



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2016년05월30일
 (11) 등록번호 10-1625657
 (24) 등록일자 2016년05월24일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
 A61B 8/00 (2006.01)

(52) CPC특허분류
 A61B 8/4444 (2013.01)
 A61B 8/4455 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2015-0149757
 (22) 출원일자 2015년10월27일
 심사청구일자 2015년10월27일

(56) 선행기술조사문헌
 US20020042572 A1*
 US05415175 A
 US05945770 A
 US20150182999 A1

*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자

알피니언메디칼시스템 주식회사

경기도 화성시 만년로 905-17 (안녕동)

(72) 발명자

이원석

대구 달서구 송현동 월배로72길 54, 동방아트빌 502호

이수성

경기도 용인시 수지구 성북1로 157, 경남아너스빌1차 104동 1505호

신은희

서울 관악구 남부순환로 1430, 대우푸르지오1차 119동 1604호

(74) 대리인

유민규

전체 청구항 수 : 총 9 항

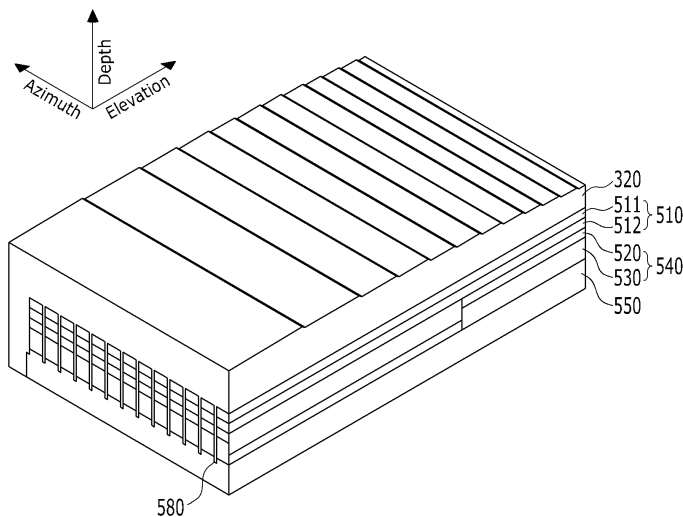
심사관 : 박승배

(54) 발명의 명칭 **초음파 프로브**

(57) 요약

본 발명은 초음파 프로브에 관한 것으로서, 보다 자세하게는 초음파 영상의 품질을 향상시킬 수 있는 초음파 프로브에 관한 것이다. 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파 프로브는 전기 신호와 초음파 신호를 상호 변환시키는 압전소자, 및 상기 압전소자와 대상체 사이의 음향 임피던스 차이를 감소시키도록 상기 압전소자의 전방에 위치하는 정합층을 포함하되, 상기 압전소자는 전후 방향을 따라 적층되는 복수의 압전층을 포함하고, 상기 복수의 압전층 각각은 전후 방향에 직교하는 엘리베이션 방향에 대하여 두께가 변화하는 변단면 구조를 가질 수 있다.

대표도 - 도4



(52) CPC특허분류

A61B 8/4488 (2013.01)

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 기술 개발

기여율 1/1

주관기관 알피니언메디칼시스템 주식회사

연구기간 2015.06.01 ~ 2016.05.31

명세서

청구범위

청구항 1

전기 신호와 초음파 신호를 상호 변환시키는 압전소자부; 및

상기 압전소자부와 대상체 사이의 음향 임피던스 차이를 감소시키도록 상기 압전소자부의 전방에 위치하는 정합층을 포함하되,

상기 압전소자부는 전후 방향을 따라 적층되는 복수의 압전층을 포함하고,

상기 복수의 압전층 각각은 전후 방향에 직교하는 엘리베이션 방향에 대하여 두께가 변화하는 변단면 구조를 가지되,

상기 압전소자부는 제1 압전층 및 상기 제1 압전층의 전방에 위치하는 제2 압전층을 포함하고,

상기 제1 압전층 및 상기 제2 압전층 중 어느 하나는 상기 엘리베이션 방향을 기준으로 중간 부분의 두께가 사이드 부분의 두께보다 두껍고,

상기 제1 압전층 및 상기 제2 압전층 중 다른 하나는 상기 엘리베이션 방향을 기준으로 중간 부분의 두께가 사이드 부분의 두께보다 얇은 것인, 초음파 프로브.

청구항 2

삭제

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 제1 압전층 및 상기 제2 압전층 각각에서, 중간 부분과 사이드 부분은 상기 엘리베이션 방향에 대하여 상호 간격을 두고 구비되는 것인, 초음파 프로브.

청구항 4

제3항에 있어서,

상기 제1 압전층과 상기 제2 압전층 사이에는 연성 인쇄회로 기판(FPCB)이 개재되고,

상기 간격은 상기 연성 인쇄회로 기판의 두께에 대응하는 간격인 것인, 초음파 프로브.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 제1 압전층 및 상기 제2 압전층 중 어느 하나는 상기 제2 압전층이고,

상기 제1 압전층 및 상기 제2 압전층 중 다른 하나는 상기 제1 압전층인 것인, 초음파 프로브.

청구항 6

제1항에 있어서,

상기 제1 압전층은 중간 부분의 전면이 상기 제2 압전층의 중간 부분의 후면과 대향하도록 사이드 부분의 전면보다 후방으로 함몰되고,

상기 제2 압전층은 중간 부분의 후면이 사이드 부분의 후면보다 후방으로 돌출되는 것인, 초음파 프로브.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 제1 압전층과 상기 제2 압전층은 연성 인쇄회로 기판(FPCB)을 사이에 두고 상호 맞물리는 형상으로 돌출 및 함몰되는 것인, 초음파 프로브.

청구항 8

제7항에 있어서,

상기 제1 압전층의 후면과 상기 제2 압전층의 전면은 편평하게 형성되는 것인, 초음파 프로브.

청구항 9

제6항에 있어서,

상기 제1 압전층의 중간 부분은 사이드 부분에 대하여 단차지게 함몰되고,

상기 제2 압전층의 중간 부분은 사이드 부분에 대하여 단차지게 돌출되는 것인, 초음파 프로브.

청구항 10

제1항에 있어서,

상기 압전소자부의 후방에 위치하여 상기 압전소자부의 후방으로 진행되는 초음파 신호를 차단하는 배킹층; 및

상기 정합층의 전방에 위치하여 상기 압전소자부의 전방으로 진행되는 초음파 신호를 상기 대상체에 집속시키는 렌즈층을 더 포함하는 초음파 프로브.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 초음파 프로브에 관한 것으로서, 보다 자세하게는 초음파 영상의 품질을 향상시킬 수 있는 초음파 프로브에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 인간의 건강과 행복의 중요성이 날로 증가하는 사회적 변화와 함께 의료기기의 중요성은 더욱 커지고 있으며, 의료기기 관련 산업구조에서 초음파 영상 진단장치가 차지하는 비중은 더욱더 커지고 있다. 이와 같은 초음파 영상 진단 장치에서 가장 중요한 성능은 화질이며, 이러한 화질을 결정하는 가장 중요한 요소들 중의 하나가 초음파 트랜스듀서 (Transducer)이다. 이에 따라 고품질의 초음파 영상 진단 장치에는 고성능의 초음파 변환기가 필수적이다.

[0003] 의료용으로 사용되는 초음파 장비로 가장 대표적인 것으로는 인체 내부의 장기와 태아 등을 조영하기 위하여 주로 사용되는 초음파 영상진단기를 들 수 있다. 초음파 영상진단기는 X선 촬영기, 컴퓨터단층촬영기(CT) 또는 자기공명영상촬영기(MRI)와 같은 여타의 인체 내부 조영용 의료장비와 달리 진단자가 초음파의 방사각도를 임의로 스티어링(steering)하여 진단자가 원하는 인체 내부의 특정 지점을 조영할 수 있고, 인체에 방사선 등의 피해가 없을 뿐만 아니라 다른 인체 내부 조영용 의료장비보다 상대적으로 짧은 시간 내에 영상을 획득할 수 있다는 장점이 있다. 초음파 영상진단기로 영상을 구현해내기 위해서는 초음파신호와 전기적인 신호를 상호 변환시키는 수단 및/또는 장치가 필수적이며, 당업계에서는 이를 초음파 프로브(probe) 또는 초음파 트랜스듀서(Transducer)라 칭한다.

[0004] 도 1은 종래의 의료용 초음파 트랜스듀서의 구성을 도시한 도면이다. 도 1에 도시된 바와 같이, 종래의 의료용 초음파 트랜스듀서(10)는, 압전 물질이 진동하면서 전기적인 신호와 음향신호를 상호 변환시키는 압전층(11)과, 압전층(11)과 인체 사이의 음향 임피던스 차이를 감소시키는 정합층(12)과, 압전층(11)의 전방으로 진행되는 초음파를 집속시키기 위한 렌즈층(13)과, 압전층(11)의 후방으로 초음파가 진행되는 것을 차단시켜 영상 왜곡을 방지하는 배킹층(14)으로 구성된다. 이와 같은 종래의 초음파 트랜스듀서(10)는, 압전층(11)을 하나의 단일 구조로 구성하게 됨으로써, 초음파 빔의 효율적인 집속에 제약이 발생하게 되므로 초음파 영상의 해상도 및 침투 성능을 저하시키는 등의 문제로 작용할 수 있으며, 결국 의료용 초음파 트랜스듀서의 정밀한 영상 정보를 얻는

데 제약으로 작용될 수 있다.

- [0005] 한편, 종래의 초음파 프로브들 중 다층 PZT 구조를 채택하는 종래 초음파 프로브는 대부분 구조상 특정 종횡비에서 모드 커플링(mode coupling)이 발생하여, 프로브 설계 및 고화질의 영상 획득에 악영향을 미치는 문제가 있었다. 구체적으로, 종래의 다층 PZT 구조의 초음파 프로브의 경우, 능동소자의 채널 분리를 위해 능동소자를 절삭(dicing)하게 되며, 이러한 과정은 능동소자의 종횡비를 나빠지게 하여, 능동소자에서 뎀스(depth, 깊이) 방향과 다른 방향(즉, 엘리베이션(elevation, 상하) 방향과 아지무스(azimuth, 좌우) 방향)으로의 진동이 상기 깊이 방향에 영향을 미치는 모드 커플링(mode coupling)을 야기시켰다. 이에 따라 상기 선행기술은 프로브의 음향특성을 향상시키거나, 고화질의 초음파 영상을 획득하는 데에 한계가 있었다.
- [0006] 본원의 배경이 되는 기술은 한국특허공개공보 제10-2013-0097550호에 개시되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0007] 본 발명은 초음파 영상의 품질을 향상시킬 수 있는 초음파 프로브를 제공하려는 것을 목적으로 한다.
- [0008] 본 발명은 영상 시스템과 프로브(probe) 간의 전기적 정합이 좋은 기존 다층형 능동층(multilayered active layer)의 구조에 엘리베이션(elevation) 방향으로 서로 다른 두께(un-uniform)를 가지는 구조를 적용함으로써, 종횡비를 개선시켜 프로브의 음향특성을 향상시키려는 것을 목적으로 한다.
- [0009] 본 발명은 서로 다른 두께의 다층형 능동층(un-uniform multilayered active layer) 구조를 가지는 프로브를 제공하려는 것을 목적으로 한다.
- [0010] 본 발명은 능동층(Active layer, 이는 압전층을 의미함)의 모드 커플링(mode coupling)으로 인한 크로스토크(crosstalk)를 줄여 각 능동층의 종횡비를 개선시킴으로써, 감도(sensitivity)와 대역폭(bandwidth)을 증대시키고, ring-down time(즉, 파형에서 main bang을 기준으로 특정 크기까지 음파의 크기가 줄어드는데 걸리는 시간)을 저감시키려는 것을 목적으로 한다.
- [0011] 본 발명은 엘리베이션(elevation) 방향의 빔 프로파일(Beam Profile)을 향상시킴으로써, 엘리베이션 방향의 아포다이제이션(Apodization) 효과를 통해 초음파 영상의 품질을 향상시키려는 것을 목적으로 한다.
- [0012] 본 발명은 엘리베이션 방향의 빔폭을 뎀스(depth)에 따라 일정하게 만듦으로써 초음파 영상 품질을 개선, 특히 근거리 필드(Near Field) 이미지를 개선시키려는 것을 목적으로 한다.
- [0013] 본 발명은 임피던스를 저감시킴으로써 영상 시스템과의 전기적 정합을 향상시키려는 것을 목적으로 한다.
- [0014] 다만, 본 실시예가 이루고자 하는 기술적 과제는 상기된 바와 같은 기술적 과제들로 한정되지 않으며, 또 다른 기술적 과제들이 존재할 수 있다.

과제의 해결 수단

- [0015] 상기한 기술적 과제를 달성하기 위한 기술적 수단으로서, 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파 프로브는 전기 신호와 초음파 신호를 상호 변환시키는 압전소자부, 및 상기 압전소자부와 대상체 사이의 음향 임피던스 차이를 감소시키도록 상기 압전소자부의 전방에 위치하는 정합층을 포함하되, 상기 압전소자부는 전후 방향을 따라 적층되는 복수의 압전층을 포함하고, 상기 복수의 압전층 각각은 전후 방향에 직교하는 엘리베이션 방향에 대하여 두께가 변화하는 변단면 구조를 가질 수 있다.
- [0016] 이때, 상기 압전소자부는 제1 압전층 및 상기 제1 압전층의 전방에 위치하는 제2 압전층을 포함하고, 상기 제1 압전층 및 상기 제2 압전층 중 어느 하나는 상기 엘리베이션 방향을 기준으로 중간 부분의 두께가 사이드 부분의 두께보다 두껍고, 상기 제1 압전층 및 상기 제2 압전층 중 다른 하나는 상기 엘리베이션 방향을 기준으로 중간 부분의 두께가 사이드 부분의 두께보다 얇을 수 있다.
- [0017] 또한, 상기 제1 압전층 및 상기 제2 압전층 각각에서, 중간 부분과 사이드 부분은 상기 엘리베이션 방향에 대하여 상호 간격을 두고 구비될 수 있으며, 상기 제1 압전층과 상기 제2 압전층 사이에는 연성 인쇄회로 기판(FPCB)이 개재되고, 상기 간격은 상기 연성 인쇄회로 기판의 두께에 대응하는 간격일 수 있으며, 또한, 상기 제1 압전층 및 상기 제2 압전층 중 어느 하나는 상기 제2 압전층이고, 상기 제1 압전층 및 상기 제2 압전층 중 다른 하나는 상기 제1 압전층일 수 있다.

[0018] 또한, 상기 제1 압전층은 중간 부분의 전면이 상기 제2 압전층의 중간 부분의 후면과 대향하도록 사이드 부분의 전면보다 후방으로 함몰되고, 상기 제2 압전층은 중간 부분의 후면이 사이드 부분의 후면보다 후방으로 돌출될 수 있다. 또한, 상기 제1 압전층과 상기 제2 압전층은 연성 인쇄회로 기판(FPCB)을 사이에 두고 상호 맞물리는 형상으로 돌출 및 함몰될 수 있고, 또한, 상기 제1 압전층의 후면과 상기 제2 압전층의 전면은 편평하게 형성될 수 있다.

[0019] 또한, 상기 제1 압전층의 중간 부분은 사이드 부분에 대하여 단차지게 함몰되고, 상기 제2 압전층의 중간 부분은 사이드 부분에 대하여 단차지게 돌출될 수 있다.

[0020] 또한, 본 발명의 초음파 프로브는 상기 압전소자부의 후방에 위치하여 상기 압전소자부의 후방으로 진행되는 초음파 신호를 차단하는 배킹층, 및 상기 정합층의 전방에 위치하여 상기 압전소자부의 전방으로 진행되는 초음파 신호를 상기 대상체에 집중시키는 렌즈층을 더 포함할 수 있다.

[0021] 상술한 과제 해결 수단은 단지 예시적인 것으로서, 본 발명을 제한하려는 의도로 해석되지 않아야 한다. 상술한 예시적인 실시예 외에도, 도면 및 발명의 상세한 설명에 기재된 추가적인 실시예가 존재할 수 있다.

발명의 효과

[0022] 본 발명은 초음파 영상의 품질을 향상시킬 수 있는 초음파 프로브를 제공할 수 있는 효과가 있다.

[0023] 본 발명은 영상 시스템과 프로브(probe) 간의 전기적 정합이 좋은 기존 다층형 능동층(multilayered active layer)의 구조에 엘리베이션(elevation) 방향으로 서로 다른 두께(un-uniform)를 가지는 구조를 적용함으로써, 종횡비를 개선시켜 프로브의 음향특성을 향상시킬 수 있는 효과가 있다.

[0024] 본 발명은 능동층(Active layer)의 모드 커플링(mode coupling)으로 인한 크로스토크(crosstalk)를 줄여 각 능동층의 종횡비를 개선시킴으로써, 감도(sensitivity)와 대역폭(bandwidth)을 증대시키고, ring-down time(즉, 파형에서 main bang을 기준으로 특정 크기까지 음파의 크기가 줄어드는데 걸리는 시간)을 저감시킬 수 있는 효과가 있다.

[0025] 본 발명은 엘리베이션(elevation) 방향의 빔 프로파일(Beam Profile)을 향상시킴으로써, 엘리베이션 방향의 아포다이제이션(Apodization) 효과를 통해 초음파 영상의 품질을 향상시킬 수 있는 효과가 있다.

[0026] 본 발명은 엘리베이션 방향의 빔폭을 뎀스(depth)에 따라 일정하게 만듦으로써 초음파 영상 품질을 개선, 특히 근거리 필드(Near Field) 이미지를 개선시킬 수 있는 효과가 있다.

[0027] 본 발명은 임피던스를 저감시킴으로써 영상 시스템과의 전기적 정합을 향상시킬 수 있는 효과가 있다.

도면의 간단한 설명

[0028] 도 1은 종래의 의료용 초음파 트랜스듀서의 구성을 도시한 도면이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 프로브를 포함하는 초음파 진단장치의 개략적인 구성도이다.

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파 프로브의 사시도를 나타낸 도면이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 프로브 내의 트랜스듀서를 부분 절개하여 입체적으로 도시한 도면이다.

도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 프로브 내의 트랜스듀서의 단면도를 나타낸 도면이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 압전층의 단면도를 나타낸 도면이다.

도 7은 본 발명의 일 실시예에 따라 도출된 제1 실험 결과 그래프를 나타낸 도면이다.

도 8은 본 발명의 일 실시예에 따라 도출된 제2 실험 결과 그래프를 나타낸 도면이다.

도 9는 본 발명의 일 실시예에 따라 도출된 제3 실험 결과 그래프를 나타낸 도면이다.

도 10은 본 발명의 일 실시예에 따라 도출된 제4 실험 결과 그래프를 나타낸 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0029] 이하, 본 발명의 바람직한 실시예를 첨부된 도면들을 참조하여 상세히 설명한다. 본 발명을 설명함에 있어, 관련된 공지 구성 또는 기능에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 흐릴 수 있다고 판단되는 경우에는 그 상

세한 설명은 생략하기로 한다. 또한 본 발명의 실시예들을 설명함에 있어 구체적인 수치는 실시예에 불과하다.

- [0030] 본 발명은 초음파 프로브(probe)에 관한 것으로서, 특히 초음파 프로브에 포함된 트랜스듀서(Transducer)의 구조에 관한 것이며, 본 발명은 기존 다층형 능동층(multilayered active layer)의 구조에 엘리베이션(elevation) 방향으로 서로 다른 두께(un-uniform)를 가지는 구조를 적용함으로써, 능동층의 중형비를 개선시켜 프로브의 음향특성을 향상시킬 수 있으며, 이를 기반으로 엘리베이션(elevation) 방향의 빔 프로파일(Beam Profile)을 개선시켜 초음파 영상의 품질을 향상시킬 수 있다.
- [0031] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 프로브를 포함하는 초음파 진단장치의 개략적인 구성도이다.
- [0032] 도 2를 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파 진단장치(200)는 크게 프로브(210)와 본체(220)를 포함할 수 있고, 상기 본체(220)는 사용자 입력부(222)와 디스플레이부(224)를 포함할 수 있다. 본 실시예에서는 본 발명의 초음파 진단장치(200)가 프로브(210), 본체(220), 사용자 입력부(222) 및 디스플레이부(224)만을 포함하는 것으로 기재하고 있으나, 이는 본 실시예의 기술 사상을 예시적으로 설명한 것에 불과할 뿐, 본 실시예가 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자라면 본 실시예의 본질적인 특성에서 벗어나지 않는 범위에서 초음파 진단장치(200)에 포함되는 구성 요소에 대하여 다양하게 수정 및 변형하여 적용 가능할 것이다.
- [0033] 간단히 살펴보면, 초음파 진단장치(200)는 피검사체(대상체)로 초음파 신호를 방사하고 피검사체로부터 초음파 에코(Echo) 신호를 수신하기 위한 프로브(210)와, 사용자 입력부(222) 및 디스플레이부(224) 등이 장착되어 피검사체의 영상을 생성하기 위한 본체(220)를 포함한다.
- [0034] 초음파 진단장치(200)는 사용자 입력부(222)를 통해 사용자의 조작 또는 입력에 의한 명령(Instruction)을 입력 받고, 프로브(210)를 통해 피검사체로 초음파 신호를 방사하고 해당 피검사체로부터 반사되는 초음파 에코 신호를 수신하여 수신 신호를 형성하도록 동작하며, 본체(220)를 통해 형성된 수신 신호에 기초하여 초음파 영상이 형성되도록 하며, 형성된 영상이 구비된 디스플레이부(224)를 통해 출력하도록 동작한다. 이때, 프로브(210)는 피검사체의 진단 부위에 직접 접촉하는 부위로서, 본체(220)와 일체로 연결되는 케이블 또는 커넥터에 의하여 본체(220)에 접속될 수 있다.
- [0035] 또한, 프로브(210)는 초음파 신호를 송수신하도록 동작하는 초음파의 송신 집속 및 수신 집속을 수행하도록 동작하는 빔포머(미도시)를 포함할 수 있다. 여기서, 프로브(210)는 다수의 1D(Dimension) 또는 2D 어레이 트랜스듀서(Array Transducer)를 포함할 수 있으며, 프로브(210)는 각 트랜스듀서에 입력되는 펄스들의 입력 시간을 적절하게 지연시킴으로써 집속된 초음파 빔(Beam)을 송신 스캔 라인(Scanline)을 따라 피검사체로 송신한다. 한편, 피검사체로부터 반사된 초음파 에코 신호는 각 트랜스듀서에 서로 다른 수신 시간을 가지면서 입력되며, 각 트랜스듀서는 입력된 초음파 에코 신호를 빔 포머로 출력한다. 빔 포머는 프로브(210)가 초음파 신호를 송신할 때 프로브(210) 내의 각 트랜스듀서의 구동 타이밍을 조절하여 특정위치로 초음파 신호를 집속시키고, 피검사체에서 반사된 초음파 에코 신호가 프로브(210)의 각 트랜스듀서에 도달하는 시간이 상이한 것을 감안하여 프로브(210)의 각 초음파 에코 신호에 시간 지연을 가하여 초음파 에코 신호를 집속시킨다.
- [0036] 본체(220)는 프로브(210)를 통해 수신된 초음파 에코 신호를 통해 형성된 수신 신호에 기초하여 초음파 영상이 형성되도록 하고, 상기 영상이 디스플레이부(224)를 통해 출력되도록 동작한다.
- [0037] 사용자 입력부(222)는 사용자의 조작 또는 입력에 의한 명령(Instruction)을 입력받으며, 이때, 사용자 명령은 초음파 진단장치(200)를 제어하기 위한 설정 명령 등이 될 수 있다. 이하에서는 본 발명에서 제안하는 프로브(210)의 구조에 대해 더 자세히 살펴보기 한다.
- [0038] 도 3은 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파 프로브의 사시도를 나타낸 도면이고, 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 프로브 내의 트랜스듀서를 부분 절개하여 입체적으로 도시한 도면이며, 도 5는 본 발명의 일 실시예에 따른 프로브 내의 트랜스듀서의 단면도를 나타낸 도면이고, 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 압전층의 단면도를 나타낸 도면이다.
- [0039] 이들 도 3 내지 도 6을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파 프로브(210)는 하우징(310), 렌즈(320) 및 케이블(330)을 포함할 수 있다.
- [0040] 하우징(310)은 프로브(210)의 내부 모듈을 덮는 덮개로서, 프로브(210)의 몸체를 형성한다. 이러한 하우징(310)은 초음파 신호의 방사, 초음파 에코 신호의 수신 및 수신된 초음파 에코 신호의 변환을 위한 트랜스듀서(340)를 포함할 수 있으며, 하우징(310)의 내부에 포함된 트랜스듀서(340)에서는 초음파 진단장치(200)에서 가해지는 전압의 유무에 따라 초음파 신호가 발생할 수 있다. 트랜스듀서(340)에 대한 설명은 도 4 내지 도 6을

참조하여 보다 자세히 설명하기로 한다.

- [0041] 렌즈(320)는 초음파 신호를 방사하고, 초음파 에코 신호를 수신하며, 피검사체의 피부 등의 진단 부위와 접촉한다. 또한, 렌즈(320)는 초음파 신호를 피검사체가 위치한 지점에 포커싱(Focusing)이 되게 하며, 피검사체로부터 반사되는 초음파 에코 신호를 수신한다. 케이블(330)은 초음파 진단장치(200)의 본체(220)와 프로브(210)의 하우징(310)을 연결하며, 케이블(330)은 초음파 에코 신호를 본체(220)로 전송할 수 있다.
- [0042] 이하에서는 도 4 내지 도 6을 참조하여 프로브(210) 내에 포함된 트랜스듀서(340)의 세부 구조를 살펴보기로 한다. 이때, 도 5 및 도 6은 도 4에 도시된 트랜스듀서를 엘리베이션(elevation)방향을 따라 절개한 개략적인 단면도를 나타낸다. 즉, 도 5 및 도 6의 단면도는 아지무스(azimuth) 방향을 법선 방향으로 하는 단면도이다.
- [0043] 도 4 내지 도 6을 참조하면, 본 발명의 일 실시예에 따른 트랜스듀서(340)는 크게 렌즈층(320), 정합층(510), 압전층(540) 및 배킹층(550)을 포함할 수 있다.
- [0044] 트랜스듀서(340)는 프로브(210)에서 초음파 신호가 피검사체(대상체)로 방사되는 방향(즉, 전방측 또는 뎀스(depth) 방향)에 대하여 배킹층(550), 압전층(540), 정합층(510), 렌즈층(320)이 차례로 적층된 형태일 수 있다.
- [0045] 압전층(540)은 압전소자(또는 압전물질, 압전체)가 진동하면서 전기적인 신호와 음향신호를 상호 변환시킨다.
- [0046] 압전층(540)은 전후 방향을 따라 복수의 압전층이 적층되어 형성될 수 있다. 복수의 압전층은 제1 압전층(530) 및 제2 압전층(520)을 포함할 수 있다. 이때 전방에는 제2 압전층(520)이 위치하고 후방에는 제1 압전층(530)이 위치할 수 있다. 다만, 복수의 압전층은 반드시 2개층으로만 한정되는 것은 아니며, 3층 이상의 압전층을 포함할 수 있다.
- [0047] 압전층(540)은 압전소자로 이루어지며, 본 발명에서는 압전소자로서 PZT가 이용될 수 있다. 즉, 제1 압전층(530)과 제2 압전층(540)은 압전소자 또는 능동소자로서 각각 PZT가 이용될 수 있으나, 이에만 한정되는 것은 아니다. 예를 들어, 초음파 프로브에는 압전소자로서 압전 세라믹이나 압전 콤포지트(piezo-composite), 압전 단결정 등이 이용될 수 있다. 이때 도 4를 참조하면, 압전층(540)은 아지무스(azimuth) 방향을 따라 간격을 두고 형성된 커프(kerf, 580)에 의하여 구획될 수 있다.
- [0048] PZT는 티탄산 지르콘산 납(lead zirconate titanate)의 고용체(solid solution) 재료로서 제조가 용이하고 높은 압전특성과 유전특성을 나타낸다. 페로브스카이트(perovskite) 구조를 갖는 PZT를 미시적으로 살펴보면 내부에 그레인 바운더리(grain boundary)가 있고 그 안에 다이폴(dipole)이 존재한다. 다이폴은 극성을 갖고 있지만, 각각의 다이폴은 각기 다른 임의의 방향을 향하고 있으므로 전체적으로 극성은 0이 되며 이 경우 압전특성이 없다. 그러나 압전체에 전압을 인가하는 폴링(poling) 공정을 거치게 되면 압전특성이 생긴다. 즉 압전체에 전기적인 에너지를 가하면 다이폴은 분극회전을 하여 모두 한 방향으로 정렬되는 극성화(polarization)가 일어나고 비로소 압전체로서 구동 가능하게 된다.
- [0049] 제2 압전층(520)과 제1 압전층(530)은 연성 인쇄회로 기판(FPCB: Flexible Printed Circuit Board)(570)을 기준으로 각각 전방과 후방에 적층될 수 있다. 즉, 제2 압전층(520), FPCB(570) 및 제1 압전층(530)은 초음파 신호가 피검사체(대상체)로 방사되는 방향(즉, 전방측 또는 뎀스(depth) 방향)에 대하여 차례로 적층되어 형성될 수 있다.
- [0050] 그리고, 제2 압전층(520)과 제1 압전층(530) 각각은 전후 방향에 직교하는 엘리베이션(elevation) 방향에 대하여 두께가 변화하는 변단면 구조를 가질 수 있다.
- [0051] 다층 PZT 구조를 채택하는 종래 초음파 프로브 기술들은 대부분 구조상 특정 중횡비에서 모드 커플링(mode coupling)이 발생하여, 프로브 설계 및 고화질의 영상 획득에 악영향을 미치는 문제가 있었다. 참고로, 모드 커플링은 능동소자에서 뎀스(depth, 깊이) 방향과 다른 방향(즉, 엘리베이션(elevation, 상하) 방향과 아지무스(azimuth, 좌우) 방향)으로의 진동이 상기 깊이 방향에 영향을 미치는 것을 의미한다.
- [0052] 본 발명은 특정 중횡비에서 발생하는 이러한 문제를 해소하기 위하여, 제2 압전층(520)과 제1 압전층(530)이 엘리베이션 방향에 대하여 두께가 변화하는 변단면 구조를 가진다. 즉, 제2 압전층(520)과 제1 압전층(530) 각각은 엘리베이션(elevation) 방향으로 불균일한(un-uniform) 두께를 가지는 구조로 형성된다. 또한, 본 발명에서는 특정 중횡비를 회피하기 위하여, 제2 압전층(520)과 제1 압전층(530) 각각이 복수의 압전소자들로 이루어질 수 있으며, 상기 복수의 압전소자들은 각각 전기적으로 분리된 형태로 형성될 수 있다.

- [0053] 즉, 제1 압전층(530)은 다수의 압전소자(531, 532, 533)로 이루어질 수 있고, 제2 압전층(520)도 다수의 압전소자(521, 522, 523)로 이루어질 수 있다. 이때, 제2 압전층(520)은 엘리베이션 방향을 기준으로 중간 부분(522)의 두께가 사이드 부분(521, 523)의 두께보다 두꺼울 수 있고, 제1 압전층(530)은 엘리베이션 방향을 기준으로 중간 부분(532)의 두께가 사이드 부분(531, 533)의 두께보다 얇을 수 있다. 또한, 중횡비 개선을 위하여, 제2 압전층(520)에서 중간 부분(522)과 사이드 부분(521, 523)은 엘리베이션 방향에 대하여 상호 제2 간격(524)을 두고 구비될 수 있고, 제1 압전층(530)에서 중간 부분(532)과 사이드 부분(531, 533)은 엘리베이션 방향에 대하여 상호 제1 간격(534)을 두고 구비될 수 있다.
- [0054] 또한, 제1 압전층(530)은 중간 부분(532)의 전면이 제2 압전층(520)의 중간 부분(522)의 후면과 대향하도록 사이드 부분(531, 533)의 전면보다 후방으로 함몰된 형태일 수 있고, 제2 압전층(520)은 중간 부분(522)의 후면이 사이드 부분(521, 523)의 후면보다 후방으로 돌출된 형태일 수 있다. 또한, 제1 압전층(530)의 중간 부분(532)은 사이드 부분(531, 533)에 대하여 단차지게 함몰되고, 제2 압전층(520)의 중간 부분(522)은 사이드 부분(521, 523)에 대하여 단차지게 돌출된 형태일 수 있다.
- [0055] 또한, 제1 압전층(530)과 제2 압전층(520)은 연성 인쇄회로 기판(FPCB)(570)을 사이에 두고 상호 맞물리는 형상으로 돌출 및 함몰되는 형태일 수 있다.
- [0056] 도 5 및 도 6을 참조하면, 제1 압전층(530)의 중간 부분(532)의 함몰된 형상(엘리베이션 방향으로의 폭, 뎀스 방향으로의 두께 등)과 맞춤 결합될 수 있도록 제2 압전층(520)의 중간 부분(522)이 돌출된 형상으로 마련될 수 있다. 또한, 제1 압전층(530)의 중간 부분(532)에 비해 상대적으로 돌출된 사이드 부분(531, 533)의 형상과 맞춤 결합될 수 있도록 제2 압전층(520)의 사이드 부분(521, 523)의 형상이 중간 부분(522)에 비해 상대적으로 함몰되게 마련될 수 있다. 이때, 이러한 맞춤 결합을 위한 형상은 제1 압전층(530)과 제2 압전층(520) 사이에 개재되는 연성 인쇄회로 기판(570)의 두께, 절곡되는 정도 등을 고려하여 설정될 수 있다.
- [0057] 또한, 제1 압전층(530)의 후면과 제2 압전층(520)의 전면은 편평하게 형성될 수 있다. 여기서 도 5 및 도 6을 참조하면, 편평하게 형성된다는 것은, 제1 압전층(530) 또는 제2 압전층(520)에 있어서, 중간 부분에 비해 사이드 부분이 상대적으로 돌출되거나 함몰되지 않고 동일한 레벨(뎀스)을 유지하도록 형성된다는 것을 의미할 수 있다.
- [0058] 한편, PZT로 이루어진 제1 압전층(530) 또는 제2 압전층(520)은 두께가 두꺼울수록 저주파가 생성되며, 저주파와 같이 주파수가 낮을수록 감쇄가 덜 되는 특징이 있다. 따라서, 전방에 위치한 제2 압전층(520) 측이 보다 두꺼워지는 방향으로 특정 중횡비를 회피하는 것(예를 들어, 중간 부분(522)이 두꺼워지는 것)이 초음파 신호의 전방 전파에 있어 보다 유리할 수 있다. 또한, 본 발명은 제2 압전층(520)의 중간 부분(522)이 사이드 부분(521, 523)에 비하여 두껍게 형성됨으로써, 중간 부분(522)에 높은 음압을 생성하게 되며, 이에 따르면 아포다이제이션(Apodization)에 의하여 뎀스(depth) 방향(즉, 초음파 신호가 피검사체(대상체)로 방사되는 방향, 또는 전방측 방향)으로 보다 균일한 초음파 전달이 이루어질 수 있으며, 이를 통해 초음파 영상의 품질을 향상시킬 수 있는 효과가 발휘될 수 있다.
- [0059] 본 발명의 실시 예에서는, 제1 압전층(530)의 중간 부분(532)이 사이드 부분(531, 533)에 대하여 단차지게 함몰되고, 제2 압전층(520)의 중간 부분(522)이 사이드 부분(521, 523)에 대하여 단차지게 돌출된 형태로 예시하였으나, 이에 한정된 것은 아니다. 예를 들어, 이와는 반대로 제1 압전층(530)의 중간 부분(532)이 사이드 부분(531, 533)에 대하여 단차지게 돌출되고, 제2 압전층(520)의 중간 부분(522)이 사이드 부분(521, 523)에 대하여 단차지게 함몰된 형태일 수 있다.
- [0060] 한편, 제1 압전층(530)과 제2 압전층(520) 사이에는 연성 인쇄회로 기판(FPCB: Flexible Printed Circuit Board)(570)이 개재될 수 있으며, 제2 압전층(520)에서 중간 부분(522)과 사이드 부분(521, 523) 간에 제2 간격(524), 및 제1 압전층(530)에서 중간 부분(532)과 사이드 부분(531, 533) 간에 제1 간격(534)은 연성 인쇄회로 기판(570)의 두께에 대응하도록 형성될 수 있다. 본 발명은 제1 간격(534)과 제2 간격(524)의 설정을 통해 각각의 압전층을 전기적으로 분리되도록 구획함으로써, 압전층(540)의 중횡비를 개선시킬 수 있는 효과가 있다.
- [0061] 제1 압전층(530)의 다수의 압전소자(531, 532, 533)들과 제2 압전층(520)의 다수의 압전소자(521, 522, 523)들은 연성 인쇄회로 기판(570)의 전방과 후방에 각각 적층될 수 있으며, 이를 통해 연성 인쇄회로 기판(570)은 제1 압전층(530)에 포함된 다수의 압전소자(531, 532, 533)들 각각 및 제2 압전층(520)에 포함된 다수의 압전소자(521, 522, 523)들 각각을 전기적으로 연결시킬 수 있다.
- [0062] 이러한 연성 인쇄회로 기판(570)은 정밀가공이 가능하며, 균일하게 제작이 용이하다. 그리고 본 발명에서 연성

인쇄회로 기판(570)은 신호(signal)선으로 사용되며, 제2 압전층(520)과 정합층(510) 사이에는 제2 GRS(GRound Sheet)(560)가 개재되고, 제1 압전층(530)과 배킹층(550) 사이에는 제1 GRS(GRound Sheet)(561)가 개재될 수 있다.

- [0063] 또한, 이러한 본 발명은 제2 압전층(520)과 제1 압전층(530)이 엘리베이션(elevation) 방향으로 서로 다른 두께(un-uniform)를 가지도록 형성됨으로써, 압전층(540)의 중횡비를 개선시켜 프로브의 음향특성을 향상시킬 수 있으며, 이를 기반으로 엘리베이션(elevation) 방향의 빔 프로파일(Beam Profile)을 개선시켜 초음파 영상의 품질을 향상시킬 수 있다.
- [0064] 정합층(510)은 압전층(540)의 전방에 위치하며, 압전층(540)에서 발생된 초음파와 신호가 대상체의 특정 지점에 최대한 전달될 수 있도록 압전층(540)과 대상체 사이의 음향 임피던스 차이를 감소시킨다.
- [0065] 정합층(510)은 MLH(Matching Layer High)(512)와 MLL(Matching Layer Low)(511)를 포함할 수 있으며, MLL(511)은 MLH(512)의 전방에 위치하고, MLH(512)는 제2 GRS(560)의 전방에 위치할 수 있다.
- [0066] 정합층(510)은 압전층(540)에서 발생하는 초음파를 고효율로 대상체 내로 송수신하기 위해 설치되며, 압전층(540)의 음향 임피던스를 단계적으로 피검체의 음향 임피던스에 가깝게 매칭하는 역할을 수행한다.
- [0067] 렌즈층(320)은 정합층(510)의 전방에 위치하며, 압전층(540)의 전방으로 진행하는 초음파와 신호를 대상체의 특정 지점에 집중시킨다.
- [0068] 렌즈층(320)은 일예로 생체에 가까운 음향 임피던스를 가진 실리콘 고무 등을 소재로 하는 음향 렌즈로 구성될 수 있으며, 이때 렌즈층(320)을 형성하는 음향 렌즈의 형상은 중앙이 볼록한 렌즈, 평평한 형태의 렌즈 등 설계자의 설계에 따라 다양한 형상의 형태로 이루어질 수 있다.
- [0069] 배킹층(550)은 압전층(540)의 후방에 위치하며, 압전층(540)의 후방으로 진행하는 초음파와 신호를 차단시킴으로써 영상 왜곡을 방지한다.
- [0070] 한편, 도 7 내지 도 8에는 기존 초음파 프로브의 성능과 본 발명의 일예에 따른 초음파 프로브의 성능을 비교한 실험결과가 도시되어 있다.
- [0071] 도 7은 본 발명의 일 실시예에 따라 도출된 제1 실험 결과 그래프를 나타낸 도면이고, 도 8은 본 발명의 일 실시예에 따라 도출된 제2 실험 결과 그래프를 나타낸 도면이다. 도 7은 파형(Waveform) 그래프를 나타내고, 도 8은 주파수 스펙트럼(Frequency spectrum) 그래프를 나타낸다.
- [0072] 도 7 내지 도 8에서, 'Measured(Uniform multilayered)' 값은 기존의 각 층의 두께가 균일한 초음파 프로브(즉, 기존의 다층형 능동층(multilayered active layer) 구조가 적용된 초음파 프로브)를 이용하여 측정된 그래프를 나타내고, 'FEA(Uniform multilayered)' 값은 'Measured(Uniform multilayered)' 값에 대하여 유한 요소 분석 기법(FEA, Finite-Element Analysis)이 적용된 그래프를 나타내며, 'FEA(Un-uniform multilayered)' 값은 본 발명의 초음파 프로브(즉, 각 층의 두께가 불균일한 다층형 능동층(un-uniform multilayered active layer) 구조가 적용된 초음파 프로브)를 이용하여 측정된 값에 유한 요소 분석 기법(FEA)이 적용된 그래프를 나타낸다.
- [0073] 이와 관련하여, 비대역폭(fractional bandwidth), 감도(Sensitivity), 및 ring-down time 값 각각에 대하여 측정된 FEA(Uniform multilayered) 값과 FEA(Un-uniform multilayered) 값은 다음과 같다.
- [0074] FEA(Uniform multilayered)의 경우에는 -6dB에서의 비대역폭(fractional bandwidth) 값이 74.8%이고, 감도(Sensitivity) 값이 -68.6 dB이며, -20 dB에서의 ring-down time 값이 1.14 μ s 로 측정되었으며, FEA(Un-uniform multilayered)의 경우에는 -6dB에서의 비대역폭(fractional bandwidth) 값이 75.9%이고, 감도(Sensitivity) 값이 -66.3 dB이며, -20 dB에서의 ring-down time 값이 1.12 μ s 로 측정되었다.
- [0075] 이에 따르면, 기존 기술이 적용된 초음파 프로브는 감도 값이 -68.6 dB이고, 비대역폭 값이 74.8% 인 반면, 본 발명의 기술이 적용된 초음파 프로브는 감도 값이 -66.3 dB이고, 비대역폭 값이 75.9% 이므로, 본 발명은 기존 기술 대비 감도와 대역폭이 증대되었음을 확인할 수 있다. 또한, ring-down time 값의 경우, 기존 기술을 적용하면 1.14 μ s이고, 본 기술을 적용하면 1.02 μ s이므로, 본 발명은 기존 기술에 대비하여 ring-down time이 저감되었음을 확인할 수 있다.
- [0076] 이처럼, 본 발명의 기술이 적용된 초음파 프로브는, 능동층(Active layer, 이는 압전층을 의미함)의 모드 커플링(mode coupling)으로 인한 크로스토크(crosstalk)를 줄여 각 능동층의 중횡비를 개선시킴으로써, 감도

(sensitivity)와 대역폭(bandwidth)을 증대시키고, ring-down time을 저감시킬 수 있음을 확인할 수 있다.

- [0077] 한편, 도 9는 본 발명의 일 실시예에 따라 도출된 제3 실험 결과 그래프를 나타낸 도면으로서, 도 9에는 기존의 초음파 프로브(즉, 기존의 다층형 능동층(multilayered active layer) 구조가 적용된 초음파 프로브) 및 본 발명의 초음파 프로브(즉, 서로 다른 두께의 다층형 능동층(un-uniform multilayered active layer)를 이용하여 측정된 빔폭(Beamwidth) 그래프가 도시되어 있다.
- [0078] 도 9에 근거하여, 본 발명은 초음파 프로브에 서로 다른 두께를 가지는 다층형 능동층 구조를 채택함으로써, 엘리베이션 방향의 빔폭이 텡스(depth)에 따라 보다 일정해지도록 만들어 초음파 영상의 품질을 개선, 특히 근거리 필드(Near Field) 이미지의 품질을 개선시킬 수 있다.
- [0079] 또한, 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따라 도출된 제4 실험 결과 그래프를 나타낸 도면으로서, 도 10에는 기존의 초음파 프로브(즉, 기존의 다층형 능동층(multilayered active layer) 구조가 적용된 초음파 프로브) 및 본 발명의 초음파 프로브(즉, 서로 다른 두께의 다층형 능동층(un-uniform multilayered active layer)를 이용하여 측정된 임피던스의 진폭 그래프가 도시되어 있다.
- [0080] 도 10에 근거하여, 본 발명은, 각 층의 두께가 엘리베이션 방향에 대하여 균일한 다층형 능동층(multilayered active layer) 구조를 갖는 기존의 초음파 프로브를 이용했을 때 나타나는 임피던스의 저감 정도와 비슷한 수준 내지 그 수준 이상으로 임피던스를 보다 효과적으로 저감시킬 수 있다. 또한, 이러한 본 발명은 임피던스를 저감시킴으로써 영상 시스템과의 전기적 정합을 향상시킬 수 있다.
- [0081] 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.
- [0082] 따라서, 본 발명의 사상은 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 아니 되며, 후술하는 특허청구범위뿐 아니라 이 특허청구범위와 균등하거나 등가적 변형이 있는 모든 것들은 본 발명 사상의 범주에 속한다고 할 것이다.

부호의 설명

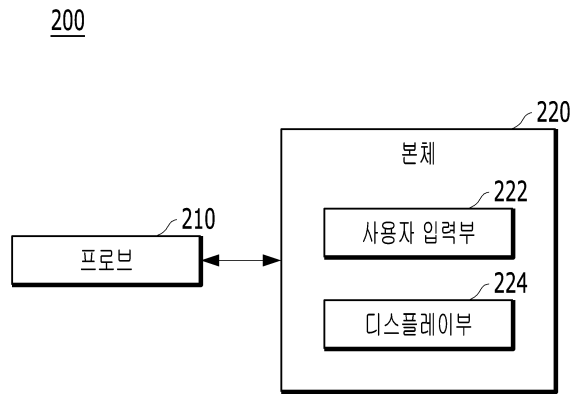
- [0083] 210: 초음파 프로브 340: 트랜스듀서
- 320: 렌즈층 510: 정합층
- 520: 제2 압전층 530: 제1 압전층
- 540: 압전층 550: 배킹층

도면

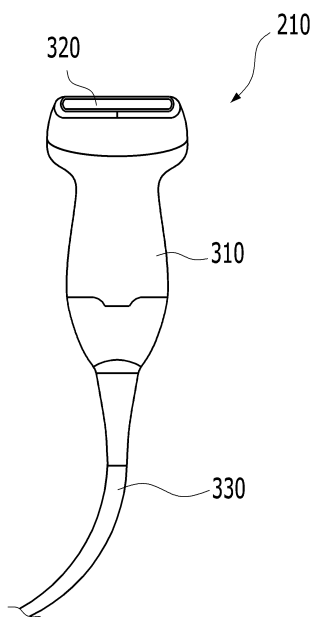
도면1



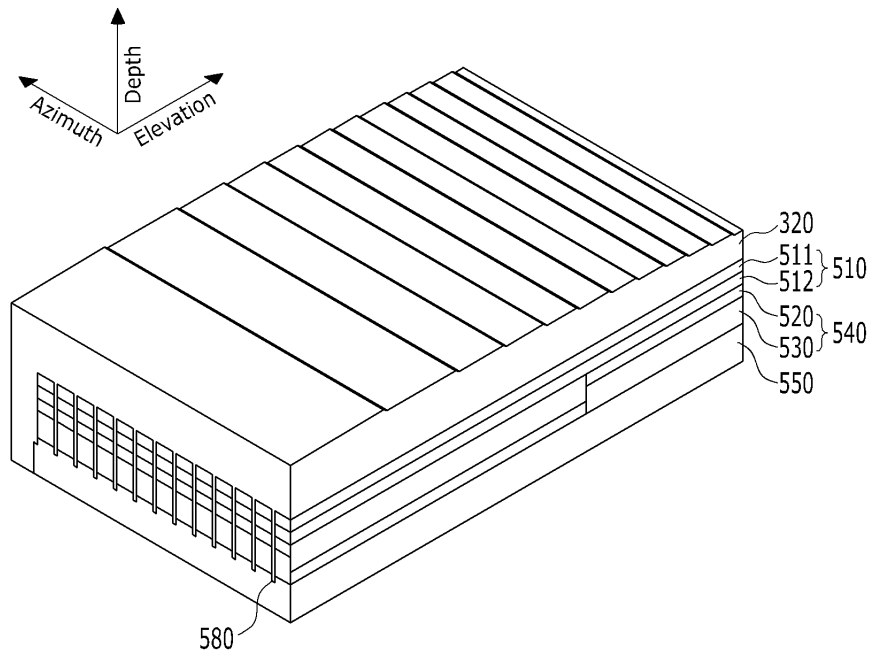
도면2



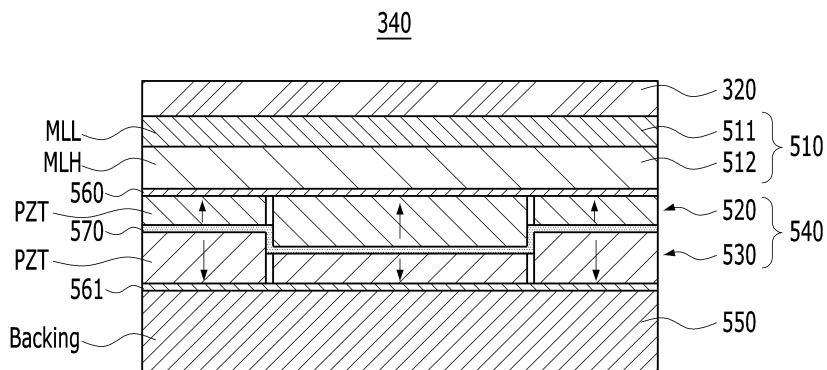
도면3



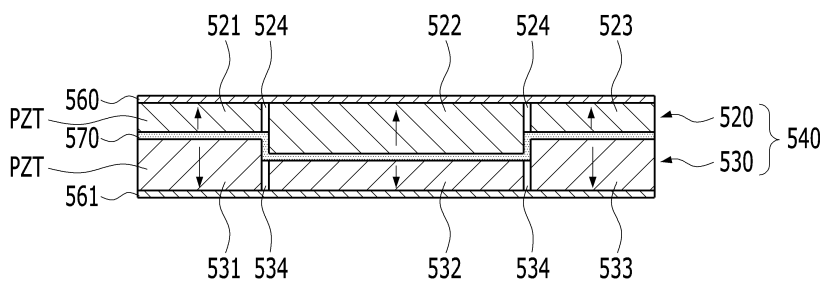
도면4



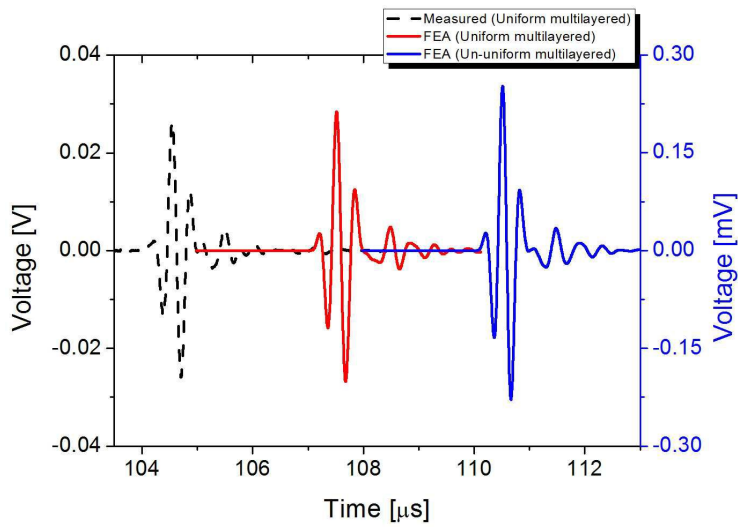
도면5



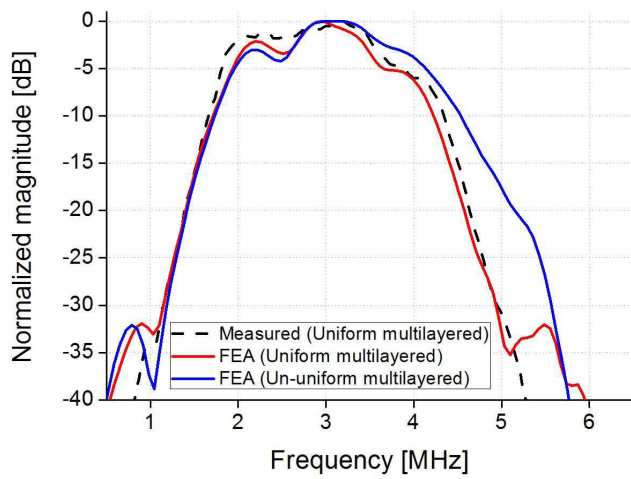
도면6



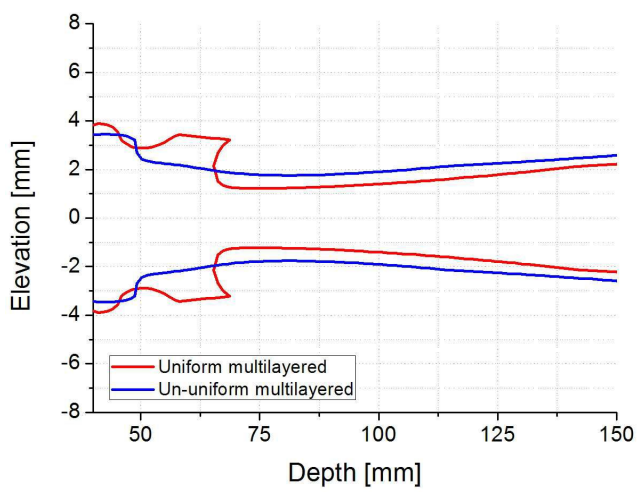
도면7



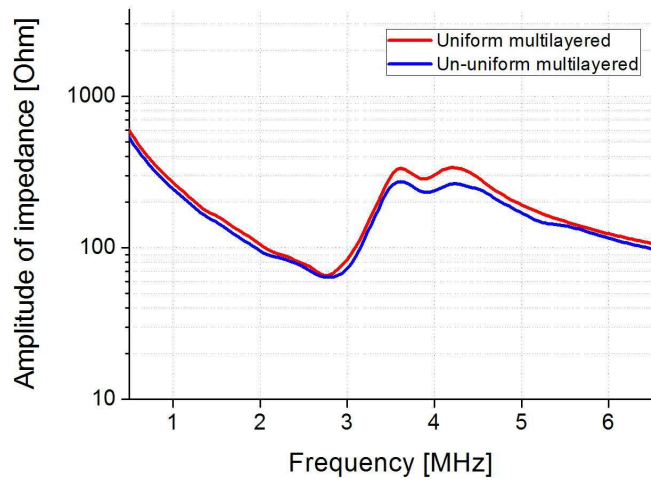
도면8



도면9



도면10



专利名称(译)	发明描述超声探头		
公开(公告)号	KR101625657B1	公开(公告)日	2016-05-30
申请号	KR1020150149757	申请日	2015-10-27
[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	WONSEOK LEE 이원석 SUSUNG LEE 이수성 EUNHEE SHIN 신은희		
发明人	이원석 이수성 신은희		
IPC分类号	A61B8/00		
CPC分类号	A61B8/4444 A61B8/4455 A61B8/4488 A61B8/4494 B06B1/0614		
代理人(译)	柳民圭		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

超声波探头技术领域本发明涉及超声波探头，更具体地，涉及能够改善超声波图像质量的超声波探头。根据本发明的实施例的超声波探头包括用于将电信号和超声波信号彼此转换的压电元件和位于压电元件前面的匹配层，以减小压电元件和物体之间的声阻抗的差异。压电元件包括沿着纵向方向堆叠的多个压电层，并且多个压电层中的每个可以具有其中厚度相对于与纵向方向垂直的高度方向变化的横截面结构。

