



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2010-0105482  
(43) 공개일자 2010년09월29일

(51) Int. Cl.

A61B 8/00 (2006.01) G01N 29/24 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2010-0023943

(22) 출원일자 2010년03월17일

심사청구일자 없음

(30) 우선권주장

12/406,731 2009년03월18일 미국(US)

(71) 출원인

제너럴 일렉트릭 캄파니

미합중국 뉴욕, 셰넥테디, 원 리버 로우드

(72) 발명자

카리스티 세르지 제라르

프랑스 13006 부쉬 뒤 론느 마르세이유 뤼 브르테  
이유 213

랑테리 프레데릭

프랑스 06110 르 칸네 루트 드 발본느 49 베 르  
상티리

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

장성구, 김창세

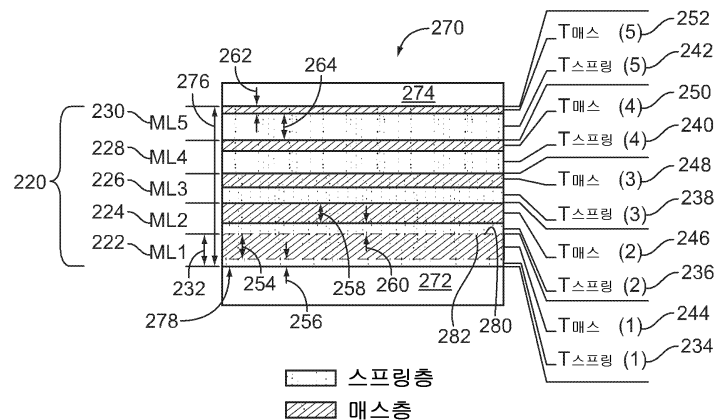
전체 청구항 수 : 총 10 항

#### (54) 초음파 프로브용 음향 적층체 및 초음파 프로브용 음향 적층체의 정합층 구조체 형성 방법

#### (57) 요약

초음파 프로브(106)용 음향 적층체(270)는 상면 및 바닥면을 갖는 압전층(272)과, 정합층 구조체(220)를 형성하는 복수의 정합층 섹션(222, 224, 226, 228, 230)을 포함한다. 각각의 정합층 섹션(222, 224, 226, 228, 230)은 제 1 물질을 구비하는 스프링층(234, 236, 238, 240, 242) 및 제 1 물질과 상이한 제 2 물질을 구비하는 매스층(244, 246, 248, 250, 252)을 포함한다. 압전층(272)에 가장 근접하여 위치 설정된 정합층 섹션(222) 내의 스프링층(234)은 다른 정합층 섹션(236, 238, 240, 242) 내의 스프링층(236, 238, 240, 242)보다 얇다.

대표도 - 도5



(72) 발명자

**스미스 로웰**

미국 뉴욕주 12309 니스카유나 체서 플레이스 24

**마움가트너 찰스**

미국 뉴욕주 12309 니스카유나 모히칸 로드 945

---

**겔리 장-프랑스와**

프랑스 06250 무쟁 시망 뒤 샤토 1122

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

초음파 프로브(106)용 음향 적층체(270)에 있어서,

상면 및 바닥면을 갖는 압전층(piezoelectric layer)(272)과,

정합층 구조체(220)를 형성하는 복수의 정합층 섹션(222, 224, 226, 228, 230)을 포함하고,

상기 정합층 섹션(222, 224, 226, 228, 230)의 각각은, 제 1 물질을 구비하는 스프링층(spring layer)(234, 236, 238, 240, 242)과, 상기 제 1 물질과 상이한 제 2 물질을 구비하는 매스층(mass layer)(244, 246, 248, 250, 252)을 포함하며,

상기 압전층(272)에 가장 근접하여 위치 설정된 정합층 섹션(222) 내의 스프링층(234)은 다른 정합층 섹션(224, 226, 228, 230) 내의 스프링층(236, 238, 240, 242)보다 얇은

초음파 프로브용 음향 적층체.

### 청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 압전층(272)에 가장 근접하여 위치 설정된 정합층 섹션(222)은 상기 압전층(272)으로부터 가장 멀리 이격된 정합층 섹션(230)의 음향 임피던스보다 큰 음향 임피던스를 포함하는

초음파 프로브용 음향 적층체.

### 청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 제 1 물질은 상기 제 2 물질보다 낮은 밀도를 갖는

초음파 프로브용 음향 적층체.

### 청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 압전층(272)과 상기 정합층 구조체(220) 사이 및 상기 정합층 구조체(220)와 렌즈(274) 사이 중 하나에 위치 설정된 1/4 파장 정합층 섹션(404)을 더 포함하는

초음파 프로브용 음향 적층체.

### 청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 스프링층(234, 236, 238, 240, 242)의 두께(256)는 상기 정합층 섹션(222, 224, 226, 228, 230)의 상기 압전층(272)으로부터의 거리가 증가함에 따라 상기 정합층 섹션(222, 224, 226, 228, 230) 내에서 증가하며, 상기 매스층(244, 246, 248, 250, 252)의 두께(254)는 상기 정합층 섹션(222, 224, 226, 228, 230)의 상기 압전층(272)으로부터의 거리가 증가함에 따라 상기 정합층 섹션(222, 224, 226, 228, 230) 내에서 감소하는

초음파 프로브용 음향 적층체.

### 청구항 6

초음파 프로브(106)용 음향 적층체(270)의 정합층 구조체(220)를 형성하기 위한 방법에 있어서,

바닥면(278)에 배치된 스프링층(234) 및 상면(282)에 배치된 매스층(244)을 구비하는 제 1 정합층 섹션(222)을 형성하는 단계로서, 상기 제 1 정합층 섹션(222)의 바닥면(278)은 압전층(272) 및 1/4 파장 정합층(404) 중 하

나에 부착되도록 구성되고, 상기 스프링층(234)은 스프링 물질을 구비하며 상기 매스층(244)은 상기 스프링 물질보다 큰 임피던스를 갖는 매스 물질을 구비하는, 상기 제 1 정합층 섹션(222) 형성 단계와,

바닥면(280)에 배치된 스프링층(236) 및 상면에 배치된 매스층(246)을 구비하는 적어도 하나의 추가 정합층 섹션(224)을 형성하는 단계로서, 상기 추가 정합층 섹션(224)의 바닥면(280)은 상기 제 1 정합층 섹션(222)의 상면(282)에 부착되도록 구성되고, 상기 스프링층(236)은 상기 스프링 물질을 구비하며 상기 매스층(246)은 상기 매스 물질을 구비하는, 상기 적어도 하나의 추가 정합층 섹션(224) 형성 단계를 포함하는

초음파 프로브용 음향 적층체의 정합층 구조체 형성 방법.

## 청구항 7

제 6 항에 있어서,

상기 제 1 정합층 섹션(222) 및 상기 추가 정합층 섹션(224)의 음향 임피던스를 결정하는 단계(376)와,

상기 음향 임피던스, 상기 매스 물질의 적어도 하나의 물질 특성 및 상기 스프링 물질의 물질 특성에 기초하여 상기 매스층(244, 246)의 두께(254, 258)를 결정하는 단계(378)를 더 포함하는

초음파 프로브용 음향 적층체의 정합층 구조체 형성 방법.

## 청구항 8

제 6 항에 있어서,

상기 제 1 정합층 섹션(222) 및 상기 추가 정합층 섹션(224)의 음향 임피던스를 결정하는 단계(376)와,

상기 음향 임피던스 및 상기 스프링 물질의 적어도 하나의 물질 특성에 기초하여 상기 스프링층(234, 236)의 두께(256, 260)를 결정하는 단계(378)를 더 포함하는

초음파 프로브용 음향 적층체의 정합층 구조체 형성 방법.

## 청구항 9

제 6 항에 있어서,

상기 스프링 물질은 관련 음향 임피던스를 갖고, 상기 매스 물질은 관련 음향 임피던스 및 물질 파장을 가지며,

상기 매스 물질의 물질 파장, 상기 매스 물질의 음향 임피던스 및 상기 스프링 물질의 음향 임피던스에 기초하여 상기 매스층(244, 246)의 두께를 결정하는 단계(378)를 더 포함하는

초음파 프로브용 음향 적층체의 정합층 구조체 형성 방법.

## 청구항 10

제 6 항에 있어서,

상기 스프링 물질은 관련 음향 임피던스 및 물질 파장을 갖고,

상기 스프링 물질의 물질 파장 및 상기 스프링 물질의 음향 임피던스에 기초하여 상기 스프링층(234, 236)의 두께를 결정하는 단계(378)를 더 포함하는

초음파 프로브용 음향 적층체의 정합층 구조체 형성 방법.

## 명세서

### 기술 분야

[0001] 본 명세서에 기재된 발명은 개략적으로 초음파 프로브에 관한 것으로서, 보다 구체적으로는 초음파 프로브 내의 음향 적층체(acoustical stacks)에 관한 것이다.

### 배경 기술

[0002] 일반적으로 초음파 프로브는 많은 음향 적층체를 갖는데, 이들은 각각 프로브의 이미징 요소(imaging element)

에 대응한다. 각 음향 적층체는 서로 적층된 형상으로 부착되어 있는 몇몇의 층을 구비한다. 음향 적층체 내의 압전층(piezoelectric layer)은 압전 세라믹과 같은 높은 임피던스를 갖는 압전 재료로 형성된다.

[0003] 높은 임피던스를 갖는 압전층과 낮은 임피던스를 갖는 프로브의 외면 또는 렌즈 사이의 음향 임피던스를 변환하기 위해, 압전층의 상면 상에 정합층(matching layers)이 제공된다. 낮은 임피던스는 물, 인간 또는 스캔될 다른 물체의 음향 임피던스를 기초로 할 수도 있다. 많은 프로브는 1/4 파장 정합(quarter-wavelength matching)에 기초한 2개의 정합층(matching layers)을 포함하는데, 각각의 정합층은 대략 1/4 파장의 두께이다. 각 1/4 파장 정합층은 제한된 대역폭 내에서 임피던스를 변환하는 역할을 한다. 2개의 1/4 파장 정합층을 사용하는 것은 80% 내지 90%로 대역폭 범위를 제한한다. 보다 큰 대역폭에서의 임피던스 정합을 이루기 위해서는, 상대적으로 더 많은 수의 1/4 파장 정합층이 요구된다. 그러나, 1/4 정합층의 수를 증가시키는 것은 적층체의 두께를 크게 증가시켜서 신호 감쇠를 증가시킨다. 또한, 적층된 물질은 다이싱하기(dicing)가 매우 어렵게 되며, 각각의 1/4 파장 정합층에 대한 적절한 물질을 찾는 것과 동시에 희망하는 기하학적 구조 및 임피던스를 제어하는 것은 어려울 수도 있다.

[0004] 또한, 연속적으로 변화하는 임피던스를 갖는 재료, 또는 상이한 음향 임피던스를 갖는 많은 상이한 물질의 다수의 층을 사용하는 경사 또는 차등 정합층(a gradient or graded matching layer)이 별도의 1/4 파장 정합층을 대신하여 사용하기 위해 제안되었다. 그러나, 이들 차등 정합층 배열체는 정합층의 전체 두께가 매우 두꺼워야만 한다. 좋은 정합 특성은 차등 정합층의 두께가 적어도 1 또는 2 파장의 범위 내에 있는 경우에만 얻어진다. 이러한 두께에서, 초음파 신호의 강한 감쇠가 발생한다. 다이싱은 보다 더 두꺼운 층에 대하여는 어렵지만 얇은 층에 대하여는 어렵지 않으므로 이 층의 두께로 인해 다이싱 작업이 매우 어려워지며, 많은 양의 블레이드 노출을 필요로 한다. 그러나, 차등 정합층이 1 파장보다 작은 두께를 갖는 경우에는 대역폭 내에서 불량한 정합 또는 공명(ringing)이 초래될 것이다.

## 발명의 내용

### 해결하려는 과제

[0005] 본 발명의 목적은 좋은 정합 특성을 가지면서도 두께가 얇은 초음파 프로브용 음향 적층체를 제공하는 것이다.

### 과제의 해결 수단

[0006] 일 실시예에서, 초음파 프로브용 음향 적층체는 상면 및 바닥면을 갖는 압전층과, 정합층 구조체를 형성하는 복수의 정합층 섹션을 포함한다. 각각의 정합층 섹션은 제 1 물질을 구비하는 스프링층(spring layer) 및 제 1 물질과 상이한 제 2 물질을 구비하는 매스층(mass layer)을 포함한다. 압전층에 가장 근접하여 위치 설정된 정합층 섹션 내의 스프링층은 다른 정합층 섹션 내의 스프링층보다 얇다.

[0007] 다른 실시예에서, 초음파 프로브용 음향 적층체의 정합층 구조체를 형성하는 방법은 제 1 정합층 섹션을 형성하는 단계로서, 제 1 정합층 섹션은 제 1 정합층 섹션의 바닥면에 있는 스프링층 및 제 1 정합층 섹션의 상면에 있는 매스층을 구비하는 제 1 정합층 섹션 형성 단계를 포함한다. 제 1 정합층 섹션의 바닥면은 압전층 및 1/4 파장 정합층 중 하나에 부착되도록 구성되어 있다. 스프링층은 스프링 물질을 포함하며, 매스층은 스프링 물질보다 높은 임피던스를 갖는 매스 물질을 포함한다. 적어도 하나의 추가 정합층 섹션이 형성되는데, 이 추가 정합층 섹션은 추가 정합층 섹션의 바닥면에 있는 스프링층 및 추가 정합층 섹션의 상면에 있는 매스층을 포함한다. 추가 정합층 섹션의 바닥면은 제 1 정합층 섹션의 상면에 부착되도록 구성되어 있다. 스프링층은 스프링 물질을 포함하며, 매스층은 매스 물질을 포함한다.

[0008] 또 다른 실시예에서, 초음파 프로브용 음향 적층체의 정합층 구조체를 형성하는 방법은 스프링 물질을 구비하는 스프링층의 형성 및 매스 물질을 구비하는 매스층의 형성에 의해 제 1 정합층 섹션을 형성하는 단계를 포함한다. 매스 물질은 스프링 물질보다 높은 밀도를 갖는다. 스프링 물질을 갖는 스프링층을 매스 물질을 갖는 매스층과 교대로 형성함으로써, 제 1 정합층 섹션 위에 N개의 정합층 섹션이 형성된다.

### 도면의 간단한 설명

[0009] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따라 형성된 초음파 시스템을 도시하는 도면,

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따라 형성된 3차원(3D) 가능한 소형 초음파 시스템을 도시하는 도면,

도 3은 본 발명의 일 실시예에 따라 형성된 모바일 초음파 이미징 시스템을 도시하는 도면,

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따라 형성된 휴대형 또는 포켓형 초음파 이미징 시스템을 도시하는 도면,

도 5는 초음파 프로브 내에서 사용하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따라 형성된 정합층 구조체를 도시하는 도면,

도 6은 도 5의 정합층 구조체를 제조하는데 사용되는 정합층 섹션의 기계적 특성의 전기적 균등물을 제공하는 1/4 파장 전송 라인에 대한 본 발명의 일 실시예에 따라 형성된 집중 회로를 도시하는 도면,

도 7 내지 도 10은 본 발명의 일 실시예에 따른 도 5의 정합층 구조체를 기초로 한 대역폭 성능의 음향 시뮬레이션을 도시하는 도면,

도 11은 본 발명의 일 실시예에 따라 프로브의 정합층 구조체 내에 포함되는 정합층 섹션의 수를 결정하기 위한 방법을 도시하는 도면,

도 12는 본 발명의 일 실시예에 따라 형성된 정합층 구조체 및 1/4 파장 정합층 모듈을 포함하는 음향 적층체를 도시하는 도면.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0010] 상기의 설명은 이하의 본 발명의 특정 실시예에 대한 상세한 설명 뿐만 아니라, 첨부 도면을 참고하여 숙독할 때 보다 더 잘 이해될 것이다. 도면이 다양한 실시예의 기능 블록의 선도를 도시한다는 점에서, 기능 블록이 반드시 하드웨어 회로 소자 사이의 구분을 나타내는 것은 아니다. 따라서, 예를 들어 하나 또는 그 이상의 기능 블록(예컨대, 프로세서 또는 메모리)은 단일 피스의 하드웨어(예컨대, 범용 신호 처리 장치 또는 랜덤 액세스 메모리, 하드 디스크 등)로 실행될 수도 있다. 유사하게, 프로그램은 독립 프로그램(stand alone program)일 수도 있고, 운영 시스템 내에 서브루틴(subroutines)으로서 통합될 수도 있으며, 설치된 소프트웨어 패키지 내의 기능일 수도 있다. 다양한 실시예가 도면에 도시된 장치 및 수단에 제한되지 않음을 이해해야만 한다.
- [0011] 본 명세서에서 사용된 바와 같이, 단어 "a" 또는 "an"에 뒤이어 단수로 인용된 요소 또는 단계는 복수의 상기 요소 또는 단계를 배제하는 것으로 명백하게 표현되지 않는 한 복수의 상기 요소 또는 단계를 배제하지 않는 것으로 이해되어야만 한다. 또한, 본 발명의 "일 실시예"에 대한 언급은 인용된 특징을 또한 구체화시키는 추가 실시예의 존재를 배제하는 것으로 해석될 의도는 아니다. 나아가, 명백하게 그와 반대로 표현되지 않는 한, 구체적인 특성을 갖는 일 요소 또는 복수의 요소를 "포함하는(comprising)" 또는 "구비하는(having)" 실시예는 그 특성을 갖지 않는 그와 같은 추가 요소를 포함할 수도 있다.
- [0012] 도 1은 프로브(106) 내의 요소(104)(예컨대, 압전 요소)의 배열을 구동하여 펄스화된 초음파 신호를 물체에 발산하는 송신기(102)를 포함하는 초음파 시스템(100)을 도시한다. 프로브(106)는 정합층 구조체(도 5 및 도 12에 도시된 바와 같음)를 포함할 수도 있다. 요소(104)는 예컨대 1차원 또는 2차원으로 배열될 수도 있다. 다양한 기하학적 구조가 사용될 수도 있다. 시스템(100)은 프로브(106)를 수용하기 위한 프로브 포트(120)를 구비할 수도 있거나 또는 프로브(106)가 시스템(100)에 내장될(hardwired) 수도 있다.
- [0013] 초음파 신호는 지방 조직 또는 근육 조직과 같은 물체 내의 조직으로부터 후방 산란되어 요소(104)로 복귀하는 반향(echoes)을 생성한다. 반향은 수신기(108)에 의해 수신된다. 수신된 반향은, 빔 형성(beamforming)을 수행하며 무선 주파수(radiofrequency; RF) 신호를 출력하는 빔 형성기(110)를 통과한다. RF 신호는 그 후에 RF 프로세서(112)를 통과한다. 선택적으로, RF 프로세서(112)는 RF 신호를 복조하여 반향 신호를 나타내는 동위상 및 직교위상(in-phase and quadrature; IQ) 데이터 쌍을 형성하는 복합 복조기(a complex demodulator)(도시되지 않음)를 포함할 수도 있다. RF 또는 IQ 신호 데이터는 그 후에 저장을 위해 메모리(114)로 직접 경로 설정될 수도 있다.
- [0014] 또한, 초음파 시스템(100)은, 입수된 초음파 정보(예컨대, RF 신호 데이터 또는 IQ 데이터 쌍)를 처리하며 디스플레이(118) 상의 화상 표시를 위한 초음파 신호의 프레임을 준비하는 프로세서 모듈(116)을 포함한다. 프로세서 모듈(116)은 입수된 초음파 정보에 대한 복수의 선택 가능한 초음파 양상에 따라 하나 또는 그 이상의 프로세싱 작업을 수행하기에 적합하다. 입수된 초음파 정보는 반향 신호가 수신되는 경우 스캐닝 기간 동안 실시간으로 처리 및 화상 표시될 수도 있다. 추가적으로 또는 선택적으로, 초음파 정보는 스캐닝 기간 동안 메모리(114) 또는 메모리(122)에 임시적으로 저장되고, 그 후에 오프 라인 작업으로 처리 및 화상 표시될 수도 있다.
- [0015] 사용자 인터페이스(124)는 시스템(100)에 데이터를 입력하고 세팅(settings)을 조정하며 프로세서 모듈(116)의 작업을 제어하는데 사용될 수도 있다. 사용자 인터페이스(124)는 키보드, 트랙볼 및/또는 마우스, 수많은 노브



(knobs), 스위치 또는 터치스크린과 같은 다른 입력 장치를 구비할 수도 있다. 디스플레이(118)는 진단 및 분석을 위해 사용자에게 진단 초음파 이미지를 포함하는 환자 정보를 표시하는 하나 또는 그 이상의 모니터를 포함한다. 메모리(114) 및 메모리(122) 중 하나 또는 양자 모두는 2차원(2D) 및/또는 3차원(3D)의 초음파 데이터의 데이터 세트를 저장할 수도 있으며, 이 경우 그러한 데이터 세트는 2D 및/또는 3D 이미지를 구현하도록 액세스된다. 다중 연속 3D 데이터 세트는 또한 시간의 경과에 따라 입수 및 저장되어 실시간 3차원 또는 4차원(4D) 화상 표시를 제공할 수도 있다. 이미지는 수정될 수도 있으며, 디스플레이(118)의 화상 표시 세팅도 사용자 인터페이스(124)를 사용하여 수동으로 조정될 수도 있다.

[0016] 도 2는 정합층 구조체를 포함할 수도 있는 프로브(132)를 구비한 3D-가능한 소형 초음파 시스템(130)을 도시한다. 프로브(132)는 3D 초음파 데이터를 입수하도록 구성될 수도 있다. 예를 들어, 프로브(132)는 도 1의 프로브(106)에 대하여 상술한 바와 같은 2D 배열의 변환기 요소(104)를 구비할 수도 있다. 작업자로부터의 명령을 수용하기 위해, 사용자 인터페이스(134)[일체형 디스플레이(136)를 포함할 수도 있음]가 제공된다.

[0017] 본 명세서에 사용된 바와 같이, "소형(miniaturized)"은 초음파 시스템(130)이 포켓용 또는 휴대용 장치이거나 또는 사람의 손, 포켓, 서류가방 크기의 케이스 또는 백팩으로 운반되도록 구성된 것을 의미한다. 예를 들어, 초음파 시스템(130)은 예컨대 대략 2.5인치의 깊이, 대략 14인치의 폭 및 대략 12인치의 높이를 갖는 전형적인 랩탑 컴퓨터의 크기의 휴대용 장치일 수도 있다. 초음파 시스템(130)은 무게가 약 10파운드일 수도 있으며, 따라서 작업자가 용이하게 운반할 수 있다. 또한, 일체형 디스플레이(136)(예컨대, 내부 디스플레이)가 제공되며, 이는 의학적 이미지를 화상 표시하도록 구성된다.

[0018] 초음파 데이터는 유선 또는 무선 네트워크(140)(또는 예컨대 직렬 또는 병렬 케이블이나 USB 포트를 통한 직접 접속)를 통해 외부 장치(138)로 전송될 수도 있다. 몇몇 실시예에서, 외부 장치(138)는 컴퓨터 또는 디스플레이를 구비한 워크스테이션일 수도 있다. 선택적으로, 외부 장치(138)는, 휴대용 초음파 시스템(130)으로부터 이미지 데이터를 수신할 수 있고, 일체형 디스플레이(136)보다 높은 해상도를 가질 수도 있는 이미지를 화상 표시 또는 인쇄할 수 있는 별도의 외부 디스플레이 또는 프린터일 수도 있다. 상이한 크기, 중량 및 전력 소비를 갖는 소형 초음파 시스템과 관련하여 다양한 실시예가 실시될 수도 있다는 것을 유의해야만 한다.

[0019] 도 3은 가동성 베이스(146) 상에 제공된 모바일 초음파 이미징 시스템(144)을 도시한다. 초음파 이미징 시스템(144)은 또한 카트 기반형 시스템으로 분리될 수도 있다. 디스플레이(142) 및 사용자 인터페이스(148)가 제공되는데, 디스플레이(142)는 사용자 인터페이스(148)로부터 분리되어 있거나 또는 분리 가능할 수도 있음을 이해해야만 한다. 초음파 이미징 시스템(144)은 정합층 구조체를 포함할 수도 있는 프로브(도시되지 않음)를 수용하기 위한 적어도 하나의 프로브 포트(150)를 갖는다.

[0020] 사용자 인터페이스(148)는 선택적으로 터치스크린일 수도 있으며, 이는 작업자가 화상 표시된 그래픽, 아이콘 등을 터치함으로써 옵션을 선택하게 한다. 또한, 사용자 인터페이스(148)는 희망 또는 필요에 따라 및/또는 일반적으로 제공되는 바와 같이 초음파 이미징 시스템(144)을 제어하는데 사용될 수도 있는 제어 버튼(152)을 포함한다. 사용자 인터페이스(148)는, 초음파 데이터 및 화상 표시될 수도 있는 다른 데이터와 상호 작용할 뿐만 아니라, 정보를 입력하고 스캐닝 변수를 세팅 및 변경하기 위해, 사용자가 물리적으로 처리할 수도 있는 다중 인터페이스 옵션(multiple interface options)을 제공한다. 인터페이스 옵션은 특정 입력, 프로그래밍 가능한 입력(programmable inputs), 문맥적 입력(contextual inputs) 등을 위해 사용될 수도 있다. 예를 들어, 키보드(154) 및 트랙볼(156)이 제공될 수도 있다.

[0021] 도 4는 디스플레이(172) 및 사용자 인터페이스(174)가 단일 유닛을 형성하는 휴대용 또는 포켓형 초음파 이미징 시스템(170)을 도시한다. 예로서, 포켓형 초음파 시스템(170)은 대략 2인치의 폭, 대략 4인치의 길이 및 대략 5인치의 깊이와 3온스 미만의 무게를 가질 수도 있다. 디스플레이(172)는 예컨대 320×320 픽셀 칼라 LCD 디스플레이[의학적 이미지(176)가 이 디스플레이 상에 화상 표시될 수도 있음]일 수도 있다. 타자기형 키보드(180)의 버튼(182)은 선택적으로 사용자 인터페이스(174) 내에 포함될 수도 있다. 정합층 구조체를 포함할 수도 있는 프로브(178)가 시스템(170)에 상호 접속될 수도 있다.

[0022] 다기능 제어부(184)는 각각 시스템 작동의 모드에 따른 기능이 지정될 수도 있다. 그러므로, 각각의 다기능 제어부(184)는 복수의 상이한 작용을 제공하도록 구성될 수도 있다. 다기능 제어부(184)와 연관된 라벨 표시 영역(186)이 필요에 따라 디스플레이(172) 상에 포함될 수도 있다. 또한, 이 시스템(170)은 특수 목적 기능을 위한 추가 키(key) 및/또는 제어부(188)를 구비할 수도 있으며, 이러한 특수 목적 기능은 "정지(freeze)", "농도 제어", "게인 제어", "칼라-모드", "프린트" 및 "저장"을 포함할 수도 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다.

- [0023] 본 명세서에 기술된 정합층 구조체는 1/4 파장 정합층 중 적어도 하나 또는 차등 정합층을 대신하여 초음파 프로브(106)의 음향 적층체 내에 사용될 수도 있다. 적어도 한 실시예의 기술적 효과는 집중형 기계적 정합 회로(본 명세서에서는 집중 회로라고도 함)가 정합층 구조체에 의해 실현되는 차등 임피던스 테이퍼(graded impedance taper)를 모방하는데 사용될 수도 있다는 점이다. 집중형 기계적 정합 회로의 현실적인 실현은 선택된 기계적인 특성을 갖는 얇은 물질 층의 조합을 사용하여 이루어진다. 상이한 기계적 특성을 갖는 층의 조합체는 균등한 매스 및 스프링 오실레이터(oscillator)를 모방할 것이다.
- [0024] 정합층 구조체는 본 명세서에서는 정합층 섹션으로 언급되는 적어도 2개의 섹션의 정합층 균등물을 포함한다. 각각의 정합층 섹션은 층으로 형성될 수도 있는 적어도 2개의 물질을 포함한다. 물질의 기계적 특성에 기초하여 2개의 물질이 선택된다. 예를 들어, 본 명세서에 스프링 물질로 언급되는 물질 중 하나는 SU8<sup>TM</sup>, 에폭시 기반형 네거티브 포토레지스트 또는 Kapton<sup>TM</sup>과 같은 중합체 또는 필름이나 폴리이미드 물질과 같은 비교적 낮은 손실 및 낮은 밀도의 물질이며, 1.5 메가레이(MegaRayls; MR)보다 낮은 음향 임피던스를 가질 수도 있다. 본 명세서에 매스 물질로 언급되는 다른 물질은 텅스텐, 구리 또는 다른 금속과 같은 비교적 높은 밀도의 물질이며, 30MR에 근접한 음향 임피던스를 가질 수도 있다. 다른 물질이 사용될 수도 있음을 이해해야만 한다. 각각의 정합층 섹션은, 다른 두께가 고려되기도 하지만, 1/4 파장보다 훨씬 작은, 예컨대 대략 50마이크로미터( $\mu\text{m}$ )의 두께를 갖는다.
- [0025] 정합층 섹션은 각각의 정합층 섹션 내의 각각의 물질의 양 또는 백분율을 조정함으로써 형성된다. 예를 들어, 가장 높은 임피던스를 갖는 정합층 섹션은 가장 높은 매스 물질의 백분율 및 가장 낮은 스프링 물질의 백분율을 가지며, 가장 낮은 임피던스를 갖는 층은 가장 낮은 매스 물질의 백분율 및 가장 높은 스프링 물질의 백분율을 갖는다. 가장 높은 임피던스를 갖는 정합층 섹션은 적층체 내의 압전층에 가장 근접하여 위치 설정되며, 가장 낮은 임피던스를 갖는 정합층 섹션은 보다 낮은 임피던스 매개체에 정합하는 경우 렌즈에 가장 근접하여 위치 설정된다.
- [0026] 도 5는 5개의 균등한 정합층 섹션을 갖는 정합층 구조체(220)를 도시한다. 다른 수의 정합층 섹션이 사용될 수도 있음을 이해해야 한다. 정합층 섹션은 제 1 정합층 섹션(ML1; 222), 제 2 정합층 섹션(ML2; 224), 제 3 정합층 섹션(ML3; 226), 제 4 정합층 섹션(ML4; 228) 및 제 5 정합층 섹션(ML5; 230)으로 언급될 수도 있다. 정합층 구조체(220)는 두께(276)를 가지며, 적어도 하나의 압전층(272)을 갖는 음향 적층체(270) 내에 포함된다. 적층체(270) 상에 렌즈(274)가 형성될 수도 있다. 도시되지는 않았지만, 역정합층 섹션(a dematching layer section), 배킹 블록(backing block)이나 1/4 파장 층과 같은 추가 정합층 등의 추가 층이 적층체(270) 내에 포함될 수도 있다.
- [0027] 각각의 정합층 섹션(222, 224, 226, 228, 230)은 매스 물질 및 스프링 물질을 모두 포함하는 두께(232)를 갖는다. 일 실시예에서, 각각의 정합층 섹션(222, 224, 226, 228, 230)은 동일한 두께(232)를 가질 수도 있다. 다른 실시예에서 정합층 섹션(222, 224, 226, 228, 230)의 두께(232)는 상이할 수도 있다. 정합층 섹션(222, 224, 226, 228, 230)의 두께는 단지 예시 목적으로 도시되며 압전층(272) 및 렌즈(274)의 두께에 대하여 일정한 비율을 갖는 것은 아니다.
- [0028] 각각의 정합층 섹션(222, 224, 226, 228, 230)은 매스층 및 스프링층을 포함한다. 몇몇 실시예에서, 하나 또는 그 이상의 정합층 섹션(222, 224, 226, 228, 230)은 오직 매스층 또는 오직 스프링층만을 포함할 수도 있다. "스프링층(spring layer)"의 용어는, 매스층에 부착되는 경우에 주로 스프링과 같은 역할을 하는 기계적인 층 임피던스를 야기하는 특정한 임피던스와 일정 두께를 갖는 물질 층을 말한다. "매스층(mass layer)"의 용어는 스프링층에 부착되는 경우에 질량과 같은 역할을 하는 기계적인 층 임피던스를 야기하는 특정한 임피던스와 일정 두께를 갖는 물질 층을 말한다. 제 1 정합층 섹션(222)은 스프링층(234) 및 매스층(244)을 포함한다. 제 2 정합층 섹션(224)은 스프링층(236) 및 매스층(246)을 포함한다. 제 3 정합층 섹션(226)은 스프링층(238) 및 매스층(248)을 포함한다. 제 4 정합층 섹션(228)은 스프링층(240) 및 매스층(250)을 포함한다. 제 5 정합층 섹션(230)은 스프링층(242) 및 매스층(252)을 포함한다. 각각의 스프링층(234, 236, 238, 240, 242) 및 매스층(244, 246, 248, 250, 252)은 일정 두께(후술됨)를 갖는데, 몇몇 실시예에서 각각의 스프링층 및 매스층의 두께는 제조 공정을 기초로 정합층 섹션 전체에 걸쳐서 약간 달라질 수도 있다.
- [0029] 각각의 정합층 섹션(222, 224, 226, 228, 230)에 있어서의 스프링 물질에 대한 매스 물질의 비율 또는 백분율은 전송 라인을 따라 음향 임피던스에 대한 희망하는 변화를 얻도록 변경될 수도 있다. 제 1 정합층 섹션(222)의 바닥면(278)은 도전성 글루(conductive glue), 접착제 또는 다른 물질을 사용하는 등에 의해 압전층(272)에 부



착된다. 압전층(272)의 음향 임피던스를 정합하기 위해, 제 1 정합층 섹션(222)은 정합층 섹션(222, 224, 226, 228, 230) 중 가장 높은 임피던스를 갖는다. 가장 높은 임피던스를 얻기 위해, 제 1 정합층 섹션(222)은 다른 정합층 섹션(224, 226, 228, 230)과 비교하여 가장 높은 백분율 또는 비율의 매스 물질을 갖는다. 그러므로, 일반적으로 실제 물질에 있어서, 매스층(244)의 두께(254)는 임의의 다른 정합층 섹션(224, 226, 228, 230) 내의 매스층(246, 248, 250, 252)의 두께보다 두꺼우며, 일반적으로 실제 물질에 있어서, 스프링층(234)의 두께(256)는, 압전층(272)보다 낮은 임피던스를 갖는 물 또는 렌즈(274)와 같은 매개체에 정합하는 경우, 임의의 다른 정합층 섹션(224, 226, 228, 230) 내의 스프링층(236, 238, 240, 242)의 두께보다 얇다.

[0030] 제 2 정합층 섹션(224)의 바닥면(280)은 제 1 정합층 섹션(222)의 상면(282)에 부착된다. 제 2 정합층 섹션(224)의 음향 임피던스는 제 1 정합층 섹션(222)의 음향 임피던스보다 작다. 보다 작은 임피던스를 얻기 위해, 제 1 정합층 섹션(222) 내에서도 비교적 적은 매스 물질이 통합되어 있다. 그러므로, 매스층(246)의 두께(258)는 매스층(244)의 두께(254)보다 얇다. 또한, 스프링층(236)의 두께(260)는 스프링층(234)의 두께(256)보다 두껍다. 이러한 패턴은 정합층 섹션(220) 전체에 걸쳐서 반복되어 제 5 정합층 섹션(230)이 정합층 섹션(222, 224, 226, 228, 230) 중 가장 낮은 음향 임피던스를 갖는다. 가장 낮은 음향 임피던스를 얻기 위해, 다른 모든 정합층 섹션(222, 224, 226, 228)과 비교할 때 가장 적은 양의 매스 물질이 제 5 정합층 섹션(230) 내에 통합된다. 그러므로, 매스층(252)의 두께(262)는 다른 매스층(244, 246, 248, 250)보다 얇으며, 스프링층(242)의 두께(264)는 다른 스프링층(234, 236, 238, 240)보다 두껍다. 환언하면, 스프링층(234, 236, 238, 240, 242)은 압전층(272)으로부터의 거리가 증가함에 따라 연속적으로 증가하는 두께를 가질 수도 있는 반면에, 매스층(244, 246, 248, 250, 252)은 압전층(272)으로부터의 거리가 증가함에 따라 연속적으로 감소하는 두께를 가질 수도 있다. 다른 실시예에서, 두께의 변화는 연속적이지 않을 수도 있는데, 즉 하나 또는 그 이상의 스프링층(234, 236, 238, 240, 242)이 다른 스프링층(234, 236, 238, 240, 242)과 동일한 두께를 가질 수도 있으며 하나 또는 그 이상의 매스층(244, 246, 248, 250, 252)이 다른 매스층(244, 246, 248, 250, 252)과 동일한 두께를 가질 수도 있다. 또 다른 실시예에서, 매스층 또는 스프링층 중 하나의 두께는 일정하게 고정되는 반면에 나머지 다른 층의 두께는 감소 또는 증가될 수도 있다.

[0031] 도 6은 도 5의 정합층 구조체(220)를 제조하는데 사용되는 정합층 섹션(222, 224, 226, 228, 230)의 기계적 특성의 전기적 균등물을 제공하는 1/4 파장 전송 라인에 대한 집중 회로(200)를 도시한다. 환언하면, 집중 회로(200) 내의 전자부품[예컨대, 인덕터(들), 커패시터(들) 등]은 스프링층 및 매스층 물질의 음향 특성을 추정하는데 사용될 수도 있다. 그러므로, 집중 회로(200)는 스프링층(234, 236, 238, 240, 242) 및 매스층(244, 246, 248, 250, 252)의 연합을 도시한다. 본 예에서, 집중 회로(200)는 정합층 구조체(220) 내의 하나의 정합층 섹션(222, 224, 226, 228, 230)에 대응한다. 각각의 정합층 섹션(222, 224, 226, 228, 230)은 별도의 집중 회로(200)에 의해 표현될 수도 있다. 집중 회로(200)는 3개의 인덕터(202, 204, 206) 및 2개의 커패시터(208, 210)를 갖는다. 다른 실시예에서, 집중 회로(200)의 가장 단순한 형태로 하나의 인덕터와 하나의 커패시터가 사용될 수도 있으며, 다른 실시예에서, 상이한 수의 인덕터 및 커패시터가 사용될 수도 있다. 스프링층(234, 236, 238, 240, 242)은 커패시터(208, 210)의 커패시턴스로 간주될 수도 있으며, 매스층(244, 246, 248, 250, 252)은 인덕터(202, 204, 206)의 인덕턴스로 간주될 수도 있다.

[0032] 도 6에 도시된 예는 1/4 파장 층 기능을 모방하도록 3개의 매스층(인덕터) 및 2개의 스프링층(커패시터)로 시뮬레이션하였지만, 이러한 기능은 적어도 희망하는 상대적인 대역폭에 따라 다른 구성을 사용하여 얻어질 수도 있음을 이해해야 한다. 상술한 바와 같은 가장 단순한 구성에 있어서, 하나의 인덕터 및 하나의 커패시터가 사용될 수도 있다. 도 6은 정합층 섹션의 구조에 대한 물리적 이해를 설명하는데 사용될 수도 있다. 또한, 일반해는 종래의 LC 래더 필터 이론에 의해 해석될 수도 있다.

[0033] 정합층 섹션(222, 224, 226, 228, 230)을 제조하는데 사용된 매스층 및 스프링층의 기계적인 특성에 대한 전기적 균등물이 식 (1) 및 식 (2)의 방정식으로 제공된다.

[0034] 
$$LS := \frac{ZL \cdot 4}{\omega \cdot \pi^2} \quad \text{식 (1)}$$

[0035] 
$$CP := \frac{1}{ZL \cdot \omega \cdot \sqrt{2}} \quad \text{식 (2)}$$

[0036] 그러므로, 집중 회로(22) 예의 인덕턴스(LS) 및 커패시턴스(CP)의 값은 정합층 섹션(222, 224, 226, 228, 230)의

0)의 선로 임피던스(ZL)(예컨대, 음향 임피던스) 및 프로브(106)의 중심 주파수의 공명 주파수( $\omega_r$ )에 기초한다. 1/4 파장 효과는 (LS+CP) 및 (2\*LS+CP) 셀의 직렬 연합에 의해 얻어진다. 선로 임피던스(ZL)는 선택된 또는 사전 결정된 임피던스 값이거나 또는 후술하는 바와 같이 계산될 수도 있다.

[0037] 매스층 및 스프링층의 전기적 균등물의 조합은 정합층 섹션(222, 224, 226, 228, 230) 중 하나를 모델링하는 특성을 제공한다. 식 (1) 및 식 (2)는 각각의 정합층 섹션(222, 224, 226, 228, 230)에 대한 인덕턴스(LS) 및 커패시턴스(CP)를 계산하기 위해 반복되는데, 여기서 각각의 정합층 섹션(222, 224, 226, 228, 230)은 상이한 선로 임피던스(ZL)를 갖는다. 상술한 바와 같이, 선로 임피던스(ZL)는 각 정합층 섹션(222, 224, 226, 228, 230)이 압전층(272)으로부터 이격됨에 따라 감소한다. 그러므로, 공명 주파수( $\omega_r$ ) 근처에서 큰 대역폭 정합을 얻기 위해서, 적절한 구성요소를 갖는 적어도 2개의 회로(200)가 서로 종속 접속(cascade)될 수도 있다. 각 정합층 섹션(222, 224, 226, 228, 230)에 대한 인덕턴스(LS) 및 커패시턴스(CP) 값은 메이슨 모델(Mason model)이라고도 하는 제한된 음향 적층체(270)의 전기적 시뮬레이션에서 사용될 수도 있으며, 이는 전기적 요소가 음향 구조체에 정합되게 한다.

[0038] 도 7 내지 도 10은 적층체(270) 내의 정합층 구조체(220)에 기초한 대역폭 성능의 음향 시뮬레이션을 도시한다. 시뮬레이션을 계산할 때, 정합층 섹션(222, 224, 226, 228, 230)의 두께(276)는 물질 특성에 대한 최적화 없이, 즉 정합층 섹션(222, 224, 226, 228, 230)에 있어서의 회절 법칙 및 렌즈 감쇠를 고려하지 않고 종래의 메이슨 모델을 기초로 할 수도 있다. 음향 시뮬레이션(300, 302, 330, 332)은 식 (1) 및 식 (2)에서 각각 계산된 인덕턴스 및 커패시턴스 값을 사용하여 계산될 수도 있다.

[0039] 프로브(106)를 설계할 때, 적층 구조체는 프로브 사양을 충족하는데 필요한 가장 작은 수의 정합층 섹션(222, 224, 226, 228, 230)이 식별될 수 있도록 시뮬레이션될 수도 있다. 정합층 섹션의 수가 적을수록 두께(276)는 더 얇아지게 되며, 이는 감쇠를 개선한다. 특정될 수도 있는 하나의 변수는 -6dB 및 -20dB에서의 희망 대역폭이다. 또한, 다른 변수가 고려될 수도 있다.

[0040] 도 7 및 도 8은 적층체(270) 내의 정합층 구조체(220)를 포함하는 프로브(106)를 기초로 하여 계산된 프로브 전달함수의 음향 시뮬레이션(300, 302)을 각각 도시한다. 도 7에서, 10개의 정합층 섹션(222, 224, 226, 228, 230)이 사용되어 500 $\mu$ m의 전체 두께(276)를 갖는다. 도 8에서는 5개의 정합층 섹션(222, 224, 226, 228, 230)이 사용되어 250 $\mu$ m의 전체 두께(276)를 갖는다. 시뮬레이션은 3 메가헤르츠(MHz) 중심 주파수 배열을 기초로 한다.

[0041] 도 7은 단순 또는 단방향 전송 라인(304) 및 양방향 전송 라인(306)을 도시한다. 도 8은 단방향 전송 라인(316) 및 양방향 전송 라인(318)을 도시한다. 양방향 전송 라인(306, 318)은 초음파 신호가 적층체(270)를 2회 통과함으로써 인해(예컨대, 송신 및 수신 신호) 대역폭에 있어서의 감소를 나타낸다. 환언하면, 전체 감쇠는 송신 및 수신 신호가 고려되는 경우에 더 크다. 도 7에 보다 더 많은 정합층 섹션이 있기 때문에, 전송 라인(304, 306)은 전송 라인(316, 318)과 비교하여 대역폭 전체에 걸쳐서 보다 더 많은 파동을 갖는다. 일 실시예에서, 파동 진폭은 예컨대 래더 필터 합성 알고리즘을 사용한 층 특성의 정밀한 조정에 의해 감소될 수도 있다. 대역폭은, 양방향 전송 라인(306, 318) 사이에서와 같이, 5개의 정합층 섹션을 갖는 정합층 구조체가 희망하는 성능을 제공하는지 여부를 결정하기 위해 비교될 수도 있다. 추가 시뮬레이션이 5개 미만의 정합층 섹션 또는 5개 내지 10개 중 임의의 수의 정합층 섹션을 사용하여 수행될 수도 있다. 또한, 10개 초과인 정합층 섹션을 갖는 정합층 구조체(220)가 고려된다. 몇몇 실시예에서, 시뮬레이션은 프로브 사양을 충족할 가장 작은 수의 정합층 섹션(222, 224, 226, 228, 230)을 식별하기 위해 수행될 수도 있다.

[0042] 유사하게, 도 8 및 도 10은 적층체(270) 내에 정합층 구조체(22)를 포함하는 프로브(106)를 기초로 계산된 프로브 전달함수의 음향 시뮬레이션(330, 332)을 각각 도시한다. 시뮬레이션(330, 332)은 8MHz 중심 주파수 배열을 기초로 한다. 도 9에서, 10개의 정합층 섹션(222, 224, 226, 228, 230)이 사용되어 500 $\mu$ m의 전체 두께(276)를 갖는다. 도 10에서는 5개의 정합층 섹션(222, 224, 226, 228, 230)이 사용되어 250 $\mu$ m의 전체 두께(276)를 갖는다.

[0043] 도 9는 단방향 전송 라인(334) 및 양방향 전송 라인(336)을 도시한다. 도 10은 단방향 전송 라인(346) 및 양방향 전송 라인(348)을 도시한다. 또한, 2개의 시뮬레이션(330, 332) 사이의 대역폭 성능은 프로브 사양을 충족하는 가장 작은 수의 정합층 섹션(222, 224, 226, 228, 230)을 식별하기 위해 비교될 수도 있다.

[0044] 전송 라인 변수의 기계적 특성으로의 변환, 즉 인덕턴스 및 커패시턴스와 같은 식 (1) 및 식 (2)에서의 순수하게 전기적인 전송 라인 변수보다는 매스-스프링 진동 모드는 단일 1/4 파장 정합층의 균등물이 될 2-층 구조체

[예컨대, 정합층 섹션(222, 224, 226, 228, 230) 중 하나] 내의 중량 물질(매스) 및 탄성 물질(스프링)의 연합에 의해 얻어진다. 2-층 구조체의 목표 음향 임피던스(ZL)와 2개의 층 각각의 기계적인 유효 두께 사이의 관계는 식 (3) 및 식 (4)를 사용하여 결정될 수도 있다.

$$T_{\text{매스}}(n) := \frac{\lambda m}{2 \cdot \pi} \cdot \frac{ZL \cdot \left(1 - \frac{zs^2}{ZL^2}\right)}{zm} \quad \text{식 (3)}$$

$$T_{\text{스프링}}(n) := \frac{\lambda s}{2 \cdot \pi} \cdot \frac{zs}{ZL} \quad \text{식 (4)}$$

식 (3)은 정합층 임피던스(ZL), 중량 또는 매스(m) 물질 특성 및 스프링(s) 물질 특성, 즉 매스 물질의 파장( $\lambda m$ ), 매스 물질의 음향 임피던스(zm) 및 스프링 물질의 음향 임피던스(zs)의 함수로 매스층의 두께( $T_{\text{매스}}$ )를 나타낸다. 식 (4)는 정합층 임피던스(ZL), 스프링(s) 물질 특성, 즉 스프링 물질의 파장( $\lambda s$ ) 및 스프링 물질의 음향 임피던스(zs)의 함수로 매스층의 두께( $T_{\text{스프링}}$ )을 나타낸다. 식 (3) 및 식 (4)는 정합층 임피던스를 변화시킴으로써 각각의 정합층 섹션(222, 224, 226, 228, 230)을 기술하는데 사용될 수도 있다.

도 11은 프로브(106)의 정합층 구조체(220) 내에 포함되는 정합층 섹션(222, 224, 226, 228, 230)의 수를 결정하기 위한 방법을 도시한다. 단계(370)에서, 프로브(106)의 기하학적 구조 뿐만 아니라 목표 또는 희망 성능이 결정된다. 예를 들어, 중심 주파수가 선택된다. 또한, -6dB 및 -20dB 각각에서의 대역폭의 백분율과 같은 대역폭의 백분율이 특정될 수도 있다.

단계(372)에서, 스프링층(234, 236, 238, 240, 242) 및 매스층(244, 246, 248, 250, 252)에 대한 물질이 선택된다. 예를 들어, SU8<sup>TM</sup>이 스프링 물질로 선택될 수 있으며, 텅스텐이 매스 물질로 선택될 수도 있다. 다른 물질이 사용될 수도 있다. 일 실시예에서, 동일한 스프링 물질이 모든 스프링층(234, 236, 238, 240, 242)에 사용될 수 있으며, 동일한 매스 물질이 모든 매스층(244, 246, 248, 250, 252)에 사용될 수도 있다. 다른 실시예에서, 상이한 스프링 물질 및/또는 매스 물질이 하나 또는 그 이상의 스프링층(234, 236, 238, 240, 242) 및 매스층(244, 246, 248, 250, 252)에 사용될 수도 있다.

단계(374)에서, 시뮬레이션될 정합층 섹션(222, 224, 226, 228, 230)의 수가 결정된다. 상술한 바와 같이, 프로브 성능은 희망 성능을 제공할 최소 수의 정합층 섹션(222, 224, 226, 228, 230)을 결정하기 위해 상이한 수의 정합층 섹션(222, 224, 226, 228, 230)을 사용하여 시뮬레이션될 수도 있다. 선택적으로, 3개, 5개 또는 10개의 정합층 섹션(222, 224, 226, 228, 230)과 같이, 사전 결정된 수의 정합층 섹션(222, 224, 226, 228, 230)이 선택될 수도 있다. 다른 실시예에서, 2개 또는 3개의 정합층 섹션(222, 224, 226, 228, 230)이 최소 수의 정합층 섹션(222, 224, 226, 228, 230)으로 고려되어 선택될 수도 있다.

단계(376)에서, 각각의 정합층 섹션(222, 224, 226, 228, 230)에 대한 음향 임피던스가 결정될 수도 있다. 일 실시예에서, 각각의 정합층 섹션(222, 224, 226, 228, 230)에 대한 음향 임피던스는 지속적으로 감소하는 음향 임피던스, 일정하게 감소하는 음향 임피던스, 또는 압전층의 높은 음향 임피던스(일 실시예에서는 30MRay일 수도 있음)로부터 렌즈의 낮은 음향 임피던스(일 실시예에서는 1.5MRay일 수도 있음)까지 음향 임피던스를 감소시키는 임의의 다른 곡선을 기초로 할 수도 있다. 다른 실시예에서, 역정합 기술로서, 정합층 섹션(222, 224, 226, 228, 230)에 대한 목표 음향 임피던스는 하기의 식 (5) 및 식 (6)을 사용하여 결정될 수도 있다.

$$Z_{\text{RCKSym}}(N, k) := \left[ \left[ ZC \cdot \left( 1 - k^2 + \frac{8}{\pi^2} \cdot k^2 \right)^2 \cdot \text{erf}(k) \right]^{2N} \cdot ZR \right]^{\frac{1}{2N+1}} \quad \text{식 (5)}$$

$$Z_{mL}(N, n, k) := \left( \frac{Z_{RCKSym}(N, k)}{Z_R} \right)^{\frac{2(N-n)+1}{2N}} \cdot Z_R$$

[0053]

식 (6)

[0054]

여기서, ZC는 압전층(272)의 음향 임피던스이며, ZR은 방사 매개체의 음향 임피던스이며,  $\omega r(k)$ 는 압전 결합 계수(piezoelectric coupling coefficient)에 종속하는 공명 주파수(맥동)이며, k는 결합 계수이며, N은 정합층 섹션의 수이며, n은 압전층(272)으로부터 렌즈(274) 쪽으로 계수하여 n번째 정합층 섹션에 대한 계수(counter)이며,  $Z_{mL}(N, n, k)$ 는 n번째 정합층 섹션의 음향 임피던스이다. 그러므로, 정합층 섹션(222, 224, 226, 228, 230)의 음향 임피던스는 프로브(106)의 공명 주파수( $\omega r$ ), 압전층(272)의 음향 임피던스(또는 사용되는 경우 1/4 파장 정합층의 음향 임피던스) 및 렌즈(274)의 음향 임피던스 중 적어도 하나에 근거할 수도 있다. 정합층 섹션(222, 224, 226, 228, 230)의 음향 임피던스는 다른 기술에 대한 상이한 방정식을 사용하여 결정될 수도 있다는 것을 이해해야만 한다. 다른 실시예에서, 하나 또는 그 이상의 정합층 섹션(222, 224, 226, 228, 230)에 대하여 상이한 물질 선택될 수도 있다. 예를 들어, 비교적 낮은 임피던스를 갖는 스프링 물질은 렌즈(274)에 가장 근접한 층에 대하여 선택되는 반면에, 비교적 높은 임피던스를 갖는 상이한 스프링 물질은 압전층(272)에 가장 가까운 정합층 섹션(들)에 대해 선택될 수도 있다.

[0055]

일 실시예에서, 단계(378)에서 각각의 정합층 섹션(222, 224, 226, 228, 230) 내의 각각의 매스층(244, 246, 248, 250, 252) 및 스프링층(234, 236, 238, 240, 242)의 두께가 음향 임피던스를 기초로 예컨대 식 (3) 및 식 (4)를 사용하여 결정될 수도 있다. 그러므로, 정합층 구조체(220)의 전체 두께가 용인할 수 있는지 여부가 결정될 수 있으며, 이는 허용 가능한 양의 신호 감쇠를 초래한다. 또한, 매스층(244, 246, 248, 250, 252) 및 스프링층(234, 236, 238, 240, 242)은 후술하는 바와 같이 제조 공정 동안 형성되며, 몇몇 실시예에서 물질 특성 및 특정 간극 내에 특정 층의 물질을 형성하기 위한 제조 능력에 기초한 제한이 존재할 수도 있다.

[0056]

단계(380)에서, 도 7 내지 도 10의 그래프를 생성하는 식 (1) 및 식 (2)에 계산된 인덕턴스 및 커패시턴스를 사용하는 것 등에 의하여 음향 성능이 계산된다. 단계(382)에서, 음향 성능이 허용 가능한지 여부를 결정한다. 또한, 매스층(244, 246, 248, 250, 252) 및 스프링층(234, 236, 238, 240, 242)의 두께 뿐만 아니라 정합층 구조체(220)의 전체 두께(276)가 허용 가능한지 여부를 결정할 수도 있다. 일 실시예에서, 대역폭 성능이 허용 가능하지 않은 경우, 본 방법은 보다 큰 수의 정합층 섹션(222, 224, 226, 228, 230)을 특정하기 위해 단계(374)로 복귀할 수도 있다. 다른 실시예에서, 대역폭 성능이 허용 가능한 경우, 본 방법은 가장 얇은 정합층 구조체(220)가 식별되었는지를 결정하기 위해 단계(374)로 복귀하여 더 작은 수의 정합층 섹션(222, 224, 226, 228, 230)을 특정할 수도 있다. 예를 들어, 가장 낮은 수의 정합층 구조체 및 그에 따른 가장 적은 양의 신호 감쇠[예컨대, 전파 손실(propagation loss)]를 갖는 동시에 프로브(106)의 성능을 여전히 충족하는 것이 바람직하다. 또한, 정합층 섹션(222, 224, 226, 228, 230)이 적을수록 제조가 더 용이하게 되며 비용이 더 낮아지게 될 수도 있다. 몇몇 실시예에서, 도 11의 방법은, 목표 성능을 얻을 가장 낮은 수의 정합층 섹션(222, 224, 226, 228, 230)을 결정하기 위해, 상이한 수의 정합층 섹션(222, 224, 226, 228, 230)을 선택하여 복수회 완수될 수도 있다. 또 다른 실시예에서, 본 방법은, 예컨대 성능이 허용 가능하지 않거나 또는 정합층 구조체(220)가 허용 가능한 제조 기술을 기초로 얻기 곤란할 수도 있는 경우, 단계(372)로 복귀하여 하나 또는 그 이상의 매스층(244, 246, 248, 250, 252) 및 스프링층(234, 236, 238, 240, 242)에 대한 상이한 물질을 선택할 수도 있다.

[0057]

다른 실시예에서, 1/4 파장 정합층을 포함하는 적층체가 형성될 수도 있다. 도 12는 정합층 구조체(402) 및 1/4 파장 정합층(404)을 모두 구비하는 음향 적층체(400)를 도시한다. 1/4 파장 정합층(404)의 바닥면(406)은 압전층(410)의 상면(408)에 부착되어 있고, 정합층 구조체(402)는 1/4 파장 정합층(404)의 상면(412)에 부착되어 있다.

[0058]

일 실시예에서, 1/4 파장 정합층(404)은 스프링 물질을 선택하는 경우에 추가의 가요성을 제공하기 위해 적층체(400) 내에 포함될 수도 있다. 예를 들어, 비교적 낮은 임피던스를 가짐으로써 렌즈(414)에 가장 근접한 정합층 구조체(402) 내의 정합층 섹션에 대해 보다 나은 임피던스 정합을 허용하는 스프링 물질이 선택될 수도 있다.

[0059]

다른 실시예에서, 1/4 파장 정합층(404)은 정합층 구조체(402)와 렌즈(414) 사이에 위치 설정될 수도 있다.



- [0060] 정합층 구조체(220, 402) 내에 매스층(244, 246, 248, 250, 252) 및 스프링층(234, 236, 238, 240, 242)을 형성하는데 사용될 수도 있는 몇가지 방법이 존재한다. 사용되는 한 방법은 마이크로 전자 기술 및 웨이퍼 프로세싱을 기초로 한다. 스프링 물질은 스프링 물질의 음향 임피던스 요건에 맞는 밀도/속도 특성을 갖도록 특수 처리, 예컨대 로딩 부가된(loadings added) 포토레지스트일 수도 있다. 매스 물질은 매스 물질의 음향 임피던스 요건에 맞는 밀도/속도 특성을 갖는 금속일 수도 있다. 매스 물질은 텅스텐과 같이 비교적 밀도 및 강도가 높은 물질일 수도 있으나, 이에 제한되는 것은 아니다. 매스 물질 및 스프링 물질은 양자 모두 가변 두께 샌드위치 제조와 양립 가능할 필요가 있다.
- [0061] 일 실시예에서, SU8<sup>TM</sup>과 같은 포토레지스트 또는 중합체는 스프링 물질로서 사용될 수도 있으며, 마이크로 전자 포토리소그래피(micro electronic photolithography)를 사용하여 패턴이 형성될 수 있다. 예를 들어, SU8<sup>TM</sup>의 층은 희망하는 두께를 형성하도록 스핀 코팅될 수도 있다. 다른 실시예에서, 희망하는 밀도에 도달하기 위해, 물질 밀도를 낮추도록 렌즈(274)에 보다 근접한 하나 또는 그 이상의 정합층 섹션(222, 224, 226, 228, 230) 상에 점 패턴이 완성될 수도 있다. 또 다른 실시예에서, 매스층을 형성하는 금속이 진공 증착될 수도 있다.
- [0062] 정합층 구조체(220)는 적층체(270)의 다른 층과 별도로 형성될 수도 있다. 일 실시예에서, 이산화규소(SiO<sub>2</sub>)의 층이 정합층 구조체(220)를 제조하는데 사용되는 실리콘 웨이퍼 상에 증착될 수도 있다. 정합층 구조체(220)를 제조하기 위해 실시되는 마스크(masking) 및 에칭(etching) 작업 동안, 전체 정합층 구조체(220)를 통해 관통 또는 연장되는 구멍이 형성될 수도 있다. 모든 매스층(244, 246, 248, 250, 252) 및 스프링층(234, 236, 238, 240, 242)이 형성된 경우, 이산화규소 에칭 용액이 그 구멍을 통해 이산화규소 층으로 공급될 수도 있다. 이산화규소 층의 완전한 에칭은 실리콘 웨이퍼로부터 정합층 구조체(220)를 제거할 것이다.
- [0063] 다른 실시예에서, 정합층 구조체(220)는 라미네이션(lamination)을 통해 형성될 수도 있다. 그러므로, 스프링층(234, 236, 238, 240, 242)은 Kapton<sup>TM</sup>과 같은 물질의 사전 형성된 층의 물질을 사용하여 형성될 수도 있고, 매스층(244, 246, 248, 250, 252)은 구리와 같은 물질의 사전 형성된 층의 금속 물질을 사용하여 형성될 수도 있다. 매스층(244, 246, 248, 250, 252) 및 스프링층(234, 236, 238, 240, 242)의 상이한 두께가 사용되어 상이한 정합층 섹션(222, 224, 226, 228, 230)을 형성함으로써 희망하는 음향 임피던스를 얻을 수도 있다. 한 층의 금속 물질[예컨대, 매스층(244)]이 한 층의 스프링 물질[예컨대, 스프링층(234)] 위에 적층되어 제 1 정합층 섹션(222)을 형성할 수도 있다. 제 2 층의 스프링 물질[예컨대, 스프링층(236)]이 상기의 금속 물질층[예컨대, 매스층(244)] 위에 적층될 수도 있고, 제 2 층의 금속 물질[예컨대, 매스층(246)]이 제 2 층의 스프링 물질[예컨대, 스프링층(236)] 위에 적층될 수도 있으며, 이하 같다.
- [0064] 또 다른 실시예에서, 정합층 구조체(220)는 디지털 마이크로 프린팅을 사용하여 형성될 수도 있는데, 이는 물질의 증착을 허용하는 기술이다.
- [0065] 상기의 설명은 예시적이며 제한적이지 않다는 것을 이해해야 한다. 예를 들어, 상술한 실시예(및/또는 그의 실시형태)는 서로 조합하여 사용될 수도 있다. 또한, 많은 변형예가 본 발명의 범위를 벗어나지 않으면서 본 발명의 교시에 대한 구체적 상황 또는 물질을 개조하여 실시될 수도 있다. 본 명세서에 기술된 물질의 치수 및 타입은 본 발명의 변수를 정의할 의도이며, 전혀 제한적이지 않고 예시적인 실시예이다. 상술한 설명을 숙독할 때 많은 다른 실시예가 해당 기술 분야의 당업자에게 명백하게 될 것이다. 그러므로, 본 발명의 범위는 첨부된 특허청구범위와 그러한 특허청구범위가 포함하는 균등물의 전체 범위를 참조하여 결정되어야만 한다. 첨부된 특허청구범위에서, 용어 "구비하는(including)" 및 "~에 있어서(in which)"는 용어 "포함하는(comprising)" 및 "~에 있어서(wherein)" 각각과 동일한 의미로서 사용된다. 또한 하기의 특허청구범위에서, 용어 "제 1(first)", "제 2(second)" 및 "제 3(third)" 등은 단지 표지로서 사용되며, 이들 표지의 대상에 수치적인 여건을 부여할 의도는 아니다. 나아가, 하기의 특허청구범위의 한정은 의미-플러스-기능 형식으로 기재되지 않았으며, 특허청구범위 한정이 추가 구조가 결합된 기능에 대한 진술에 앞에 "~를 위한 수단(means for)"이라는 어구를 명백하게 사용하지 않는 한 및 그러한 어구를 사용할 때까지는 미국 특허법(35 U.S.C.) 112조의 6번째 단락을 기초로 해석되지 않을 의도이다.
- [0066] 본 상세한 설명은, 최선의 모드를 포함하여 본 발명을 개시하기 위한, 및 당업자로 하여금 임의의 장치 또는 시스템을 제조 및 사용하거나 임의의 포함된 방법을 수행하는 것을 포함하여 본 발명을 실시할 수 있게 하는 예를 사용한다. 본 발명의 특허 가능한 범위는 특허청구범위에 의해 정의되며, 당업자가 인식할 수 있는 다른 예를 포함할 수도 있다. 그러한 다른 예는 이들이 특허청구범위의 문자적 언어와 상이하지 않은 구조적 요소를 갖는 경우, 또는 특허청구범위의 문자적 언어와 실질적이지 않은 차이만을 갖는 균등한 구조적 요소를 포함하는 경우

에 특허청구범위의 범위 내에 있을 의도이다.

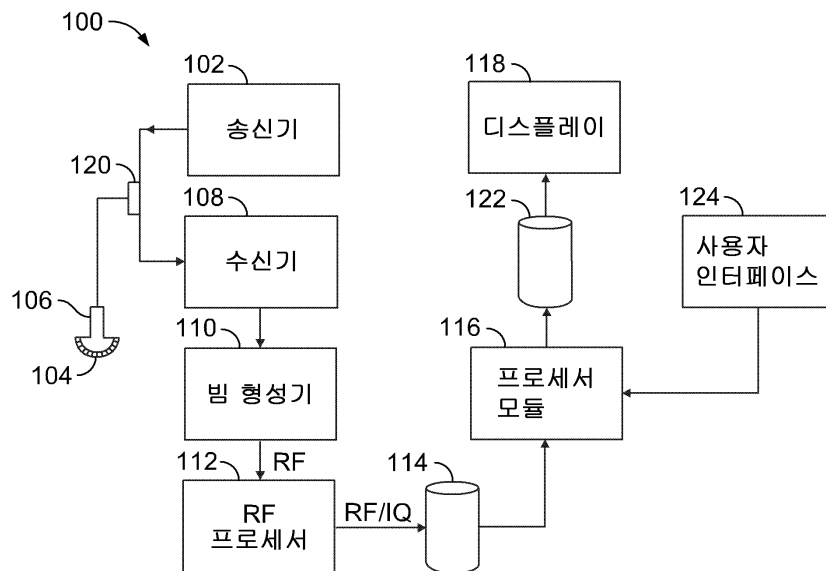
## 부호의 설명

[0067]

100 : 초음파 시스템	106 : 프로브
220 : 정합층 구조체	222, 224, 226, 228, 230 : 정합층 섹션
234, 236, 238, 240, 242 : 스프링층	
244, 246, 248, 250, 252 : 매스층	
270 : 음향 적응체	272 : 압전층
274 : 렌즈	

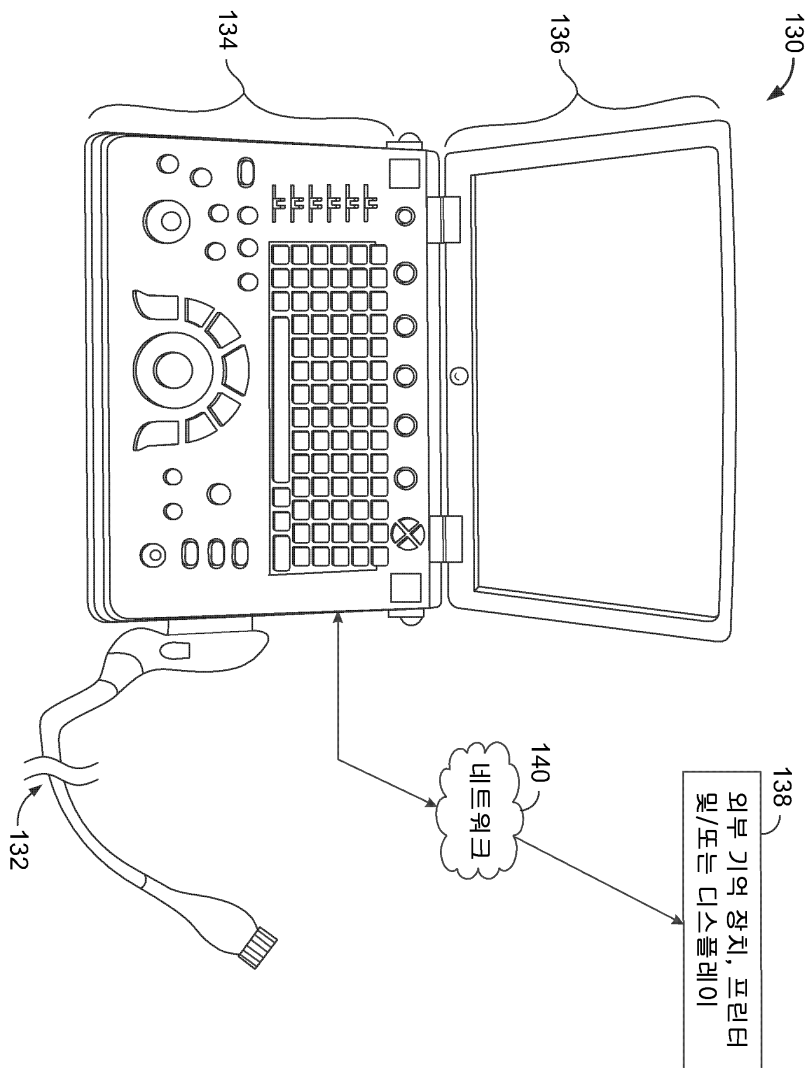
## 도면

### 도면1

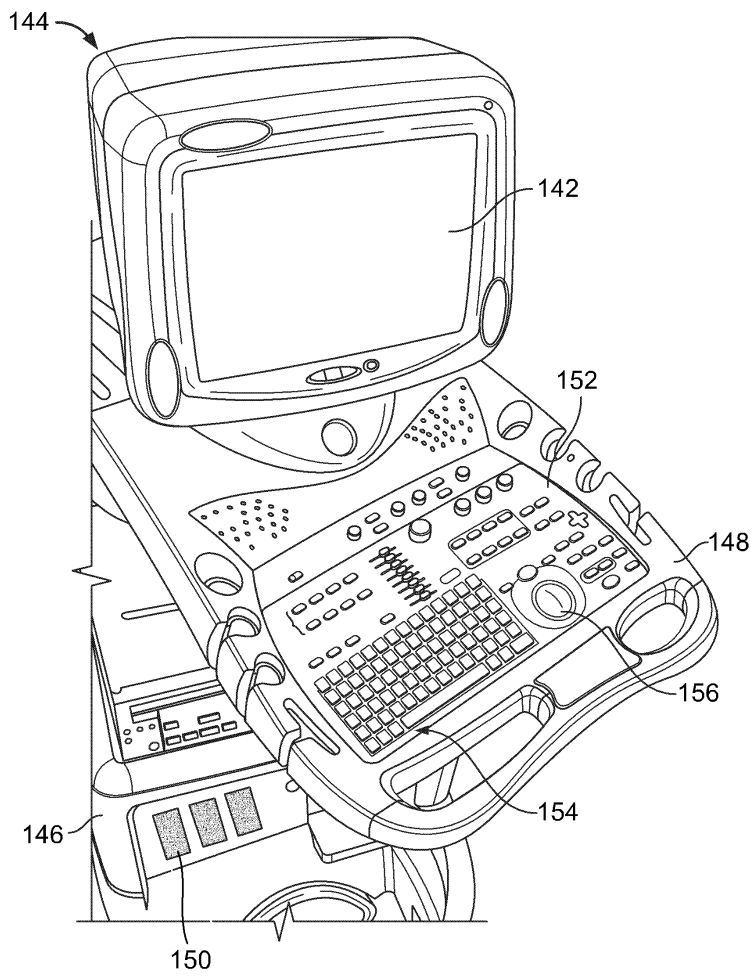




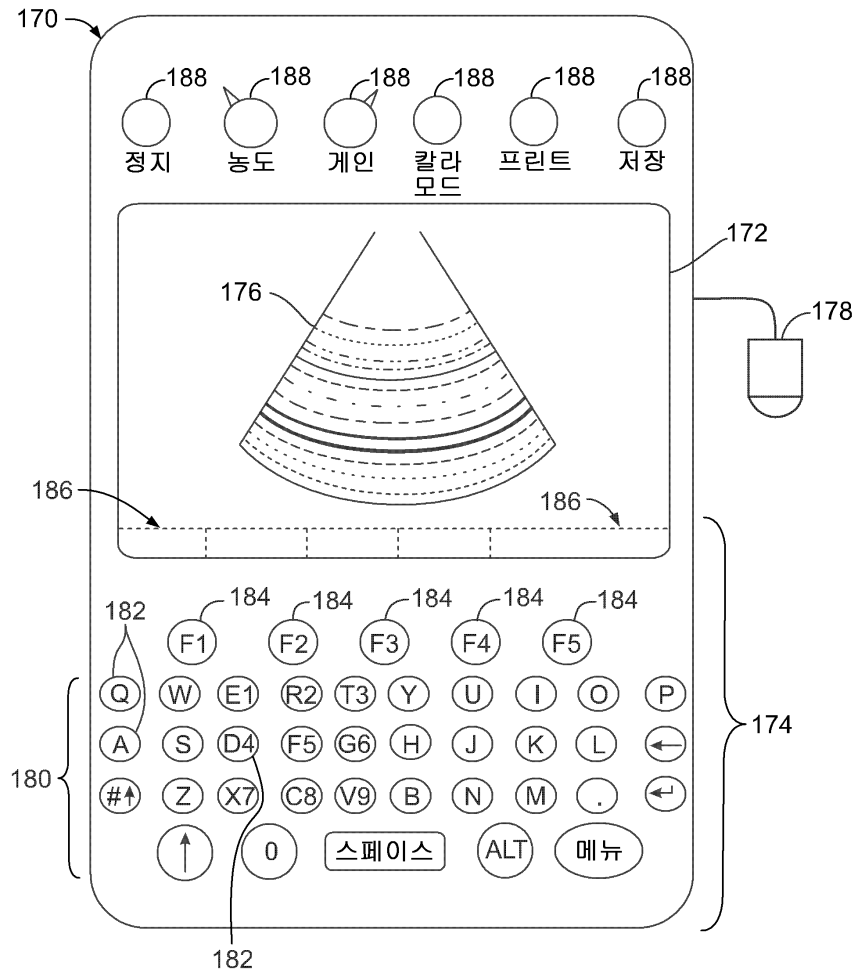
도면2



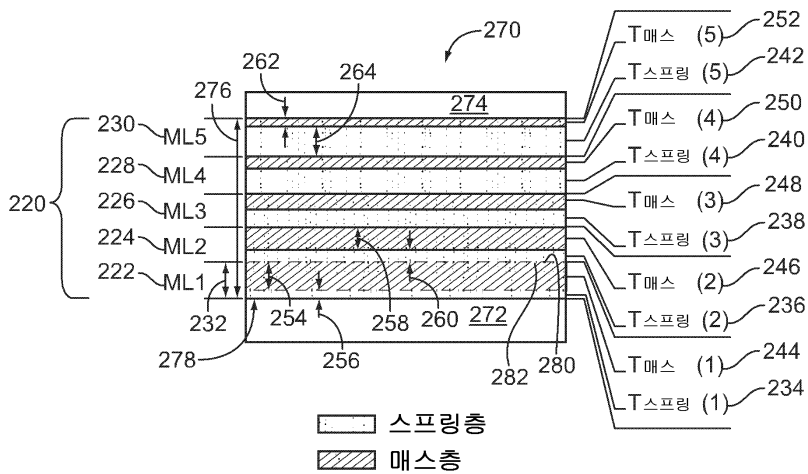
도면3



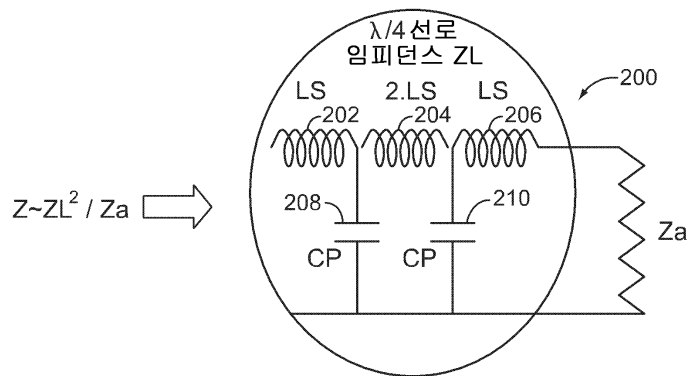
도면4



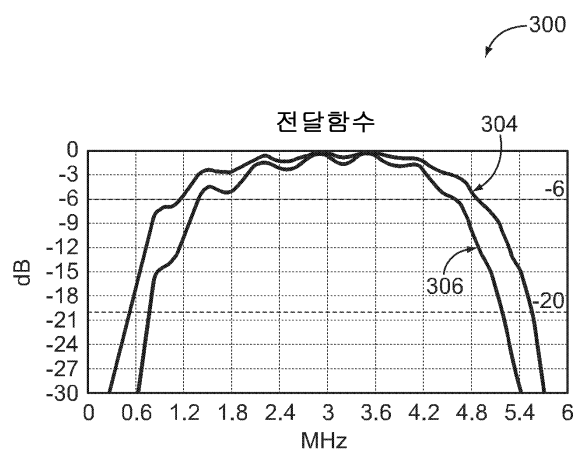
도면5



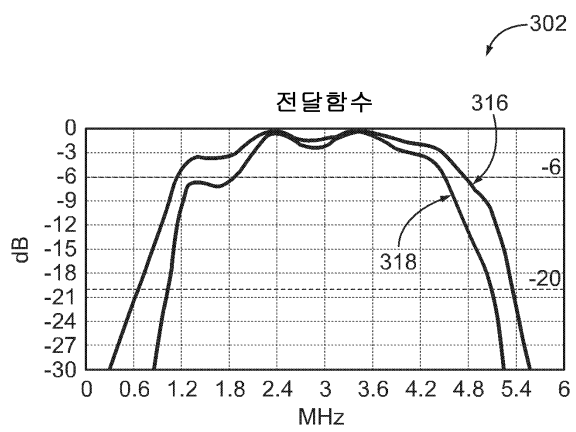
도면6



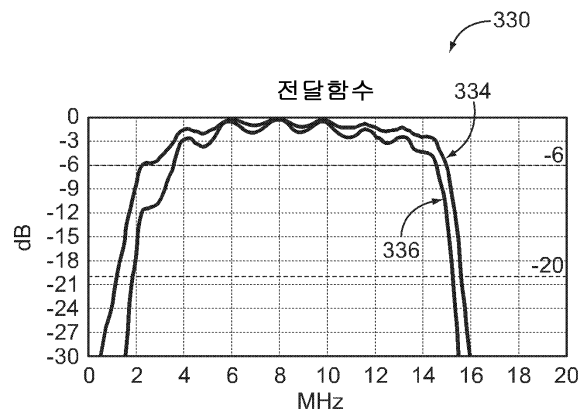
도면7



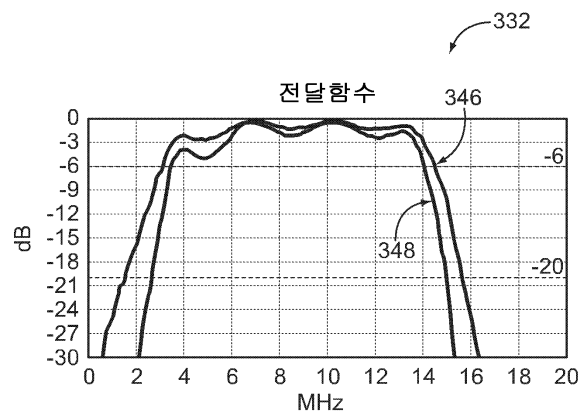
도면8



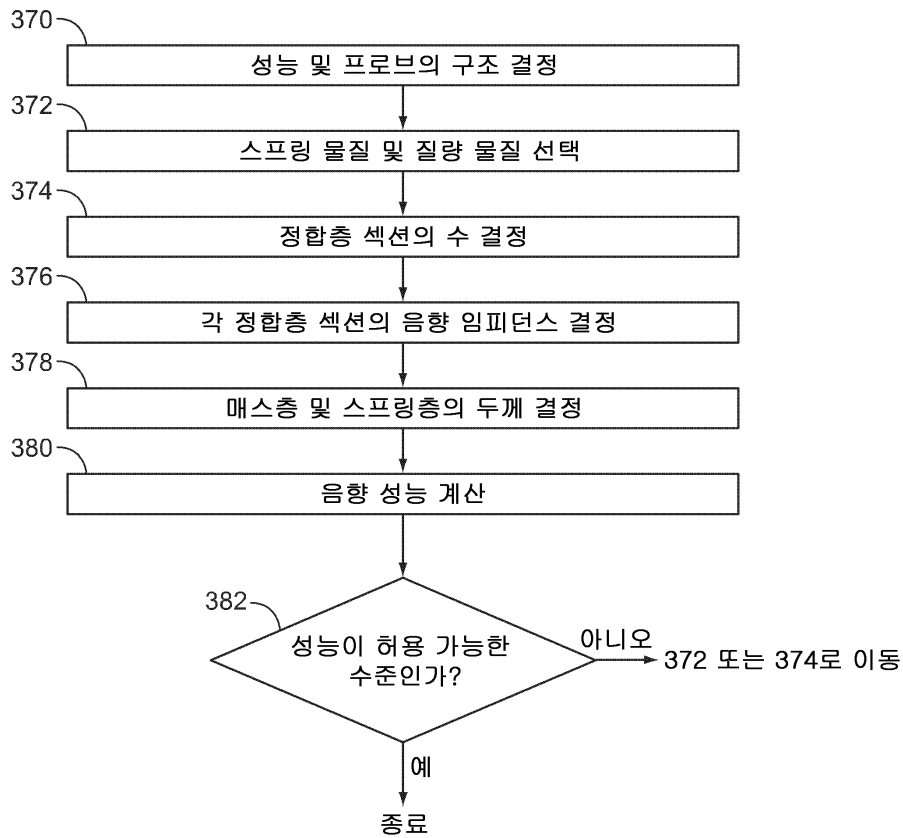
도면9



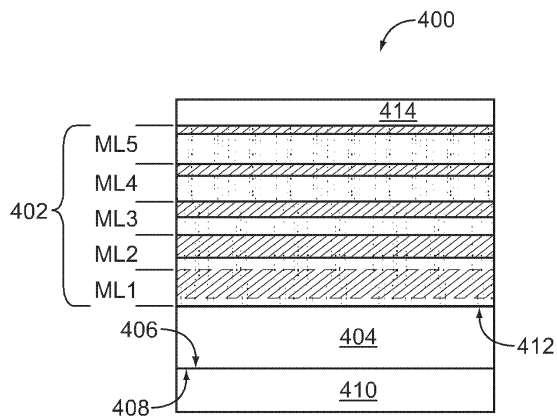
도면10



도면11



도면12





专利名称(译)	形成超声波探头用声学层压板和超声波探头用声学层压板的匹配层结构的方法		
公开(公告)号	<a href="#">KR1020100105482A</a>	公开(公告)日	2010-09-29
申请号	KR1020100023943	申请日	2010-03-17
[标]申请(专利权)人(译)	通用电气公司		
申请(专利权)人(译)	通用电气公司		
当前申请(专利权)人(译)	通用电气公司		
[标]发明人	CALISTI SERGE GERARD LANTERI FREDERIC 랑테리프레데릭 SMITH LOWELL BAUMGARTNER CHARLES GELLY JEAN FRANCOIS		
发明人	까리스티세르지제라르 랑테리프레데릭 스미스로웰 바움가트너찰스 겔리장 프랑스와		
IPC分类号	A61B8/00 G01N29/24		
CPC分类号	B06B1/0618 A61B8/4455 A61B8/483 Y10T29/42 Y10T29/49002 Y10T29/49005 Y10T29/4908 A61B8/4483 A61B8/4281 A61B8/4494 B06B1/0607 B06B1/0629 G01N29/2418 G01N29/2437		
代理人(译)	张居正 , KU SEONG		
优先权	12/406731 2009-03-18 US		
外部链接	<a href="#">Espacenet</a>		

#### 摘要(译)

用于超声探头 ( 106 ) 的声学叠层 ( 270 ) 包括具有底表面的压电层 ( 272 ) 的上侧和共形层部分 ( 222,224,226,228,230 ) , 并且多个形成共形层。结构 ( 220 ) 。每个共形层部分 ( 222,224,226,228,230 ) 包括配备有第一物质, 第一物质和质量层 ( 244,246,248,250 ) 的弹簧层 ( 234,236,238,240,242 ) 。 , 252 ) 配备不同的第二种材料。保形层部分 ( 222 ) 内的弹簧层 ( 234 ) 最靠近压电层 ( 272 ) 并且位于比其他保形层部分 ( 236 ) 内的弹簧层 ( 236,238,240,242 ) 薄的位置。 , 238,240,242 ) 。

