게 증가시키면 되므로 제조 과정이 간단하며 제조 비용을 절감할 수 있다.
 - [0015] 또한, 능동소자의 두께가 중심 주파수를 기준으로 1/4 파장($1/4\lambda$) 이하의 길이를 가짐에 따라, 음향 임피던스가 감소되고 시스템과의 전기적 정합이 용이하다. 이 경우, 연성 인쇄회로기판의 금속층 두께만을 두껍게 증가시켜 1/4 파장 트랜스듀서를 제공할 수 있다.
 - [0016] 나아가, 본 발명의 두꺼운 금속층을 가진 연성 인쇄회로기판은 직선 배열형(linear array), 곡선 배열형(convex array), 위상 배열형(phased array), 단일 소자형(single element) 등과 같은 트랜스듀서의 종류에 상관없이 모두 적용 가능하다.
 - [0017] 나아가, 능동소자의 일 면에 연성 인쇄회로기판의 금속층을 형성할 때, 능동소자에 금속층을 후막 증착하는 방법을 사용함에 따라, 일반적인 접착 등의 가공 방법에서 요구되는 연삭 및 절삭 등의 복잡한 과정을 거치지 않고 연성 인쇄회로기판의 두께를 정밀하게 제어할 수 있다. 또한, 가공 방법에 비해 제작 비용이 저렴해진다.

도면의 간단한 설명

- [0018] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 두꺼운 연성 인쇄회로기판을 가진 초음파 트랜스듀서의 구성을 도시적으로 보여주는 구조도,
- 도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 얇은 능동소자와 두꺼운 금속층을 가진 FBCB를 포함하는 초음파 트랜스듀서의 초음파 신호 전파 원리를 설명하기 위한 초음파 트랜스듀서의 구성도,
- 도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 초음파 진단장치의 구성도,
- 도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따른 초음파 트랜스듀서 제조방법을 도시한 흐름도,
- 도 5 내지 도 7은 본 발명의 일 실시 예에 따른 두께가 얇은 능동소자와 두께가 두꺼운 금속층을 포함하는 연성 인쇄회로기판을 가진 초음파 트랜스듀서와 일반적인 초음파 트랜스듀서의 성능 차이를 보여주는 그래프이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0019] 이하에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 실시 예들을 상세히 설명한다. 본 발명을 설명함에 있어 관련된 공지 기능 또는 구성에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상세한 설명을 생략할 것이다. 또한, 후술되는 용어들은 본 발명에서의 기능을 고려하여 정의된 용어들로서 이는 사용자, 운용자의 의도 또는 관례 등에 따라 달라질 수 있다. 그러므로 그 정의는 본 명세서 전반에 걸친 내용을 토대로 내려져야 할 것이다.
- [0020] 본 명세서에서 제1 물질 층이 제2 물질 층 상에 형성된다고 할 경우에, 그것은 제1 물질 층이 제2 물질 층 바로 위(directly on)에 형성되는 경우는 물론, 명시적으로 이를 배제하는 기재가 없는 한, 다른 제3 물질 층이 제1 물질 층과 제2 물질 층의 사이에 개재되어 있는 것(upper)도 모두 포함하는 것으로 해석되어야 한다.
- [0021] 도 1은 본 발명의 일 실시 예에 따른 두꺼운 연성 인쇄회로기판을 가진 초음파 트랜스듀서의 구성을 도시적으로 보여주는 구조도이다.
- [0022] 이하, '도식적'이라는 것은 도시된 도면이 초음파 트랜스듀서에 포함되는 구성 요소들 사이의 상대적인 위치 관계 또는 적층 관계를 나타낸다는 것을 의미함을 명시한다. 따라서, 초음파 트랜스듀서에 포함되는 구성 요소들 각각의 구체적인 형상이나 두께 등은 반드시 도면에 도시된 것과 일치하지 않을 수도 있다.
- [0023] 도 1을 참조하면, 초음파 트랜스듀서(1)는 후면층(backing layer)(10), 연성 인쇄회로기판(flexible printed circuit board: FPCB, 이하 FPCB라 칭함)(11), 능동소자(active component)(12), 정합층(matching layer)(13) 및 치폭(kerf)(15)을 포함하며, 접지 시트(ground sheet: GRS, 이하 GRS라 칭함)(14)를 더 포함할 수 있다.
- [0024] 초음파 트랜스듀서(1)는 단일 소자 트랜스듀서(single element transducer)이거나, 소자(element)가 다수 개로 구성된 배열형 트랜스듀서(array transducer)일 수 있다. 배열형 트랜스듀서의 종류는 직선 배열형(linear array), 곡선 배열형(convex array), 위상 배열형(phased array) 등일 수 있는데, 본 발명은 모든 형태의 배열형 트랜스듀서에 적용 가능하다.
- [0025] 능동소자(12)는 초음파 신호를 발생시켜 피검사체로 전송하고, 피검사체로부터 반사되는 초음파 신호를 수신하는데, 예를 들어 압전소자(piezoelectric element)가 사용된다. 후면층(10)은 능동소자(12)로부터 발생한 초음파 신호가 원치 않는 방향인, 후면층(10) 방향으로 전파되어 그 반사파가 되돌아오는 것을 최소화한다.
- [0026] 일반적으로, 트랜스듀서는 능동소자의 두께(thickness)가 능동소자에서 발생하는 초음파 신호의 중심 주파수를 기준으로 반(half) 파장($1/2\lambda$) 길이를 가진다. 그러나, 본 발명은 트랜스듀서의 감도를 높이고 대역폭을 넓히기 위해서 중심 주파수를 기준으로 $1/4$ 파장($1/4\lambda$) 이하의 길이를 가진 능동소자(12)를 사용한다. $1/4$ 파장 능동소자(12)는 $1/2$ 파장 능동소자에 비하여 그 두께가 절반으로 줄어들기 때문에 음향 임피던스가 감소되며, 감도가 높고 대역폭이 넓다.
- [0027] 예정된 초음파 진행경로 방향과, 예정된 초음파 진행경로와는 반대 방향인 후면층 방향 모두로 초음파 신호가 전파되면 트랜스듀서의 효율은 낮아진다. 후면층 방향으로 전파되는 초음파 신호를 차단 또는 감쇄하기 위해서, 부정합층(de-matching layer)을 능동소자와 후면층 사이에 구비할 수 있다. 부정합층은 능동소자의 음향 임피던스 값보다 큰 음향 임피던스 값을 가지는데, 예를 들어, 능동소자의 음향 임피던스 값보다 적어도 2배 이상의 음향 임피던스 값을 가진다. 이 경우 별도의 부정합층이 추가로 구비되어야만 한다.

- [0028] 본 발명에 따른 초음파 트랜스듀서(1)는 별도의 부정합층을 사용하지 않고도, 능동소자(12)의 하단에서 능동소자(12)의 전기결선 기능을 가진 FPCB(11)의 금속층(110)의 두께를 두껍게 형성하여, 금속층(110)의 두께에 의해 금속층(110)과 능동소자(12)의 경계면이 절점(node)으로 작용하므로 예정된 초음파 진행경로와는 반대 방향으로 초음파 신호가 전파되는 것을 차단한다. 이러한 차단 기능을 배플(baffle)이라 하며, FPCB(11)의 두꺼운 금속층(110)을 통해 배플 조건을 충족할 수 있다. 배플 조건이 적용된 능동소자(12)는, 능동소자(12)와 금속층(110)이 만나는 면을 기준으로 능동소자(12), 예를 들어 압전소자가 예정된 초음파 진행경로 방향으로만 변형되어 초음파 신호를 발생하며, 능동소자(12)에서 발생한 초음파 신호는 후면층(10) 방향으로만 전파가 차단된다. 따라서, 예정된 초음파 진행경로 방향으로만 초음파 신호가 전파되어 감도가 향상된다.
- [0029] 이하, 전술한 두꺼운 FPCB(11)를 가진 초음파 트랜스듀서(1)의 각 구성에 대해 상세히 후술한다.
- [0030] 후면층(10)은 음향 임피던스가 능동소자(12)와 잘 정합되도록 구성된다. 후면층(10)은 우수한 흡음 특성인, 음향 감쇄 특성을 가지도록 구성될 수 있다. 우수한 흡음 특성을 가진 후면층(10)은 전면에 형성되는 능동소자(12)의 자유 진동을 억제하여 초음파의 펄스 폭을 감소시킬 뿐만 아니라 능동소자(12)에서 발생하여 후면으로 초음파가 불필요하게 전파되는 것을 차단함으로써 영상 왜곡이 생기는 것을 효과적으로 방지한다. 후면층(10)은 흡음 특성이 우수한 재질의 물질을 사용하여 하나 또는 복수의 층으로 형성될 수 있다.
- [0031] 일 실시 예에 따른 FPCB(11)는 능동소자(12)의 후면에 형성된다. FPCB(11)의 금속층(110)은 능동소자(12)와 전기적으로 연결되어 능동소자(12)에 전압을 인가한다. 그리고, 금속층(110)은 능동소자(12)에서 후면층(10) 방향으로 전파되는 초음파를 차단하기 위해 두꺼운 두께를 가진다. 금속층(110)의 두께는 능동소자(12)에서 발생하는 초음파 신호의 중심 주파수에서 $2/3$ -파장($2/3\lambda$) 이상의 길이일 수 있다. 금속층(110)의 두께는 $50\mu\text{m}$ ~ 50mm 일 수 있으나, 이에 한정되지 않는다.
- [0032] 일 실시 예에 따른 FPCB(11)는 기판층(112)과 금속층(110)으로 이루어지며, 기판층(112) 상에 금속층(110)이 형성된다. 기판층(113)은 폴리이미드(polyimide: PI)일 수 있으나, 이에 한정되지는 않는다. 금속층(110)은 적어도 하나 이상의 금속 원료가 선택 또는 혼합되어 음향 임피던스 및 열 전도도가 조절될 수 있다. 예를 들어, 금속층(110)은 금속층은 구리, 금, 은, 알루미늄, 텅스텐, 탄탈럼, 코발트, 니켈, 인듐, 베릴륨, 황동, 철, 백금, 티타늄, 탄화 텅스텐, 산화 몰리브덴, 탄화 크롬, 탄화 탄탈럼, 고분자 필름을 그래파이트화한 PGS 그래파이트 시트, 그래파이트, 카본나노 튜브, 질화 알루미늄, 붕소 나이트 라이드, 탄화 규소, 산화 베릴륨, 산화 마그네슘, 산화 아연 중 어느 하나이거나 이들의 결합 형태일 수 있다. 그러나, 금속층(110)은 도전성을 가진 물질이면 어느 것이든 무방하다.
- [0033] 일 실시 예에 따른 FPCB(11)의 금속층(110)은 능동소자(12)의 일 면에서 후막 증착된다. 이때, 금속층(110)의 두께가 초음파 신호의 중심 주파수에서 $2/3$ -파장 이상의 길이가 되도록 증착될 수 있다. 금속층(110)의 증착 방법에 대해서는 도 4를 참조로 하여 후술한다.
- [0034] 일 실시 예에 따른 능동소자(12)는 트랜스듀서의 감도를 높이고 대역폭을 넓히기 위해서 중심 주파수를 기준으로 $1/4$ 파장($1/4\lambda$) 이하의 길이를 가진다. 능동소자(12)는 양단에 위치한 FPCB(11)와 GRS(14)로부터 전기신호가 인가되는 등의 방법으로 에너지가 가해지면 초음파 신호를 발생한다. 능동소자(12)의 종류는 초음파 트랜스듀서(1)의 종류에 따라서 달라질 수 있는데, 통상적으로 압전소자(piezoelectric element)로 구성된다. 압전소자는 압전효과를 통해 기계적인 압력이 가해지면 전압이 발생하고, 전압이 인가되면 기계적인 변형이 발생하는 성질을 가진다. 압전소자들의 형상이나 배열되는 패턴에 특별한 제한은 없다. 압전소자는 티탄산 지르콘산 납(lead zirconate titanate: PZT) 계 등의 압전 세라믹, 단결정, 이들 재료와 고분자 재료를 복합한 복합 압전체, 또는 폴리불화비닐리덴(PolyVinylidene Fluoride: PVDF)로 대표되는 고분자 재료의 압전체 등으로 형성될 수 있다.
- [0035] 정합층(13)은 능동소자(12)와 피검사체 사이에 배치되어서 두 구성 요소 사이의 음향 임피던스(acoustic impedance) 차이를 증대한다. 예를 들어, 능동소자(12)에서 발생한 초음파를 피검사체로 전달하거나 피검사체에 의하여 반사되어 되돌아오는 반사 신호의 손실을 저감시킨다. 정합층(13)은 능동소자(12)와 피검사체 간 음향 임피던스의 급격한 변화에 따른 영상 왜곡 등의 문제를 감소시키는 완충 역할을 할 수 있다.
- [0036] 정합층(13)은 다수 개의 층(multi-layer)이 적층된 구조일 수 있다. 예를 들어, 도 1에 도시된 바와 같이 제1 정합층(131)과 제2 정합층(132)으로 구성될 수 있으나, 정합층의 수는 이에 한정되지 않는다. 복수의 층으로 정합층(13)을 구성하는 이유는, 능동소자(12)와 피검사체인 인체조직 사이의 음향 임피던스 차이가 상대적으로 크기 때문에, 요구되는 특성을 갖는 정합층을 단일 물질의 층으로는 형성하는 것이 어렵기 때문이다.

- [0037] 정합층(13)과 능동소자(12) 사이에는 GRS(14)가 형성될 수 있고, 정합층(13)은 GRS(14)를 통해 능동소자(12)와 상호 전기적 신호를 주고 받을 수 있다. 치폭(15)은 소자들 사이에 충전된다.
- [0038] 한편, 도 1에서는 FPCB(11)가 후면층(10)의 전면에 위치하고, GRS(14)가 정합층(13)의 후면에 위치하고 있으나, 해당 위치는 능동소자를 구성하는 층의 분극 방향에 따라 달라질 수 있다. 예를 들어, FPCB(11) 위치에 GRS(14)가 형성되고, GRS(14) 위치에 FPCB(11)가 형성될 수 있다.
- [0039] 도 2는 본 발명의 일 실시 예에 따른 얇은 능동소자와 두꺼운 금속층을 가진 FPCB를 포함하는 초음파 트랜스듀서의 초음파 신호 전파 원리를 설명하기 위한 초음파 트랜스듀서의 구성도이다.
- [0040] 도 2를 참조하면, 일 실시 예에 따른 트랜스듀서는 능동소자의 두께는 얇고 FPCB의 금속층은 두께가 두껍다. 예를 들어, 능동소자(12)가 초음파 신호의 중심 주파수를 기준으로 $1/4$ 파장($1/4\lambda$) 이하의 길이를 가지고, FPCB(11)의 금속층(110)이 초음파 신호의 중심 주파수를 기준으로 $2/3$ -파장($2/3\lambda$) 이상의 두께를 가진다. 이에 따라, 예정된 초음파 진행경로와는 반대 방향으로 초음파 신호가 전파되는 것을 차단하는 배플(baffle) 조건을 충족하게 된다. 배플 조건이 적용된 능동소자(12)는, 능동소자(12)와 금속층(110)이 만나는 면을 기준으로 능동소자(12), 예를 들어 압전소자가 예정된 초음파 진행경로 방향으로만 변형되어 초음파 신호를 발생하게 되며, 능동소자(12)에서 발생한 초음파 신호는 후면층(10) 방향으로만 전파가 차단된다. 따라서, 예정된 초음파 진행경로 방향으로만 초음파 신호가 전파되어 감도가 향상된다.
- [0041] 도 3은 본 발명의 일 실시 예에 따른 초음파 진단장치의 구성도이다.
- [0042] 도 3을 참조하면, 초음파 진단장치(30)는 초음파 트랜스듀서(1), 빔포밍부(2), 영상 처리부(3) 및 출력부(4)를 포함한다.
- [0043] 초음파 트랜스듀서(1)는 다수의 소자(300-1, 300-2, ..., 300-n)로 구성될 수 있다. 일 실시 예에 따른 초음파 트랜스듀서(1)는 초음파 신호의 중심 주파수에서 $1/4$ -파장 이하의 두께를 가지는 능동소자와, 능동소자의 일 면에서 두께가 두꺼운 금속층을 가진 FPCB를 포함한다. 금속층은 능동소자와 전기적으로 연결되어 전기신호를 능동소자에 제공하고, 능동소자에 의해 예정된 초음파 진행경로와는 반대 방향으로 전파되는 초음파를 차단할 수 있을 정도의 두꺼운 두께를 가진다. 금속층의 두께는 초음파 신호의 중심 주파수에서 $2/3$ -파장 이상일 수 있다. 일 실시 예에 따른 FPCB의 금속층은 능동소자의 일 면에서 두꺼운 두께를 가지도록 후막 증착된다.
- [0044] 빔포밍부(2)는 초음파 트랜스듀서(1)를 구동하여 초음파 신호를 피검사체에 송신하고 피검사체로부터 되돌아오는 반사신호를 처리하여 빔 신호를 생성한다. 영상 처리부(3)는 빔포밍부(2)로부터 빔 신호를 수신하여 초음파 영상 생성한다. 출력부(4)는 영상 처리부(3)를 통해 생성된 초음파 영상을 외부로 디스플레이한다.
- [0045] 도 4는 본 발명의 일 실시 예에 따른 초음파 트랜스듀서 제조방법을 도시한 흐름도이다.
- [0046] 도 4를 참조하면, 일 실시 예에 따른 초음파 트랜스듀서 제조방법은 능동소자의 일 면에 FPCB의 금속층을 두껍게 형성하는 단계를 포함한다. 이를 위해, 초음파 신호의 중심 주파수에서 $1/4$ -파장 이하의 두께를 가진 능동소자를 마련한다(400). 그리고, 능동소자의 일 면, 예를 들어 후면에 FPCB를 형성하는데, 능동소자의 후면에 형성되는 금속층의 두께를 증가시킨다. 두꺼운 두께를 가지도록 금속층을 후막 증착(410)할 수 있다. 이때, 금속층의 두께가 초음파 신호의 중심 주파수에서 $2/3$ -파장 이상의 길이가 되도록 증착시킬 수 있다. 일반적인 접착 등의 가공 방법 대신에 본 발명의 후막 증착 방법을 사용하면, 연삭 및 절삭 등의 복잡한 과정을 거치지 않고도 FPCB의 두께를 정밀하게 제어할 수 있다. 또한, 가공 방법에 비해 제작 비용이 저렴해진다.
- [0047] 도 5 내지 도 7은 본 발명의 일 실시 예에 따른 두께가 얇은 능동소자와 두께가 두꺼운 금속층을 포함하는 FPCB를 가진 초음파 트랜스듀서와 일반적인 초음파 트랜스듀서의 성능 차이를 보여주는 그래프이다.
- [0048] 도 5 내지 도 7을 참조하면, 금속층이 두꺼운 FPCB를 가진 초음파 트랜스듀의 감도(sensitivity) 및 대역폭(bandwidth)이 향상됨을 확인할 수 있다.
- [0049] 세부적으로, 도 5는 일반적인 초음파 트랜스듀서와 본 발명의 능동소자의 두께가 얇고 금속층이 두꺼운 FPCB를 가진 초음파 트랜스듀서의 시간(times)에 대한 출력 전압(output voltage) 크기를 비교한 그래프이다. 도 5에 도시된 바와 같이, 본 발명의 초음파 트랜스듀서가 동일 시간대에서 더 큰 전압 변화를 가짐을 확인할 수 있다.
- [0050] 도 6은 일반적인 초음파 트랜스듀서와 본 발명의 두께가 얇은 능동소자와 금속층의 두께가 두꺼운 FPCB를 가진 초음파 트랜스듀서의 주파수(frequency)에 대한 정규 크기(normalized magnitude)를 비교한 그래프이다.
- [0051] 도 6을 참조하면, 본 발명의 초음파 트랜스듀서의 경우 더 넓은 범위에서 정규 크기가 크게 나타남을 알 수 있

다. 이에 따라, 본 발명의 초음파 트랜스듀서는 대역폭이 넓어지고, 감도가 향상된다. 배플(baffle) 조건이 적용된 능동소자의 경우 능동소자와 FPCB의 금속층이 만나는 면을 기준으로 능동소자가 윗 방향으로만 변형되므로 능동소자에서 발생한 초음파가 배킹재 반대 방향으로만 모두 전파되어 감도가 향상된다.

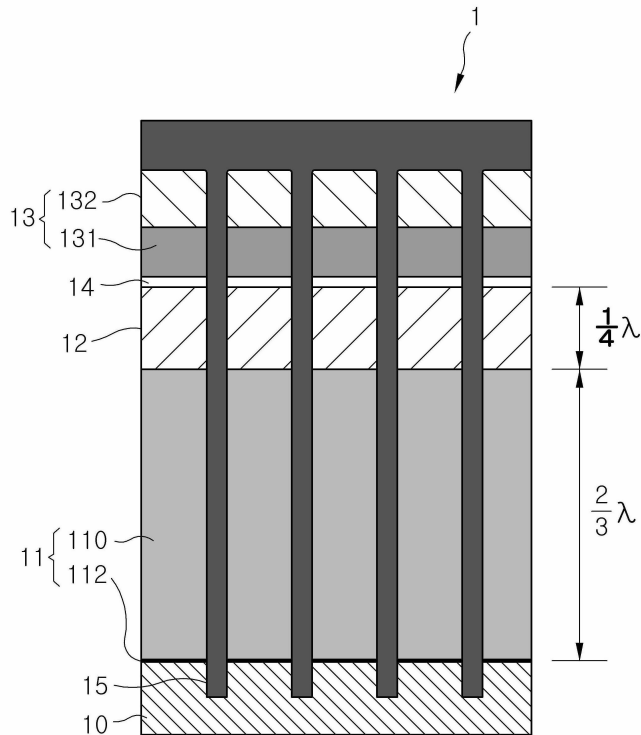
[0052] 도 7은 일반적인 초음파 트랜스듀서와 본 발명의 두께가 얇은 능동소자와 금속층의 두께가 두꺼운 FPCB를 가진 초음파 트랜스듀서의 임피던스 크기(magnitude of impedance)를 비교한 그래프이다.

[0053] 도 7을 참조하면, 본 발명의 초음파 트랜스듀서의 경우 능동소자의 두께가 얇아져 음향 임피던스 크기가 감소하며, 시스템과의 전기적 정합이 용이함을 알 수 있다.

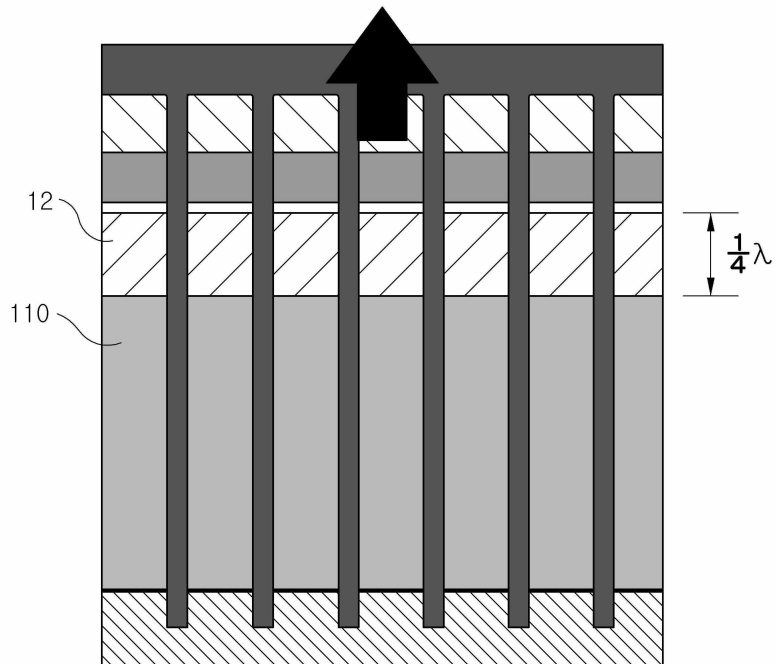
[0054] 이제까지 본 발명에 대하여 그 실시 예들을 중심으로 살펴보았다. 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 본 발명의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된 실시 예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 전술한 설명이 아니라 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

도면

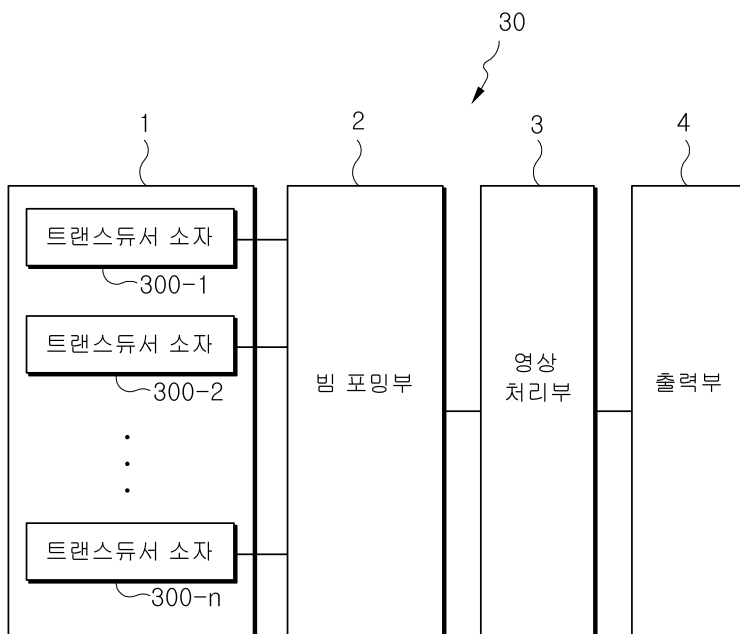
도면1



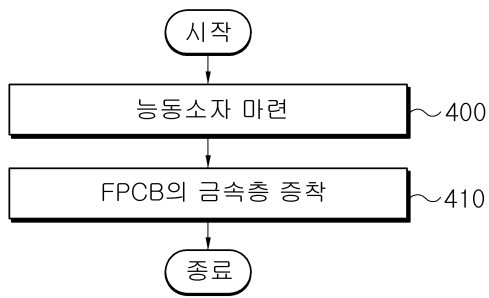
도면2



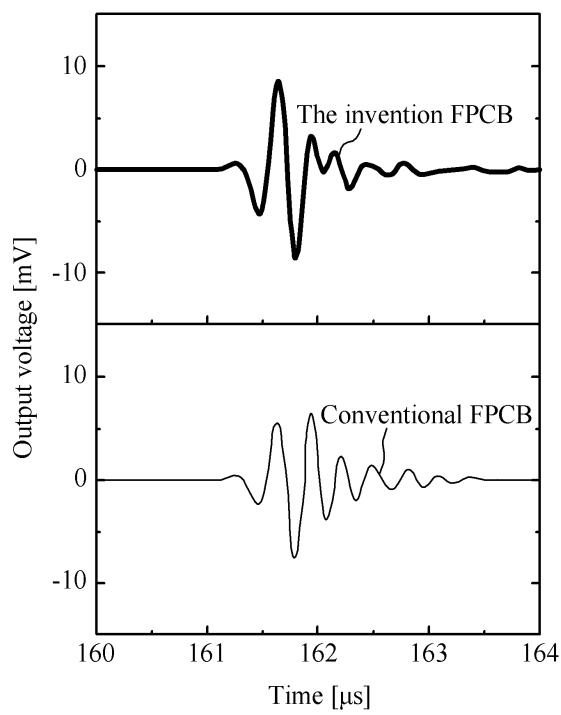
도면3



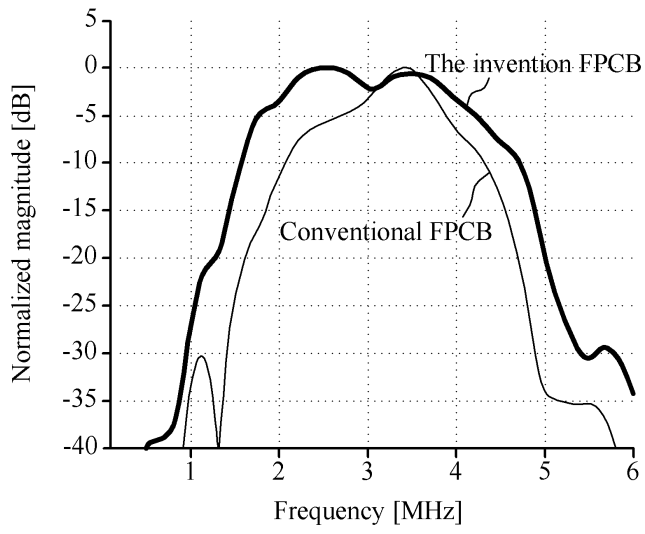
도면4



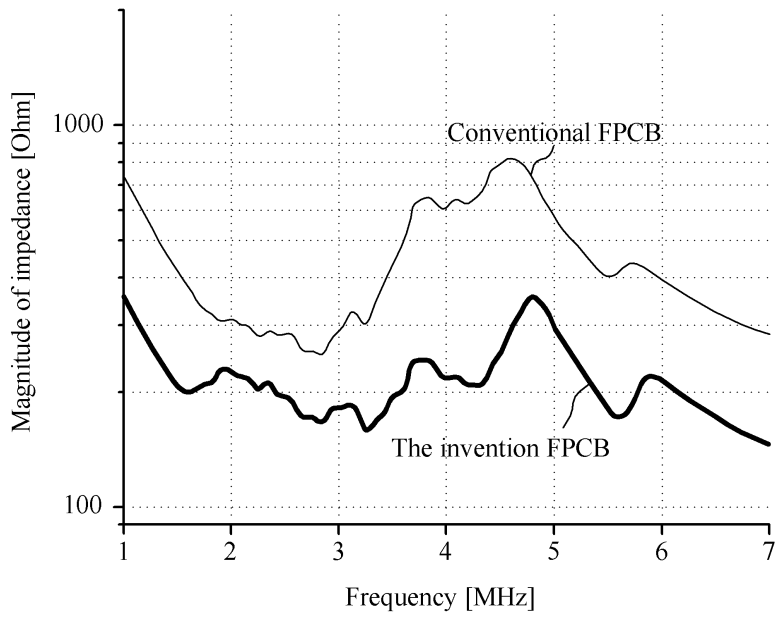
도면5



도면6



도면7



专利名称(译)	标题：具有柔性印刷电路板的金属层的厚超声换能器及其制造方法		
公开(公告)号	KR101605162B1	公开(公告)日	2016-03-21
申请号	KR1020140185955	申请日	2014-12-22
[标]申请(专利权)人(译)	爱飞纽医疗机械贸易有限公司		
申请(专利权)人(译)	铝齿轮医疗系统有限公司		
当前申请(专利权)人(译)	铝齿轮医疗系统有限公司		
[标]发明人	LEE WON SEOK 이원석		
发明人	이원석		
IPC分类号	H04R17/00 A61B8/00		
CPC分类号	A61B8/00 H04R17/00 H04R17/005		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

在本发明中，公开了一种具有柔性印刷电路板 (FPCB) 的厚金属层的超声换能器及其制造方法。根据本发明的实施例，柔性印刷电路板 (FPCB) 包括：有源元件，其产生超声信号并且在所产生的超声信号的中心频率处具有等于或小于1/4波长的厚度；柔性印刷电路板 (FPCB)，其布置在有源元件的表面上，电连接至有源元件，并且包括具有一定厚度的金属层，用于屏蔽沿预期进展的反向传播的超声波 超声波的路径。

