



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2019년03월11일
 (11) 등록번호 10-1955787
 (24) 등록일자 2019년02월28일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
A61B 8/00 (2006.01) **G01H 17/00** (2006.01)
 (52) CPC특허분류
A61B 8/4494 (2013.01)
G01H 17/00 (2013.01)
 (21) 출원번호 10-2017-0022371
 (22) 출원일자 2017년02월20일
 심사청구일자 2017년02월20일
 (65) 공개번호 10-2018-0096849
 (43) 공개일자 2018년08월30일
 (56) 선행기술조사문헌
 JP08280098 A
 KR101638730 B1
 US20160107194 A1
 JP054553392 B2

(73) 특허권자
한국표준과학연구원
 대전 유성구 가정로 267(가정동, 한국표준과학연구원)
 (72) 발명자
도일
 대전광역시 중구 평촌로 93 105동 1502호 (태평동, 쌍용예가아파트)
김용태
 대전광역시 유성구 어은로 57 136동 1106호 (어은동, 한빛아파트)
 (뒷면에 계속)
 (74) 대리인
특허법인 아이퍼스

전체 청구항 수 : 총 16 항

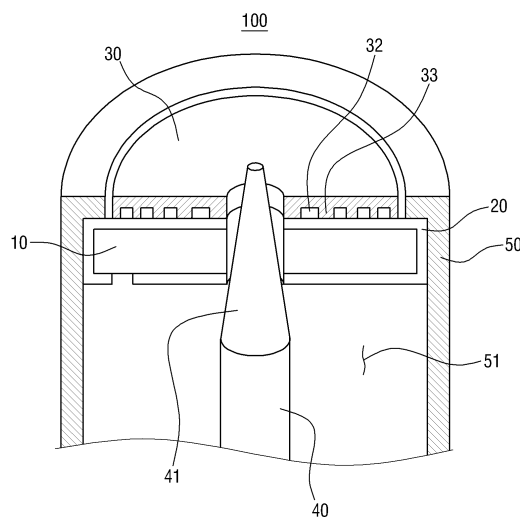
심사관 : 한재균

(54) 발명의 명칭 **바늘형 초음파 수신기가 적용된 집속 초음파 트랜스듀서 및 그 작동방법**

(57) 요약

본 발명은 바늘형 초음파 수신기가 적용된 집속 초음파 트랜스듀서 및 그 작동방법에 관한 것이다. 보다 상세하게는 초음파 트랜스 듀서에 있어서, 중앙개구부가 형성되며, 초음파를 가진 시키는 초음파 가진기; 상기 초음파 가진기로부터 초음파를 입사받고, 입사되는 초음파를 초점부근에서 집속시키며, 중앙개구부가 형성되며, 중심점을 기준으로 동심원 형상으로 배치되는 복수의 동심원 영역을 갖고, 상기 동심원 영역은 중심점부터 반경방향으로, 입사되는 음파를 차음시키는 차음영역과, 음파를 투과시키는 투과영역이 교차되며 형성되는 음향렌즈; 및 일측 끝단부가 상기 초음파 가진기의 중앙개구부와, 상기 음향렌즈의 중앙개구부에 위치되어, 반사된 초음파 신호를 수신하는 초음파 수신부를 포함하는 것을 특징으로 하는 바늘형 초음파 수신기가 적용된 집속 초음파 트랜스 듀서에 관한 것이다.

대표도 - 도2



(72) 발명자
김세화
대전광역시 유성구 대덕대로578번길 26-16

백경민
대전광역시 유성구 엑스포로 448 107동 205호 (전
민동, 엑스포아파트)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 16102029
부처명 미래창조과학부
연구관리전문기관 한국기계연구원
연구사업명 글로벌프런티어 사업
연구과제명 극한물성시스템 기반 의료 융합 측정 기술개발
기 여 율 1/1
주관기관 한국표준과학연구원
연구기간 2016.07.01 ~ 2017.04.30

명세서

청구범위

청구항 1

초음파 트랜스 듀서에 있어서,

중앙개구부가 형성되며, 초음파를 가진 시키는 초음파 가진기;

상기 초음파 가진기로부터 초음파를 입사받고, 입사되는 초음파를 초점부근에서 집속시키며, 중앙개구부가 형성되며, 중심점을 기준으로 동심원 형상으로 배치되는 복수의 동심원 영역을 갖고, 상기 동심원 영역은 중심점부터 반경방향으로, 입사되는 음파를 차음시키는 차음영역과, 음파를 투과시키는 투과영역이 교차되며 형성되는 음향렌즈; 및

일측 끝단부가 상기 초음파 가진기의 중앙개구부와, 상기 음향렌즈의 중앙개구부에 위치되어, 반사된 초음파 신호를 수신하는 초음파 수신부를 포함하는 것을 특징으로 하는 바늘형 초음파 수신기가 적용된 집속 초음파 트랜스듀서.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 초음파 가진기는 압전소자와, 상기 압전소자를 진동시키기 위해 전압을 인가받는 전극층을 포함하여 구성되는 것을 특징으로 하는 바늘형 초음파 수신기가 적용된 집속 초음파 트랜스듀서.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 음향렌즈는 양면이 평평한 면으로 구성되며 두께가 일정한 판형태이고, 상기 동심원 영역 내 복수의 차음영역과 투과영역 각각의 반경은, 설정된 음향렌즈의 초점거리와, 설정된 음파의 주파수로부터 결정되는 전달매질에서의 파장을 기반으로 연산되는 것을 특징으로 하는 바늘형 초음파 수신기가 적용된 집속 초음파 트랜스듀서.

청구항 4

제 3항에 있어서,

상기 동심원 영역 내 복수의 차음영역과 투과영역 각각의 반경은 이하의 수학식 1에 의해 연산되는 것을 특징으로 하는 바늘형 초음파 수신기가 적용된 집속 초음파 트랜스듀서:

[수학식 1]

$$b_m^2 = m\lambda \left(F + \frac{m\lambda}{4} \right)$$

[수학식 2]

$$F = \frac{R_a^2}{m\lambda} - \frac{m\lambda}{4}$$

수학식 1에서, m은 중심점부터 반경방향으로 순차적인 상기 동심원 영역의 인덱스이고, λ는 전달매질에서의 음

파 파장이고, F 는 음향렌즈의 초점거리이고,

R_a 는 음향렌즈의 반경이고, λ 는 전달매질에서의 음파 파장이고, m 은 음향렌즈 내의 동심원 영역의 개수이다.

청구항 5

제 4항에 있어서,

상기 투과영역을 구성하는 투과물질은 유리 및 고무 중 적어도 어느 하나이고,

상기 차음영역을 구성하는 차음물질은 공기 또는, 음파의 산란과정을 유도하는 복합재와 음파의 산란과정에서 흡음재의 바탕을 메우는 매트릭스 재료(matrix material) 갖는 흡음재인 것을 특징으로 하는 바늘형 초음파 수신기가 적용된 집속 초음파 트랜스듀서.

청구항 6

집속 초음파 트랜스듀서에 있어서,

중앙개구부가 형성되며, 초음파를 가진 시키는 초음파 가진기;

상기 초음파 가진기의 일면에 구비되며, 중앙개구부가 형성된 제1전극층;

중앙개구부가 형성되고, 상기 초음파 가진기의 타면에 구비되며, 중심점을 기준으로 동심원 형상으로 배치되는 복수의 동심원 영역을 갖고, 상기 동심원 영역은 중심점부터 반경방향으로 서로 특정간격 이격된 다수의 동심원 전극과, 상기 동심원 전극 사이 각각의 이격영역이 교차형성되는 제2전극층; 및

일측 끝단부가 상기 초음파 가진기의 중앙개구부와, 상기 제1전극층과 제2전극층의 중앙개구부에 위치되어, 반사된 초음파 신호를 수신하는 초음파 수신부를 포함하는 것을 특징으로 하는 바늘형 초음파 수신기가 적용된 집속 초음파 트랜스듀서.

청구항 7

제 1항 또는 제 6항에 있어서,

상기 초음파 수신부는 하이드로폰으로 구성되는 것을 특징으로 하는 바늘형 초음파 수신기가 적용된 집속 초음파 트랜스듀서.

청구항 8

제 7항에 있어서,

상기 하이드로폰의 일측 끝단부는 일측으로 점진적으로 직경이 감소되는 바늘형 하이드로폰인 것을 특징으로 하는 바늘형 초음파 수신기가 적용된 집속 초음파 트랜스듀서.

청구항 9

제 6항에 있어서,

상기 초음파 가진기는 압전소자로 구성되고,

상기 다수의 동심원 전극 중 적어도 어느 하나에 전압을 인가하는 전압인가부; 및

설정된 초점거리를 갖도록, 선택된 다수의 동심원 전극에 전압을 인가하도록 상기 전압인가부를 제어하는 제어부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 바늘형 초음파 수신기가 적용된 집속 초음파 트랜스듀서.

청구항 10

제 9항에 있어서,

전압이 인가될 상기 동심원 전극의 선택은,

설정된 초점거리와, 설정된 음파의 주파수로부터 결정되는 전달매질에서의 파장을 기반으로 연산된 동심원 영역의 반경에 기반하는 것을 특징으로 하는 바늘형 초음파 수신기가 적용된 집속 초음파 트랜스듀서.

청구항 11

제 10항에 있어서,

상기 동심원 영역 내 복수의 동심원 전극과 이격영역 각각의 반경은 이하의 수학식 1에 의해 연산되며, 제어부는 연산된 상기 동심원 영역 내 복수의 동심원 전극과 이격영역 각각의 반경에 부합되도록 전압이 인가될 동심원 전극을 선택하는 것을 특징으로 하는 바늘형 초음파 수신기가 적용된 집속 초음파 트랜스듀서:

[수학식 1]

$$b_m^2 = m\lambda(F + \frac{m\lambda}{4})$$

[수학식 2]

$$F = \frac{R_a^2}{m\lambda} - \frac{m\lambda}{4}$$

수학식 1에서, m은 중심점부터 반경방향으로 순차적인 상기 동심원 영역의 인덱스이고, λ는 전달매질에서의 음파 파장이고, F는 초점거리이고,

수학식 2에서, Ra는 선택된 동심원 전극 중 최외곽 동심원 전극의 반경이고, λ는 전달매질에서의 음파 파장이고, F는 초점거리이고, m은 선택된 동심원 영역의 개수이다.

청구항 12

제 1항 또는 제 6항에 있어서,

내부 상단 일측에 상기 초음파 가진기가 장착되는 하우징; 및

상기 하우징 내부에 구비되는 초음파 흡수물질을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 바늘형 초음파 수신기가 적용된 집속 초음파 트랜스듀서.

청구항 13

제 1항에 따른 집속 초음파 트랜스듀서에 구비되는 음향렌즈를 설계하는 방법에 있어서,

원하는 초음파 주파수와, 원하는 초점거리를 결정하는 단계;

전달매질 내에서의 초음파 파장을 연산하는 단계;

상기 초음파 파장과, 상기 초점거리를 기반으로, 동심원 영역 내 복수의 차음영역과 투과영역 각각의 반경을 연산하는 단계;

제작된 상기 음향렌즈의 반경을 초음파 가진기의 반경 내에서 결정하고, 상기 동심원 영역의 개수가 결정되는 단계; 및

상기 동심원 영역의 개수와, 상기 음향렌즈의 반경과, 동심원 영역 내 복수의 차음영역과 투과영역 각각의 반경에 부합되도록 음향렌즈를 제작하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 바늘형 초음파 수신기가 적용된 집속 초음파 트랜스듀서의 음향렌즈 설계방법.

청구항 14

제 13항에 있어서,

상기 반경을 연산하는 단계는,

상기 동심원 영역 내 복수의 차음영역과 투과영역 각각의 반경은 이하의 수학식 1에 의해 연산되는 것을 특징으로 하는 바늘형 초음파 수신기가 적용된 집속 초음파 트랜스듀서의 음향렌즈 설계방법:

[수학식 1]

$$b_m^2 = m\lambda(F + \frac{m\lambda}{4})$$

[수학식 2]

$$F = \frac{R_a^2}{m\lambda} - \frac{m\lambda}{4}$$

수학식 1에서, m은 중심점부터 반경방향으로 순차적인 상기 동심원 영역의 인덱스이고, λ는 전달매질에서의 음파 파장이고, F는 음향렌즈의 초점거리이고,

수학식 2에서, Ra는 음향렌즈의 반경이고, λ는 전달매질에서의 음파 파장이고, m은 음향렌즈 내의 동심원 영역의 개수이다.

청구항 15

제 6항에 따른 집속 초음파 트랜스듀서의 제어방법에 있어서,

원하는 초음파 주파수와, 원하는 초점거리를 결정하는 단계;

전달매질 내에서의 초음파 파장을 연산하는 단계;

상기 초음파 파장과, 상기 초점거리를 기반으로, 상기 동심원 영역 내 복수의 동심원 전극과 이격영역 각각의 반경을 연산하는 단계;

전압을 인가할 동심원 전극 중 최외곽 동심원 전극의 반경을 결정하고, 상기 전압을 인가할 동심원 전극의 개수가 결정되는 단계;

제어부는 연산된 상기 동심원 영역 내 복수의 동심원 전극과 이격영역 각각의 반경에 부합되도록 전압이 인가될 동심원 전극을 선택하는 단계; 및

전압인가부가 선택된 동심원 전극에 전압을 인가하여 초음파 신호가 출력되는 단계; 및

출력된 초음파 신호가 외부객체에 반사되고, 바늘형 하이드로폰으로 구성된 초음파 수신부가 반사된 초음파 신호를 수신하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 바늘형 초음파 수신기가 적용된 집속 초음파 트랜스듀서의 제어방법.

청구항 16

제 15항에 있어서,

상기 반경을 연산하는 단계에서,

상기 동심원 영역 내 복수의 동심원 전극과 이격영역 각각의 반경은 이하의 수학식 1에 의해 연산되는 것을 특

징으로 하는 바늘형 초음파 수신기가 적용된 집속 초음파 트랜스듀서의 제어방법:

[수학식 1]

$$b_m^2 = m\lambda(F + \frac{m\lambda}{4})$$

[수학식 2]

$$F = \frac{R_a^2}{m\lambda} - \frac{m\lambda}{4}$$

수학식 1에서, m은 중심점부터 반경방향으로 순차적인 상기 동심원 영역의 인덱스이고, λ는 전달매질에서의 음파 파장이고, F는 초점거리이고,

수학식 2에서, Ra는 선택된 동심원 전극 중 최외곽 동심원 전극의 반경이고, λ는 전달매질에서의 음파 파장이고, F는 초점거리이고, m은 선택된 동심원 영역의 개수이다.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 바늘형 초음파 수신기가 적용된 집속 초음파 트랜스듀서 및 그 작동방법에 관한 것이다.

배경 기술

- [0002] 초음파 트랜스듀서(ultrasonic transducer)(이하, 초음파 변환기)는 전기적 신호를 초음파 신호로 변환하거나, 반대로 초음파 신호를 전기적 신호로 변환할 수 있는 장치이다.
- [0003] 초음파는 사람이 들을 수 있는 가청 주파수 대역보다 큰 20 kHz를 넘는 주파수를 가지는 음파로서, 인간이 청각을 이용하여 들을 수 없다. 이러한 초음파는 다양한 분야에서 널리 활용되며 우리 삶에 많은 영역에서 편의를 제공해주고 있다.
- [0004] 예를 들어, 의료 영상 진단 기기에 사용될 수 있는데, 비침습적(non-invasive)으로 신체의 조직이나 기관의 사진이나 영상을 얻을 수 있는 장점이 있다.
- [0005] 또한, 초음파 트랜스듀서는 외부 객체의 감지를 위하여 활용될 수도 있다. 즉, 초음파 변환기를 이용하여 초음파 신호를 출력한 후, 출력된 초음파 신호가 외부 객체에 반사되어 되돌아오는 경우 이를 수신하여 초음파 신호가 되돌아오는 데 걸리는 시간을 측정할 수 있다. 상기 측정된 시간을 이용하여 외부 객체의 존재 및 상기 외부 객체까지의 거리를 계산할 수 있다.
- [0006] 현재 일반적으로 많이 사용되고 있는 초음파 트랜스듀서는 자기장(magnetic field)을 이용하는 방식, 전기장을 이용하는 방식, 압전(piezoelectric) 물질을 이용하는 방식 세 가지가 있다.
- [0007] 이들 중 압전 물질을 이용하는 방식은 높은 주파수 대역(초음파 대역)에서 소형화에 비교적 유리하고 내구성도 뛰어나서 많이 사용되어 있다.
- [0008] 압전 효과란 역학적인 진동이 가해졌을 때에 결정체(crystal)에 전위차가 발생하는 현상을 말한다. 이와 반대로 결정체에 전기장을 걸어주었을 때에 역학적인 진동이 발생하는 현상을 포함한다.
- [0009] 따라서, 압전소자를 이용한 초음파 트랜스듀서는 압전소자에 전기장을 인가하여 압전소자에서 발생하는 진동에 의해 초음파를 발생시키게 된다.
- [0010] 압전소자를 이루는 재료는 로셀염(Rochelle salt)과 수정(quartz)은 단결정(single crystal)이고, 타이타늄산 바륨(Barium titanate, BaTiO3)과 Lead titanate(PbTiO3), Lead zirconate system(PbZrO3) 등은 복결정(multi-crystal)이다.
- [0011] 이러한 압전 특성을 이용하면 초음파 발생용 변환기, 수신용 변환기, 발신/수신 겸용 변환기를 만들 수 있다.
- [0012] 한편, 초음파 변환기를 외부 객체의 감지나 장애인용 시각 보조장치 등에 사용하는 경우, 일반적으로 출력되는 초음파 신호의 지향성은 크게 상관없이, 초음파 신호의 수신 시에는 높은 지향성을 갖는 것이 요구된다.

- [0013] 또한, 집속 초음파 트랜스듀서는 초음파 가진기에서 가진되는 초음파를 초점부근으로 집속시키기 위하여 음향렌즈를 포함하여 구성되게 된다.
- [0014] 도 1은 종래 구면형 음향렌즈(2)가 적용된 초음파 트랜스듀서(1)의 단면도를 도시한 것이다. 도 1에 도시된 바와 같이, 초음파 가진기(10)는 초음파를 가진하여 음향렌즈(2) 측으로 초음파를 입사시키게 되고, 입사되는 초음파는 음향렌즈(2)에 의해 초점 부근으로 집속되게 된다.
- [0015] 이러한 종래 음향렌즈(2)의 초음파 출사면은 입사면 측으로 오목한 일정 반경곡률을 갖는 오목면으로 구성됨을 알 수 있다. 그러나, 이러한 종래 구면형 음향렌즈(2)의 경우, 음향렌즈를 구성하는 재료의 임피던스가 초음파 가진기(10) 재료의 임피던스보다는 작고, 전달물질의 임피던스보다는 크게 되어야 하므로 선택될 수 있는 재료가 제한적인 문제점이 존재하였다.
- [0016] 또한, 종래 구면형 음향렌즈(2)는 곡률반경의 영향으로 두께가 두꺼워질 수 밖에 없어 경량화, 소형화에 불리하다는 문제점이 존재하였다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0017] (특허문헌 0001) 대한민국 공개특허 제10-2012-0004896호
- (특허문헌 0002) 대한민국 공개특허 제10-2003-0082303호
- (특허문헌 0003) 대한민국 공개특허 제10-2015-0096401호
- (특허문헌 0004) 대한민국 공개특허 제10-2015-0091373호

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0018] 따라서 본 발명은 상기와 같은 종래의 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 본 발명의 일실시예에 따르면, 초음파 가진기의 중앙부분에 개구부를 형성하고, 이러한 개구부에 초음파 수신을 위한 바늘형(Needle type) 하이드로폰을 집적하여 출력과, 수신효율을 향상시킬 수 있는 바늘형 초음파 수신기가 적용된 집속 초음파 트랜스듀서를 제공하는데 그 목적이 있다.
- [0019] 또한, 본 발명의 일실시예 따르면, 투과영역과 차음영역이 교차되는 다수의 동심원 영역 각각의 반경 치수를 신속하고 효율적으로 설계할 수 있는 프레넬 존 플레이트(fresnel zone plate, FZP) 원리를 이용한 음향렌즈를 적용하고, 이러한 음향렌즈의 중앙부분은 초음파 에너지 발신과 수신에 사용되지 않기 때문에, 중앙 부분에 개구부를 형성하고, 이러한 개구부에 초음파 수신을 위한 바늘형(Needle type) 하이드로폰을 집적하여 출력과, 수신효율을 향상시킬 수 있는 바늘형 초음파 수신기가 적용된 집속 초음파 트랜스듀서를 제공하는데 그 목적이 있다.
- [0020] 또한, 본 발명의 또 다른 실시예 따르면, 별도의 음향 렌즈없이 전극을 프레넬 존 플레이트 치수로 패터닝하여 선택적으로 초음파를 송수신할 수 있는 동심원 전극을 적용한 집속 초음파 트랜스듀서를 적용하고, 중앙 부분에 개구부를 형성하고, 이러한 개구부에 초음파 수신을 위한 바늘형(Needle type) 하이드로폰을 집적하여 출력과, 수신효율을 향상시킬 수 있는 바늘형 초음파 수신기가 적용된 집속 초음파 트랜스듀서를 제공하는데 그 목적이 있다.
- [0021] 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 초음파 트랜스듀서의 동심원 전극을 촘촘하게 제작하여, 전압이 인가되는 유효전극(Effective electrode)의 개수, 면적을 선택, 조절하여 하나의 집속 초음파 트랜스듀서에서 다양한 초점 거리, 빔 직경을 자유롭게 구현, 조절할 수 있는 바늘형 초음파 수신기가 적용된 집속 초음파 트랜스듀서의 제어방법을 제공하는데 그 목적이 있다.
- [0022] 한편, 본 발명에서 이루고자 하는 기술적 과제들은 이상에서 언급한 기술적 과제들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제의 해결 수단

[0023] 본 발명의 제1목적은, 초음파 트랜스 듀서에 있어서, 중앙개구부가 형성되며, 초음파를 가진 시키는 초음파 가진기; 상기 초음파 가진기로부터 초음파를 입사받고, 입사되는 초음파를 초점부근에서 집속시키며, 중앙개구부가 형성되며, 중심점을 기준으로 동심원 형상으로 배치되는 복수의 동심원 영역을 갖고, 상기 동심원 영역은 중심점부터 반경방향으로, 입사되는 음파를 차음시키는 차음영역과, 음파를 투과시키는 투과영역이 교차되며 형성되는 음향렌즈; 및 일측 끝단부가 상기 초음파 가진기의 중앙개구부와, 상기 음향렌즈의 중앙개구부에 위치되어, 반사된 초음파 신호를 수신하는 초음파 수신부를 포함하는 것을 특징으로 하는 바늘형 초음파 수신기가 적용된 집속 초음파 트랜스듀서로서 달성될 수 있다.

[0024] 그리고, 상기 초음파 가진기는 압전소자와, 상기 압전소자를 진동시키기 위해 전압을 인가받는 전극층을 포함하여 구성되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0025] 또한, 상기 음향렌즈는 양면이 평평한 면으로 구성되며 두께가 일정한 판형태이고, 상기 동심원 영역 내 복수의 차음영역과 투과영역 각각의 반경은, 설정된 음향렌즈의 초점거리와, 설정된 음파의 주파수로부터 결정되는 전달매질에서의 파장을 기반으로 연산되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0026] 그리고, 상기 동심원 영역 내 복수의 차음영역과 투과영역 각각의 반경은 이하의 수학식 1, 수학식 2에 의해 연산되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0027] [수학식 1]

$$b_m^2 = m\lambda(F + \frac{m\lambda}{4})$$

[0028]

[0029] [수학식 2]

$$F = \frac{R_a^2}{m\lambda} - \frac{m\lambda}{4}$$

[0030]

[0031] 수학식 1에서, m은 중심점부터 반경방향으로 순차적인 상기 동심원 영역의 인덱스이고, λ는 전달매질에서의 음파 파장이고, F는 음향렌즈의 초점거리이고,

[0032] 수학식 2에서, Ra는 음향렌즈의 반경이고, λ는 전달매질에서의 음파 파장이고, m은 음향렌즈 내의 동심원 영역의 개수이다.

[0033] 또한, 상기 투과영역을 구성하는 투과물질은 유리 및 고무 중 적어도 어느 하나이고, 상기 차음영역을 구성하는 차음물질은 공기 또는, 음파의 산란과정을 유도하는 복합재와 음파의 산란과정에서 흡음재의 바탕을 메우는 매트릭스 재료(matrix material) 갖는 흡음재인 것을 특징으로 할 수 있다.

[0034] 본 발명의 제2목적은, 집속 초음파 트랜스듀서에 있어서, 중앙개구부가 형성되며, 초음파를 가진 시키는 초음파 가진기; 상기 초음파 가진기의 일면에 구비되며, 중앙개구부가 형성된 제1전극층; 중앙개구부가 형성되고, 상기 초음파 가진기의 타면에 구비되며, 중심점을 기준으로 동심원 형상으로 배치되는 복수의 동심원 영역을 갖고, 상기 동심원 영역은 중심점부터 반경방향으로 서로 특정간격 이격된 다수의 동심원 전극과, 상기 동심원 전극 사이 각각의 이격영역이 교차형성되는 제2전극층; 및 상기 일측 끝단부가 상기 초음파 가진기의 중앙개구부와, 상기 제1전극층과 제2전극층의 중앙개구부에 위치되어, 반사된 초음파 신호를 수신하는 초음파 수신부를 포함하는 것을 특징으로 하는 바늘형 초음파 수신기가 적용된 집속 초음파 트랜스듀서로서 달성될 수 있다.

[0035] 본 발명의 제1,2목적에 있어서, 초음파 수신부는 하이드로폰으로 구성되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0036] 본 발명의 제1,2목적에 있어서, 하이드로폰의 일측 끝단부는 일측으로 점진적으로 직경이 감소되는 바늘형 하이드로폰인 것을 특징으로 할 수 있다.

[0037] 본 발명의 제2목적에 있어서, 상기 초음파 가진기는 압전소자로 구성되고, 상기 다수의 동심원 전극 중 적어도 어느 하나에 전압을 인가하는 전압인가부; 및 설정된 초점거리를 갖도록, 선택된 다수의 동심원 전극에 전압을 인가하도록 상기 전압인가부를 제어하는 제어부를 더 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0038] 그리고, 제2목적에 있어서, 전압이 인가될 상기 동심원 전극의 선택은, 설정된 초점거리와, 설정된 음파의 주파수로부터 결정되는 전달매질에서의 파장을 기반으로 연산된 동심원 영역의 반경에 기반하는 것을 특징으로 할

수 있다.

[0039] 그리고, 제2목적에 있어서, 상기 동심원 영역 내 복수의 동심원 전극과 이격영역 각각의 반경은 이하의 수학식 1, 2에 의해 연산되며, 제어부는 연산된 상기 동심원 영역 내 복수의 동심원 전극과 이격영역 각각의 반경에 포함되도록 전압이 인가될 동심원 전극을 선택하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0040] [수학식 1]

$$b_m^2 = m\lambda(F + \frac{m\lambda}{4})$$

[0041]

[수학식 2]

$$F = \frac{R_a^2}{m\lambda} - \frac{m\lambda}{4}$$

[0043]

[0044] 수학식 1에서, m은 중심점부터 반경방향으로 순차적인 상기 동심원 영역의 인덱스이고, λ는 전달매질에서의 음파 파장이고, F는 초점거리이고,

[0045] 수학식 2에서, Ra는 선택된 동심원 전극 중 최외곽 동심원 전극의 반경이고, λ는 전달매질에서의 음파 파장이고, F는 초점거리이고, m은 선택된 동심원 영역의 개수이다.

[0046] 그리고, 제1, 2목적에 있어서, 내부 상단 일측에 상기 초음파 가진기가 장착되는 하우징; 및 상기 하우징 내부에 구비되는 초음파 흡수물질을 더 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0047] 본 발명의 제3목적은, 앞서 언급한 제 1목적에 따른 집속 초음파 트랜스듀서에 구비되는 음향렌즈를 설계하는 방법에 있어서, 원하는 초음파 주파수와, 원하는 초점거리를 결정하는 단계; 전달매질 내에서의 초음파 파장을 연산하는 단계; 상기 초음파 파장과, 상기 초점거리를 기반으로, 동심원 영역 내 복수의 차음영역과 투과영역 각각의 반경을 연산하는 단계; 제작된 상기 음향렌즈의 반경을 초음파 가진기의 반경 내에서 결정하고, 상기 동심원 영역의 개수가 결정되는 단계; 및 상기 동심원 영역의 개수와, 상기 음향렌즈의 반경과, 동심원 영역 내 복수의 차음영역과 투과영역 각각의 반경에 포함되도록 음향렌즈를 제작하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 바늘형 초음파 수신기가 적용된 집속 초음파 트랜스듀서의 음향렌즈 설계방법으로서 달성될 수 있다.

[0048] 본 발명의 제3목적에 있어서, 상기 반경을 연산하는 단계는, 상기 동심원 영역 내 복수의 차음영역과 투과영역 각각의 반경은 이하의 수학식 1,2에 의해 연산되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0049] [수학식 1]

$$b_m^2 = m\lambda(F + \frac{m\lambda}{4})$$

[0050]

[수학식 2]

$$F = \frac{R_a^2}{m\lambda} - \frac{m\lambda}{4}$$

[0052]

[0053] 수학식 1에서, m은 중심점부터 반경방향으로 순차적인 상기 동심원 영역의 인덱스이고, λ는 전달매질에서의 음파 파장이고, F는 음향렌즈의 초점거리이고,

[0054] 수학식 2에서, Ra는 음향렌즈의 반경이고, λ는 전달매질에서의 음파 파장이고, m은 음향렌즈 내의 동심원 영역의 개수이다.

[0055] 본 발명의 제4목적은 앞서 언급한 제 2목적에 따른 집속 초음파 트랜스듀서의 제어방법에 있어서, 원하는 초음파 주파수와, 원하는 초점거리를 결정하는 단계; 전달매질 내에서의 초음파 파장을 연산하는 단계; 상기 초음파 파장과, 상기 초점거리를 기반으로, 상기 동심원 영역 내 복수의 동심원 전극과 이격영역 각각의 반경을 연산하는 단계; 전압을 인가할 동심원 전극 중 최외곽 동심원 전극의 반경을 결정하고, 상기 전압을 인가할 동심원 전극의 개수가 결정되는 단계; 제어부는 연산된 상기 동심원 영역 내 복수의 동심원 전극과 이격영역 각각의 반경에 포함되도록 전압이 인가될 동심원 전극을 선택하는 단계; 및 전압인가부가 선택된 동심원 전극에 전압을 인가하여 초음파 신호가 출력되는 단계; 및 출력된 초음파 신호가 외부객체에 반사되고, 바늘형 하이드로폰으로

구성된 초음파 수신부가 반사된 초음파 신호를 수신하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 바늘형 초음파 수신기가 적용된 집속 초음파 트랜스듀서의 제어방법으로서 달성될 수 있다.

[0056] 본 발명의 제4목적에 있어서, 상기 반경을 연산하는 단계에서, 상기 동심원 영역 내 복수의 동심원 전극과 이격 영역 각각의 반경은 이하의 수학식 1에 의해 연산되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0057] [수학식 1]

$$b_m^2 = m\lambda(F + \frac{m\lambda}{4})$$

[0058]

[0059] [수학식 2]

$$F = \frac{R_a^2}{m\lambda} - \frac{m\lambda}{4}$$

[0060]

[0061] 수학식 1에서, m은 중심점부터 반경방향으로 순차적인 상기 동심원 영역의 인덱스이고, λ는 전달매질에서의 음파 파장이고, F는 초점거리이고,

[0062] 수학식 2에서, Ra는 선택된 동심원 전극 중 최외곽 동심원 전극의 반경이고, λ는 전달매질에서의 음파 파장이고, F는 초점거리이고, m은 선택된 동심원 영역의 개수이다.

발명의 효과

[0063] 본 발명의 일실시예에 따르면, 초음파 가진기의 중앙부분에 개구부를 형성하고, 이러한 개구부에 초음파 수신을 위한 바늘형(Needle type) 하이드로폰을 집적하여 출력과, 수신효율을 향상시킬 수 있는 효과를 갖는다.

[0064] 또한, 본 발명의 일실시예에 따르면, 투과영역과 차음영역이 교차되는 다수의 동심원 영역 각각의 반경 치수를 신속하고 효율적으로 설계할 수 있는 프레넬 존 플레이트(fresnel zone plate, FZP) 원리를 이용한 음향렌즈를 적용하고, 이러한 음향렌즈의 중앙부분은 초음파 에너지 발신과 수신에 사용되지 않기 때문에, 중앙 부분에 개구부를 형성하고, 이러한 개구부에 초음파 수신을 위한 바늘형(Needle type) 하이드로폰을 집적하여 출력과, 수신효율을 향상시킬 수 있는 효과를 갖는다.

[0065] 또한, 본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 별도의 음향 렌즈없이 전극을 프레넬 존 플레이트 치수로 패터닝하여 선택적으로 초음파를 송수신할 수 있는 동심원 전극을 적용한 집속 초음파 트랜스듀서를 적용하고, 중앙 부분에 개구부를 형성하고, 이러한 개구부에 초음파 수신을 위한 바늘형(Needle type) 하이드로폰을 집적하여 출력과, 수신효율을 향상시킬 수 있는 효과를 갖는다.

[0066] 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 초음파 트랜스듀서의 동심원 전극을 촘촘하게 제작하여, 전압이 인가되는 유효전극(Effective electrode)의 개수, 면적을 선택, 조절하여 하나의 집속 초음파 트랜스듀서에서 다양한 초점거리, 빔 직경을 자유롭게 구현, 조절할 수 있는 효과를 갖는다.

[0067] 한편, 본 발명에서 얻을 수 있는 효과는 이상에서 언급한 효과들로 제한되지 않으며, 언급하지 않은 또 다른 효과들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

도면의 간단한 설명

[0068] 본 명세서에 첨부되는 다음의 도면들은 본 발명의 바람직한 일실시예를 예시하는 것이며, 발명의 상세한 설명과 함께 본 발명의 기술적 사상을 더욱 이해시키는 역할을 하는 것이므로, 본 발명은 그러한 도면에 기재된 사항에만 한정되어 해석되어서는 아니 된다.

- 도 1은 종래 구면형 음향렌즈가 적용된 초음파 트랜스듀서의 단면도,
- 도 2는 본 발명의 제1실시예에 따른 바늘형 초음파 수신기가 적용된 집속 초음파 트랜스듀서의 단면 사시도,
- 도 3은 본 발명의 제1실시예에 따른 바늘형 초음파 수신기가 적용된 집속 초음파 트랜스듀서의 음향렌즈의 평면도,
- 도 4는 본 발명의 제1실시예에 따른 바늘형 초음파 수신기가 적용된 집속 초음파 트랜스듀서의 부분 단면도,

- 도 5는 본 발명의 제1실시예에 따른 프레넬 존 플레이트 원리를 이용한 음향렌즈의 집속원리를 설명한 모식도,
- 도 6은 본 발명의 제1실시예인 음향렌즈 설계방법에 따른 주파수별 동심원 영역 개수에 대한 초점거리 그래프,
- 도 7은 본 발명의 제1실시예인 음향렌즈 설계방법에 따른 주파수별 동심원 영역 개수에 대한 음향렌즈의 반경 그래프,
- 도 8은 본 발명의 제1실시예에 따른 음향렌즈의 설계방법의 흐름도,
- 도 9는 본 발명의 제1실시예인 음향렌즈 설계방법에 따른 초점거리가 30mm일 때, 주파수별, 동심원 영역 각각의 반경 수치표,
- 도 10은 본 발명의 제2실시예에 따른 바늘형 초음파 수신기가 적용된 집속 초음파 트랜스듀서의 단면 사시도,
- 도 11 및 도 12는 본 발명의 제2실시예에 따른 바늘형 초음파 수신기가 적용된 집속 초음파 트랜스듀서의 부분 단면도,
- 도 13은 본 발명의 제2실시예에 따른 바늘형 초음파 수신기가 적용된 집속 초음파 트랜스듀서의 제어방법의 흐름도를 도시한 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0069] 이상의 본 발명의 목적들, 다른 목적들, 특징들 및 이점들은 첨부된 도면과 관련된 이하의 바람직한 실시예들을 통해서 쉽게 이해될 것이다. 그러나 본 발명은 여기서 설명되는 실시예들에 한정되지 않고 다른 형태로 구체화될 수도 있다. 오히려, 여기서 소개되는 실시예들은 개시된 내용이 철저하고 완전해질 수 있도록 그리고 통상의 기술자에게 본 발명의 사상이 충분히 전달될 수 있도록 하기 위해 제공되는 것이다.
- [0070] 본 명세서에서, 어떤 구성요소가 다른 구성요소 상에 있다고 언급되는 경우에 그것은 다른 구성요소 상에 직접 형성될 수 있거나 또는 그들 사이에 제 3의 구성요소가 개재될 수도 있다는 것을 의미한다. 또한 도면들에 있어서, 구성요소들의 두께는 기술적 내용의 효과적인 설명을 위해 과장된 것이다.
- [0071] 본 명세서에서 기술하는 실시예들은 본 발명의 이상적인 예시도인 단면도 및/또는 평면도들을 참고하여 설명될 것이다. 도면들에 있어서, 막 및 영역들의 두께는 기술적 내용의 효과적인 설명을 위해 과장된 것이다. 따라서 제조 기술 및/또는 허용 오차 등에 의해 예시도의 형태가 변형될 수 있다. 따라서 본 발명의 실시예들은 도시된 특정 형태로 제한되는 것이 아니라 제조 공정에 따라 생성되는 형태의 변화도 포함하는 것이다. 예를 들면, 직각으로 도시된 영역은 라운드지거나 소정 곡률을 가지는 형태일 수 있다. 따라서 도면에서 예시된 영역들은 속성을 가지며, 도면에서 예시된 영역들의 모양은 소자의 영역의 특정 형태를 예시하기 위한 것이며 발명의 범주를 제한하기 위한 것이 아니다. 본 명세서의 다양한 실시예들에서 제1, 제2 등의 용어가 다양한 구성요소들을 기술하기 위해서 사용되었지만, 이들 구성요소들이 이 같은 용어들에 의해서 한정되어서는 안 된다. 이들 용어들은 단지 어느 구성요소를 다른 구성요소와 구별시키기 위해서 사용되었을 뿐이다. 여기에 설명되고 예시되는 실시예들은 그것의 상보적인 실시예들도 포함한다.
- [0072] 본 명세서에서 사용된 용어는 실시예들을 설명하기 위한 것이며 본 발명을 제한하고자 하는 것은 아니다. 본 명세서에서, 단수형은 문구에서 특별히 언급하지 않는 한 복수형도 포함한다. 명세서에서 사용되는 '포함한다 (comprises)' 및/또는 '포함하는 (comprising)'은 언급된 구성요소는 하나 이상의 다른 구성요소의 존재 또는 추가를 배제하지 않는다.
- [0073] 아래의 특정 실시예들을 기술하는데 있어서, 여러 가지의 특정적인 내용들은 발명을 더 구체적으로 설명하고 이해를 돕기 위해 작성되었다. 하지만 본 발명을 이해할 수 있을 정도로 이 분야의 지식을 갖고 있는 독자는 이러한 여러 가지의 특정적인 내용들이 없어도 사용될 수 있다는 것을 인지할 수 있다. 어떤 경우에는, 발명을 기술하는 데 있어서 흔히 알려졌으면서 발명과 크게 관련 없는 부분들은 본 발명을 설명하는데 있어 별 이유 없이 혼돈이 오는 것을 막기 위해 기술하지 않음을 미리 언급해 둔다.
- [0075] 이하에서는 본 발명의 제1실시예에 따른 바늘형 초음파 수신기가 적용된 집속 초음파 트랜스듀서의 구성 및 기능에 대해 설명하도록 한다. 먼저, 도 2는 본 발명의 제1실시예에 따른 바늘형 초음파 수신기가 적용된 집속 초음파 트랜스듀서의 단면 사시도를 도시한 것이다. 그리고, 도 3은 본 발명의 제1실시예에 따른 바늘형 초음파 수신기가 적용된 집속 초음파 트랜스듀서의 음향렌즈(30)의 평면도를 도시한 것이고, 도 4는 본 발명의 제1실시예에 따른 바늘형 초음파 수신기가 적용된 집속 초음파 트랜스듀서의 부분 단면도를 도시한 것이고, 도 5는 본

발명의 제1실시예에 따른 프레넬 존 플레이트 원리를 이용한 음향렌즈(30)의 집속원리를 설명한 모식도를 도시한 것이다.

- [0076] 도 2에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제1실시예에 따른 바늘형 초음파 수신기가 적용된 집속 초음파 트랜스듀서는 초음파가진기(10)와, 음향렌즈(30), 초음파수신기, 하우징(50) 등을 포함하여 구성됨을 알 수 있다.
- [0077] 초음파 가진기(10)는 도 2 및 도 4에 도시된 바와 같이, 압전소자와 압전소자를 진동시키기 위해 전압을 인가받는 전극층(20)을 포함하여 초음파를 가진시키며, 중앙에 중앙개구부(21)가 형성됨을 알 수 있다.
- [0078] 또한, 이러한 초음파 가진기(10)의 일면에는 프레넬 존 플레이트 원리를 이용한 음향렌즈(30)가 구비되게 된다. 이러한 음향렌즈(30)는 도 2 내지 도 4에 도시된 바와 같이, 초음파 가진기(10)로부터 초음파를 입사받고, 입사되는 초음파를 초점부근에서 집속시키며, 중앙개구부(31)가 형성되며, 중심점을 기준으로 동심원 형상으로 배치되는 복수의 동심원 영역을 갖고, 동심원 영역은 중심점부터 반경방향으로, 입사되는 음파를 차음시키는 차음영역(32)과, 음파를 투과시키는 투과영역이 교차되며 형성됨을 알 수 있다.
- [0079] 그리고, 초음파수신부(40)는 도 2 및 도 4에 도시된 바와 같이, 일측 끝단부(41)가 초음파 가진기(10)의 중앙개구부(11)와, 음향렌즈(30)의 중앙개구부(31)에 위치되어, 반사된 초음파 신호를 수신하게 된다.
- [0080] 이러한 초음파 수신부(40)는 하이드로폰으로 구성되며, 하이드로폰의 일측 끝단부(41)는 일측으로 점진적으로 직경이 감소되는 바늘형 하이드로폰 형태로 구성됨이 바람직하다.
- [0081] 즉, 프레넬 존 플레이트(FZP) 물질을 사용한 음향렌즈(30)를 적용하면 초음파 에너지가 FZP 물질을 통과하기 때문에 수신감도가 낮아지는 문제가 존재하고, 이러한 문제점을 해결하기 위하여 본 발명에서는 초음파 에너지 발신과 수신에 사용되지 않는 중앙부분에 개구부(11,31)를 형성시키고, 이러한 개구부(11,31)에 초음파 수신을 위한 바늘형 하이드로폰(40)을 집적하여, 출력과, 수신효율을 향상시킬 수 있게 된다.
- [0082] 또한, 본 발명의 제1실시예에 따른 집속 초음파 트랜스듀서에 적용되는 프레넬 존 플레이트 원리를 이용한 음향렌즈(30)는, 종래와 구면형 음향렌즈와 달리 두께가 일정하며 입사면과 출사면이 모두 평면으로 구성된 향상을 가지게 되므로, 소형화와 경량화가 가능해 진다.
- [0083] 또한, 후에 상세하게 설명되는 바와 같이, 원하는 초점에서 초음파가 효율적으로 집속될 수 있는 동심원 영역 내 복수의 차음영역(32)과 투과영역(33) 각각의 반경 치수는, 설정된 음향렌즈(30)의 초점거리와, 설정된 음파의 주파수로부터 결정되는 전달매질에서의 파장을 기반으로 계산되어 질 수 있다.
- [0084] 또한, 투과영역(33)을 구성하는 투과물질은 유리, 고무 등이 될 수 있으며, 초음파를 투과시킬 수 있는 물질이라면 그 재질에 제한은 없다. 또한, 차음영역(32)을 구성하는 차음물질은 공기 등에 해당하며, 음파의 산란과정을 유도하는 복합재와 음파의 산란과정에서 흡음재의 바탕을 매우는 매트릭스 재료(matrix material) 갖는 흡음재로 구성될 수도 있다.
- [0085] 또한, 하우징(50)은 도 2에 도시된 바와 같이, 내부 상단 일측에 초음파 가진기(10)가 장착되게 되고, 이러한 하우징(50) 내부에는 초음파 흡수물질(51)이 구비되게 됨을 알 수 있다.
- [0086] 이하에서는 본 발명의 제1실시예에 따른 집속 초음파 트랜스듀서에 적용되는 프레넬 존 플레이트 원리를 이용한 음향렌즈(30)의 설계방법에 대해 설명하도록 한다. 도 6은 본 발명의 제1실시예에 따른 음향렌즈(30) 설계방법에 따른 주파수별 동심원 영역 개수에 대한 초점거리 그래프를 도시한 것이다. 그리고, 도 7은 본 발명의 제1실시예인 음향렌즈(30) 설계방법에 따른 주파수별 동심원 영역 개수에 대한 음향렌즈(30)의 반경 그래프를 도시한 것이다. 또한, 도 8은 본 발명의 제1실시예에 따른 음향렌즈(30)의 설계방법의 흐름도를 도시한 것이다.
- [0087] 이러한 본 발명의 제1실시예에 따른 음향렌즈(30)의 설계방법은, 원하는 초점거리와 초음파 가진기(10)의 주파수에서 최적으로 초점부근에서 초음파를 집속시킬 수 있는 동심원 영역의 개수, 다수의 차음영역(32)과 투과영역(33) 각각의 반경 치수를 설계하게 된다.
- [0088] 먼저, 원하는 초음파 주파수와, 원하는 초점거리를 결정하게 된다(S1). 즉, 원하는 초음파 주파수를 가진시키는 초음파 가진기(10)를 선택하거나 초음파 가진기(10)를 제어하여 원하는 초음파 주파수가 가진되도록 한다. 그리고, 초음파 주파수가 결정되면, 전달매질 내에서의 초음파 파장을 연산하게 된다(S2).
- [0089] 초음파 파장과, 초점거리를 기반으로, 동심원 영역 내 복수의 차음영역(32)과 투과영역(33) 각각의 반경을 연산하게 된다(S3). 동심원 영역 내 복수의 차음영역(32)과 투과영역(33) 각각의 반경은 이하의 수학식 1에 의해 연산되게 된다.

[0090] [수학식 1]

$$b_m^2 = m\lambda(F + \frac{m\lambda}{4})$$

[0091]

[0092] m은 중심점으로부터 반경방향까지의 순차적인 상기 동심원영역 인덱스이고, λ는 전달매질에서의 음파 파장이고, F는 음향렌즈(30)의 초점거리이다.

[0093] 또한, 초점거리와, 음향렌즈(30)의 반경, 전달매질에서의 음파 파장과와의 관계는 이하의 수학식 2로 정의될 수 있다.

[0094] [수학식 2]

$$F = \frac{R_a^2}{m\lambda} - \frac{m\lambda}{4}$$

[0095]

[0096] R_a는 음향렌즈(30)의 반경이고, λ는 전달매질에서의 음파 파장이고, m은 음향렌즈(30) 내의 동심원 영역의 개수이다.

[0097] 또한, 본 발명의 제1실시예에서는 데이터베이스를 포함하여, 초점거리 별로, 초음파 주파수에 대한 순차적인 동심원 영역 각각의 반경을 연산하여 데이터베이스화하여 저장하게 되고, 이러한 데이터를 이용하여, 초점거리와, 초음파 주파수를 결정하면, 신속하게 최적의 인덱스 별 동심원 영역 각각의 반경치수(b₁, b₂, b₃...b_m)을 선택할 수 있게 된다.

[0098] 그리고, 제작된 음향렌즈(30)의 반경을 초음파 가진기(10)의 반경 내에서 결정하면, 동심원 영역의 개수가 결정되게 된다(S4). 이러한 음향렌즈(30)의 반경은 초음파 가진기(10)의 반경 내로 제한되게 된다.

[0099] 그리고, 동심원 영역의 개수와, 상기 음향렌즈(30)의 반경과, 동심원 영역 내 복수의 차음영역(32)과 투과영역(33) 각각의 반경에 부합되도록 음향렌즈(30)를 제작하게 된다(S5).

[0100] 도 9는 본 발명의 제1실시예인 음향렌즈(30) 설계방법에 따른 초점거리가 30mm일 때, 주파수별, 동심원 영역 각각의 반경 수치표를 도시한 것이다. 이러한 기 연산된 데이터가 데이터베이스에 저장되어, 데이터 값을 읽어들이 신속하게 동심원 영역 각각의 반경치수를 설계할 수 있게 된다.

[0101] 즉, 도 9에 도시된 바와 같이, 원하는 초점거리가 30mm이고, 매질 내에서의 속도가 1540m/s일 때, 초음파 주파수가 1.MHz ~ 10MHz 일 때의, 최적의 동심원 영역 각각의 반경치수가 수학식 1에 의해 연산되어 진다.

[0102] 예를 들어, 초점거리가 30mm이고, 초음파 주파수가 1MHz인 경우, 첫번째, 동심원 영역이 차음영역(32)의 반경은 b₁ = 6.8mm이고, 순차적으로 투과영역(33)의 반경은 b₂= 9.7, b₃ = 12.0mm, b₄=13.9mm ... b₁₅ = 28.7mm이 됨을 알 수 있다.

[0103] 그리고, 설계될 음향렌즈(30)의 반경을 예를 들어, 22mm로 할 경우, 1MHz에서 도 9에 도시된 바와 같이, 동심원 영역의 개수는 9개가 되고, 그 9개 각각의 동심원 영역의 반경치수가 결정되게 된다.

[0104] 따라서, 초점거리가 30mm이고, 초음파 주파수가 1MHz이고, 설계할 음향렌즈(30)의 반경이 22mm일 때, 동심원 영역 9개 각각의 반경이 도 9의 표에서 결정된 반경치수가 되도록 음향렌즈(30)를 제작하게 된다.

[0106] 이하에서는 본 발명의 제2실시예에 따른 바늘형 초음파 수신기가 적용된 집속 초음파 트랜스듀서의 구성 및 기능에 대해 설명하도록 한다. 먼저, 도 10은 본 발명의 제2실시예에 따른 바늘형 초음파 수신기가 적용된 집속 초음파 트랜스듀서의 단면 사시도를 도시한 것이다. 도 11은 본 발명의 제2실시예에 따른 바늘형 초음파 수신기가 적용된 집속 초음파 트랜스듀서의 부분단면도를 도시한 것이다.

[0107] 도 10 및 도 11에 도시된 바와 같이, 본 발명의 제2실시예에 따른 바늘형 초음파 수신기가 적용된 집속 초음파 트랜스듀서는 초음파가진기(10), 제1전극층, 제2전극층, 초음파수신부(40), 하우징(50) 등을 포함하여 구성될 수 있다.

[0108] 초음파 가진기(10)는 압전소자로 구성되어 초음파를 가진 시키며, 중앙에 개구부(11)를 형성하고 있다. 제1전극층은 중앙에 개구부(23)가 구비되며, 평판형태로 초음파 가진기(10)의 하면에 결합된다.

[0109] 또한, 제2전극층은 초음파 가진기(10)의 상면에 구비되며, 도 10 내지 도 11에 도시된 바와 같이, 중심점을 기

준으로 동심원 형상으로 배치되는 복수의 동심원 영역을 갖고 있음을 알 수 있다. 제2전극층 역시 초음파가진기 (10), 제1전극층과 같이 중앙에 개구부(25)가 형성되게 된다.

[0110] 이러한 동심원 영역은 중심점부터 반경방향으로 서로 특정간격 이격된 다수의 동심원 전극과, 이러한 동심원 전극 사이 각각의 이격영역이 교차형성되도록 구성된다. 따라서 전압인가부에 의해 전극층에 전압이 인가되면, 초점부근에 초음파를 집중시키게 된다.

[0111] 따라서, 본 발명의 일실시예에 따르면, 별도의 음향 렌즈없이 전극을 프레넬 존 플레이트(fresnel zone plate, FZP) 치수로 패터닝하여 선택적으로 초음파를 송수신할 수 있고, 별도의 음향렌즈가 필요없어 두께가 얇아 경량화, 소형화가 가능하게 된다.

[0112] 또한, 후에 상세하게 설명되는 바와 같이, 원하는 초점에서 초음파가 효율적으로 집중될 수 있는 동심원 영역 내 복수의 동심원 전극과 이격영역 각각의 반경 치수는, 설정된 초점거리와, 설정된 초음파의 주파수로부터 결정되는 전달매질에서의 파장을 기반으로 계산되어 질 수 있다.

[0113] 그리고, 초음파수신부(40)는 일측 끝단부(41)가 초음파 가진기(10)의 중앙개구부(11)와, 제1전극층과 제2전극층의 중앙개구부(23, 25)에 위치되어, 반사된 초음파 신호를 수신하게 된다.

[0114] 이러한 초음파 수신부(40)는 하이드로폰으로 구성되며, 하이드로폰의 일측 끝단부(41)는 일측으로 점진적으로 직경이 감소되는 바늘형 하이드로폰 형태로 구성됨이 바람직하다.

[0115] 본 발명의 제2실시예 역시 앞서 언급한 제1실시예에서와 같이, 초음파 에너지 발신과 수신에 사용되지 않는 중앙부분에 개구부(11, 23, 25)를 형성시키고, 이러한 개구부(11, 23, 25)에 초음파 수신을 위한 바늘형 하이드로폰(40)을 집적하여, 출력과, 수신효율을 향상시킬 수 있게 된다.

[0116] 또한, 하우징(50)은 도 10에 도시된 바와 같이, 내부 상단 일측에 초음파 가진기(10)가 장착되게 되고, 이러한 하우징(50) 내부에는 초음파 흡수물질(51)이 구비되게 됨을 알 수 있다.

[0118] 이하에서는 본 발명의 제2실시예에 따른 동심원 전극을 적용한 집중 초음파 트랜스듀서의 제2전극층의 설계, 제작방법에 대해 설명하도록 한다.

[0119] 이러한 본 발명의 제2실시예에 따른 제2전극층의 설계방법은, 원하는 초점거리와 초음파 가진기(10)의 주파수에서 최적으로 초점부근에서 초음파를 집중시킬 수 있는 동심원 영역의 개수, 즉 다수의 동심원 전극과 이격영역 각각의 반경 치수를 설계하게 된다.

[0120] 먼저, 원하는 초음파 주파수와, 원하는 초점거리를 결정하게 된다. 즉, 원하는 초음파 주파수를 가진시키는 초음파 가진기(10)를 선택하거나 초음파 가진기(10)를 제어하여 원하는 초음파 주파수가 가진되도록 한다. 그리고, 초음파 주파수가 결정되면, 전달매질 내에서의 초음파 파장을 연산하게 된다.

[0121] 그리고, 초음파 파장과, 초점거리를 기반으로, 제작될 제2전극층의 동심원 영역 내 복수의 동심원 전극과 이격영역 각각의 반경을 연산하게 된다. 동심원 영역 내 복수의 동심원 전극과 이격영역 각각의 반경은 이하의 수학식 1에 의해 연산되게 된다.

[0122] [수학식 1]

$$b_m^2 = m\lambda(F + \frac{m\lambda}{4})$$

[0123] m은 중심점으로부터 반경방향까지의 순차적인 상기 동심원영역 인덱스이고, λ는 전달매질에서의 초음파 파장이고, F는 초점거리이다.

[0125] 또한, 초점거리와, 제2전극층의 반경, 전달매질에서의 음파 파장과, 관계는 이하의 수학식 2로 정의될 수 있다.

[0126] [수학식 2]

$$F = \frac{R_a^2}{m\lambda} - \frac{m\lambda}{4}$$

[0128] Ra는 제2전극층의 반경이고, λ는 전달매질에서의 음파 파장이고, m은 제2전극층 내의 동심원 영역의 개수이다.

- [0129] 또한, 본 발명의 제2실시예에서는 데이터베이스를 포함하여, 초점거리 별로, 초음파 주파수에 대한 순차적인 동심원 영역 각각의 반경을 연산하여 데이터베이스화하여 저장하게 되고, 이러한 데이터를 이용하여, 초점거리와, 초음파 주파수를 결정하면, 신속하게 최적의 인덱스별 동심원 영역 각각의 반경치수($b_1, b_2, b_3 \dots b_m$)을 선택할 수 있게 된다.
- [0130] 그리고, 제작될 제2전극층의 반경을 초음파 가진기(10)의 반경 내에서 결정하면, 동심원 영역의 개수가 결정되게 된다. 이러한 제2전극층의 반경은 초음파 가진기(10)의 반경 내로 제한되게 된다.
- [0131] 그리고, 동심원 영역의 개수와, 제2전극층의 반경과, 동심원 영역 내 복수의 동심원 전극과 이격영역 각각의 반경에 부합되도록 제2전극층을 제작하게 된다. 그리고, 일면에 제1전극층이 구비된 압전소자로 구성된 초음파가진기(10) 타면에 제작된 제2전극층을 결합시키게 된다. 또는 압전소자 상면에 평면형 제2전극층을 결합시킨 후, 설계된 동심원 영역의 개수와, 제2전극층의 반경과, 동심원 영역 내 복수의 동심원 전극과 이격영역 각각의 반경에 부합되도록 패터닝기법을 통해 압전소자 상면에 제2전극층을 형성시킬 수도 있다.
- [0132] 또한, 본 발명의 제2실시예에서, 중앙개구부(25)를 갖는 제2전극층의 동심원 전극을 촘촘하게 제작하여, 전압이 인가되는 유효전극(Effective electrode)의 개수, 면적을 선택, 조절하여 하나의 집속 초음파 트랜스듀서에서 다양한 초점거리, 빔 직경을 자유롭게 구현, 조절할 수 있도록 구성할 수 있다.
- [0133] 도 12는 본 발명의 제2실시예에 따른 바늘형 초음파 수신기가 적용된 집속 초음파 트랜스듀서의 부분단면도를 도시한 것이다. 그리고, 도 13은 본 발명의 제2실시예에 따른 바늘형 초음파 수신기가 적용된 집속 초음파 트랜스듀서의 제어방법의 흐름도를 도시한 것이다.
- [0134] 본 발명의 제2실시예에 따르면, 중앙개구부(25)를 갖는 제2전극층의 동심원 전극을 촘촘하게 제작하여, 전압이 인가되는 유효전극(Effective electrode)의 개수, 비유효전극의 면적을 선택, 조절하여 하나의 집속 초음파 트랜스듀서에서 다양한 초점거리, 빔 직경을 자유롭게 구현, 조절할 수 있도록 구성할 수 있다.
- [0135] 먼저, 도 12에 도시된 바와 같이, 중앙개구부(11)가 형성되며 압전소자로 구성된 초음파가진기(10)의 하면에 중앙개구부(23)를 갖는 제1전극층을 구비하고, 상면에 최대한 촘촘하게 다수의 동심원 전극과 이격영역이 교차되도록 중앙개구부(25)를 갖는 제2전극층을 제작하게 됨을 알 수 있다.
- [0136] 그리고, 전압인가부는 다수의 동심원 전극 중 적어도 어느 하나에 전압을 인가하게 되고, 제어부는 설정된 초점거리를 갖도록, 선택된 다수의 동심원 전극에 전압을 인가하도록 전압인가부를 제어하게 된다. 전압이 인가될 동심원 전극의 선택은, 설정된 초점거리와, 설정된 음파의 주파수로부터 결정되는 전달매질에서의 파장을 기반으로 연산된 동심원 영역의 반경에 부합되는 동심원 전극이 선택되게 된다. 따라서 전압이 인가되는 유효전극(Effective electrode)의 개수, 비유효전극의 개수, 면적을 선택, 조절하여 하나의 집속 초음파 트랜스듀서에서 다양한 초점거리, 빔 직경을 자유롭게 구현, 조절할 수 있게 된다.
- [0137] 보다 구체적으로, 도 12에 도시된 바와 같이, 집속 초음파 트랜스듀서를 제작한 후에(S10), 원하는 초음파 주파수와, 원하는 초점거리를 결정하게 된다(S20). 그리고, 전달매질 내에서의 초음파 파장을 연산하게 된다(S30).
- [0138] 그리고, 이러한 초음파 파장과, 초점거리를 기반으로, 동심원 영역 내 복수의 동심원 전극과 이격영역 각각의 반경을 연산하게 된다(S40).
- [0139] 이러한 동심원 영역 내 복수의 동심원 전극과 이격영역 각각의 반경의 연산은 이하의 수학적 식 1에 의해 연산되게 된다.
- [0140] [수학적 식 1]
- $$b_m^2 = m\lambda(F + \frac{m\lambda}{4})$$
- [0141]
- [0142] 수학적 식 1에서, m은 중심점부터 반경방향으로 순차적인 상기 동심원 영역의 인덱스이고, λ 는 전달매질에서의 음파 파장이고, F는 초점거리이다.
- [0143] 그리고, 초점거리는 이하의 수학적 식 2로 정의되게 된다.

[0144] [수학식 2]

[0145]
$$F = \frac{R_a^2}{m\lambda} - \frac{m\lambda}{4}$$

[0146] 수학식 2에서, R_a 는 선택된 동심원 전극 중 최외곽 동심원 전극의 반경이고, λ 는 전달매질에서의 음파 파장이고, F 는 초점거리이고, m 은 선택된 동심원 영역의 개수이다.

[0147] 또한, 전압을 인가할 동심원 전극 중 최외곽 동심원 전극의 반경을 결정하면, 전압을 인가할 동심원 전극의 개수가 결정되게 된다(S50)

[0148] 그리고, 제어부는 연산된 동심원 영역 내 복수의 동심원 전극과 이격영역 각각의 반경에 부합되도록 전압이 인가될 동심원 전극을 선택하게 된다(S60). 전압이 인가될 동심원 전극 즉, 유효전극이 선택된다.

[0149] 그리고, 전압인가부가 선택된 동심원 전극에 전압을 인가하여 초음파 신호가 출력되게 된다(S70).

[0150] 출력된 초음파 신호는 외부객체에 반사되게 되고, 초음파가진기(10), 제1전극층, 제2전극층의 중앙개구부(11, 23, 25)에 집속된 바늘형 하이드로폰으로 구성된 초음파 수신부(40)가 반사된 초음파 신호를 수신하게 된다(S80).

[0152] 또한, 상기와 같이 설명된 장치 및 방법은 상기 설명된 실시예들의 구성과 방법이 한정되게 적용될 수 있는 것이 아니라, 상기 실시예들은 다양한 변형이 이루어질 수 있도록 각 실시예들의 전부 또는 일부가 선택적으로 조합되어 구성될 수도 있다.

부호의 설명

- [0153] 1:종래 초음파 트랜스듀서
 2:종래 구면형 음향렌즈
 3:투과물질
 10:초음파가진기
 11:초음파가진기 중앙개구부
 20:전극층
 21:전극층 중앙개구부
 22:제1전극층
 23:제1전극층 중앙개구부
 24:제2전극층
 25:제2전극층 중앙개구부
 26:동심원 전극
 26-1:유효전극
 26-2:비유효전극
 27:이격영역
 30:음향렌즈
 31:음향렌즈 중앙개구부
 32:차음영역
 33:투과영역
 40:초음파수신부

41: 끝단부

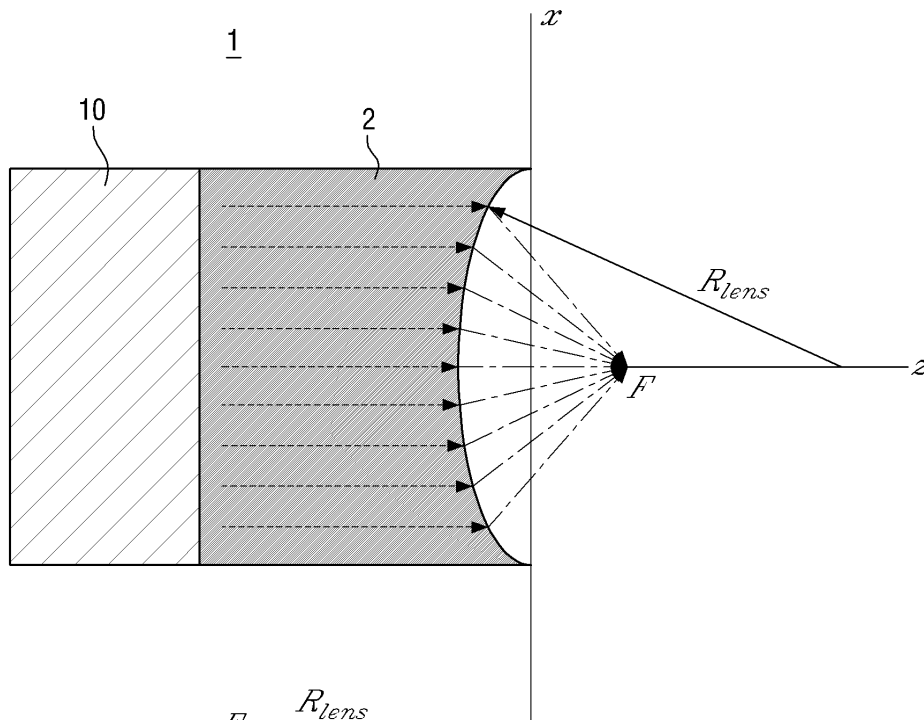
50: 하우징

51: 초음파 흡수물질

100: 바늘형 초음파 수신기가 적용된 집속 초음파 트랜스듀서

도면

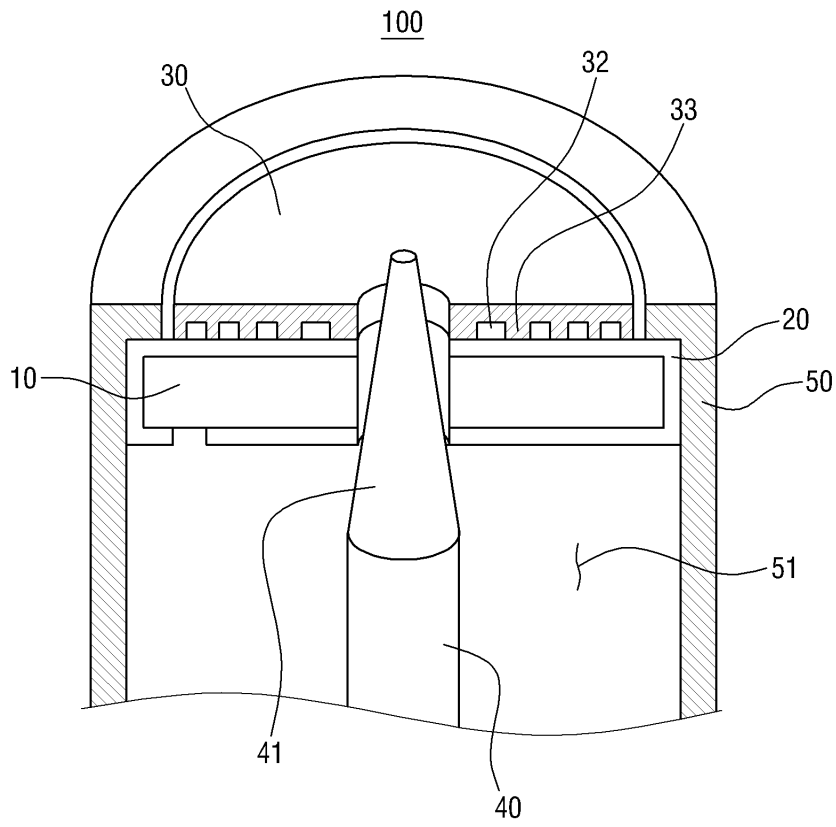
도면1



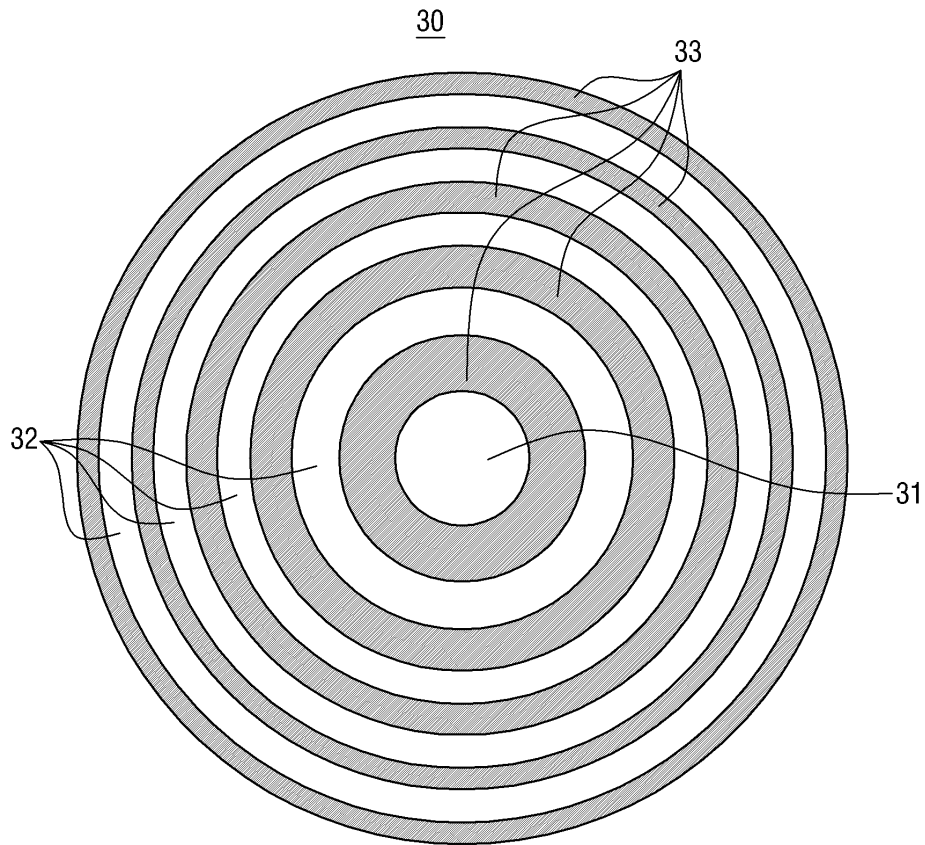
$$F = \frac{R_{lens}}{n-1}$$

$$n = \frac{\sin \theta_i}{\sin \theta_t} = \frac{c_1}{c_2}$$

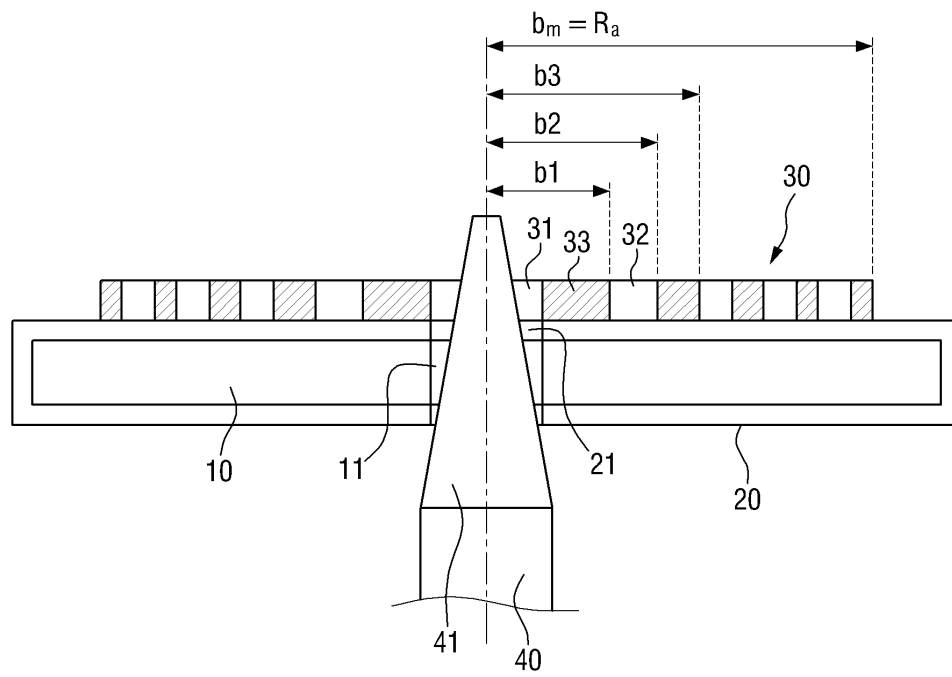
도면2



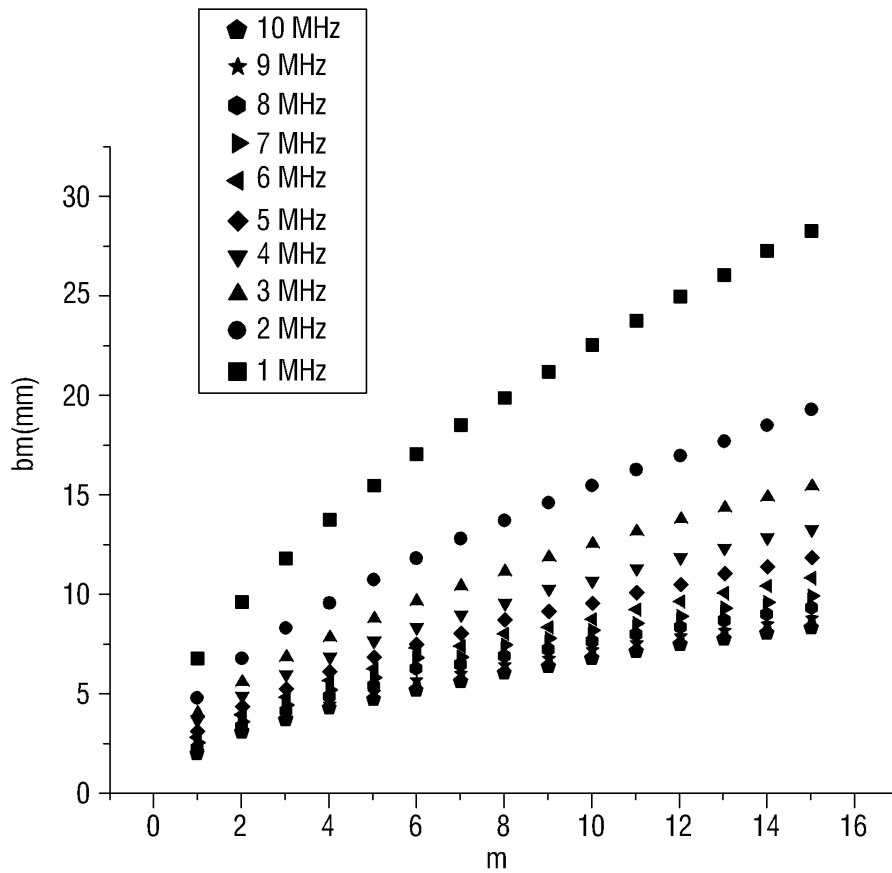
도면3



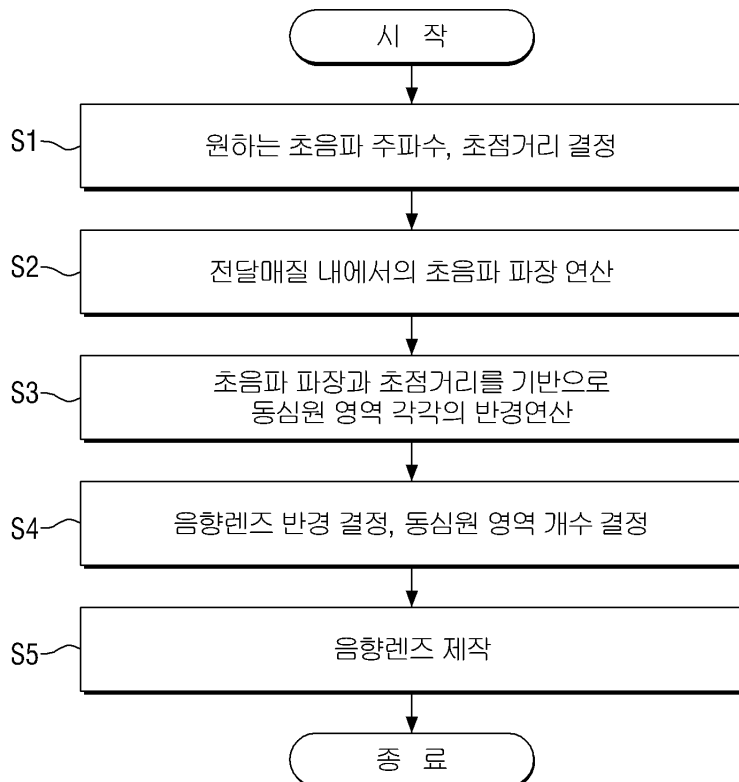
도면4



도면7



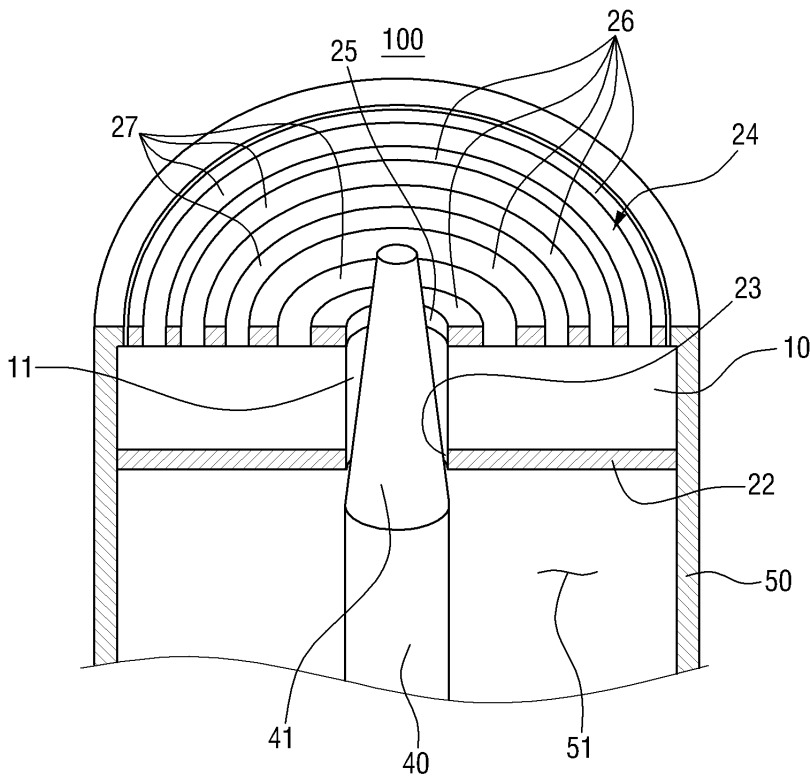
도면8



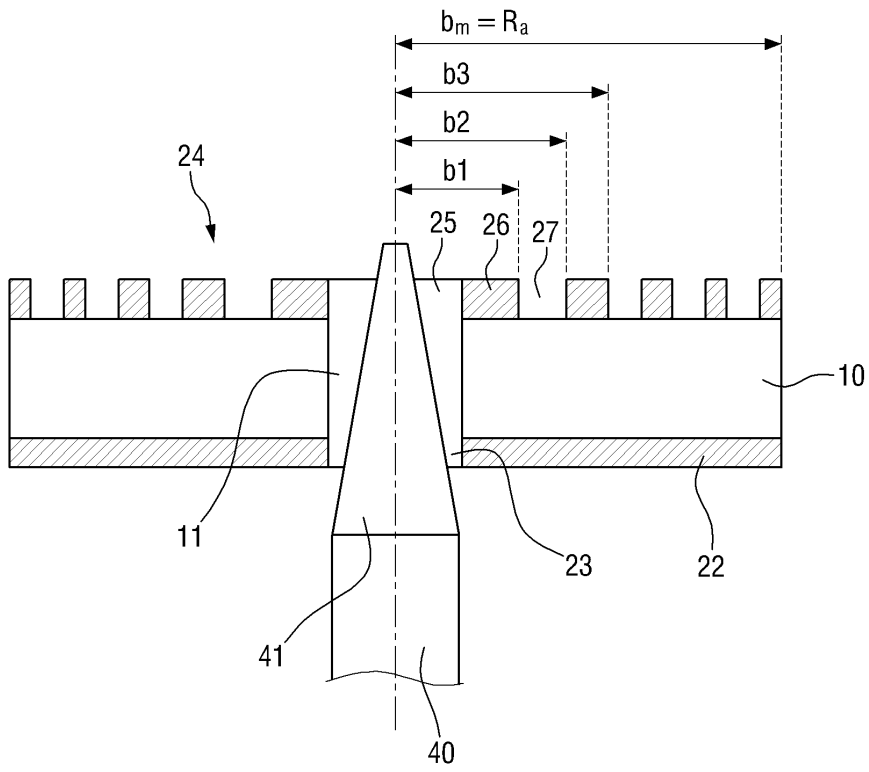
도면9

index	ring radii(mm)									
	1 MHz	2 MHz	3 MHz	4 MHz	5 MHz	6 MHz	7 MHz	8 MHz	9 MHz	10 MHz
b1	6.8	4.8	3.9	3.4	3.0	2.8	2.6	2.4	2.3	2.2
b2	9.7	6.8	5.6	4.8	4.3	3.9	3.6	3.4	3.2	3.0
b3	12.0	8.4	6.8	5.9	5.3	4.8	4.5	4.2	3.9	3.7
b4	13.9	9.7	7.9	6.8	6.1	5.6	5.2	4.8	4.5	4.3
b5	15.7	10.9	8.9	7.7	6.8	6.2	5.8	5.4	5.1	4.8
b6	17.3	12.0	9.7	8.4	7.5	6.8	6.3	5.9	5.6	5.3
b7	18.8	13.0	10.5	9.1	8.1	7.4	6.8	6.4	6.0	5.7
b8	20.2	13.9	11.3	9.7	8.7	7.9	7.3	6.8	6.4	6.1
b9	21.5	14.8	12.0	10.3	9.2	8.4	7.8	7.3	6.8	6.5
b10	22.8	15.7	12.7	10.9	9.7	8.9	8.2	7.7	7.2	6.8
b11	24.1	16.5	13.3	11.5	10.2	9.3	8.6	8.0	7.6	7.2
b12	25.3	17.3	13.9	12.0	10.7	9.7	9.0	8.4	7.9	7.5
b13	26.5	18.0	14.5	12.5	11.1	10.1	9.4	8.8	8.2	7.8
b14	27.6	18.8	15.1	13.0	11.6	10.5	9.7	9.1	8.6	8.1
b15	28.7	19.5	15.7	13.5	12.0	10.9	10.1	9.4	8.9	8.4

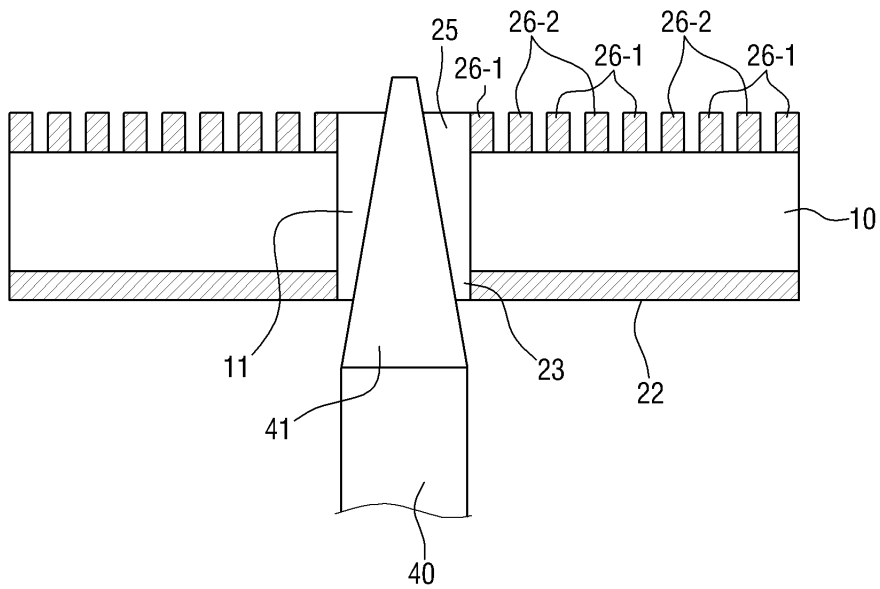
도면10



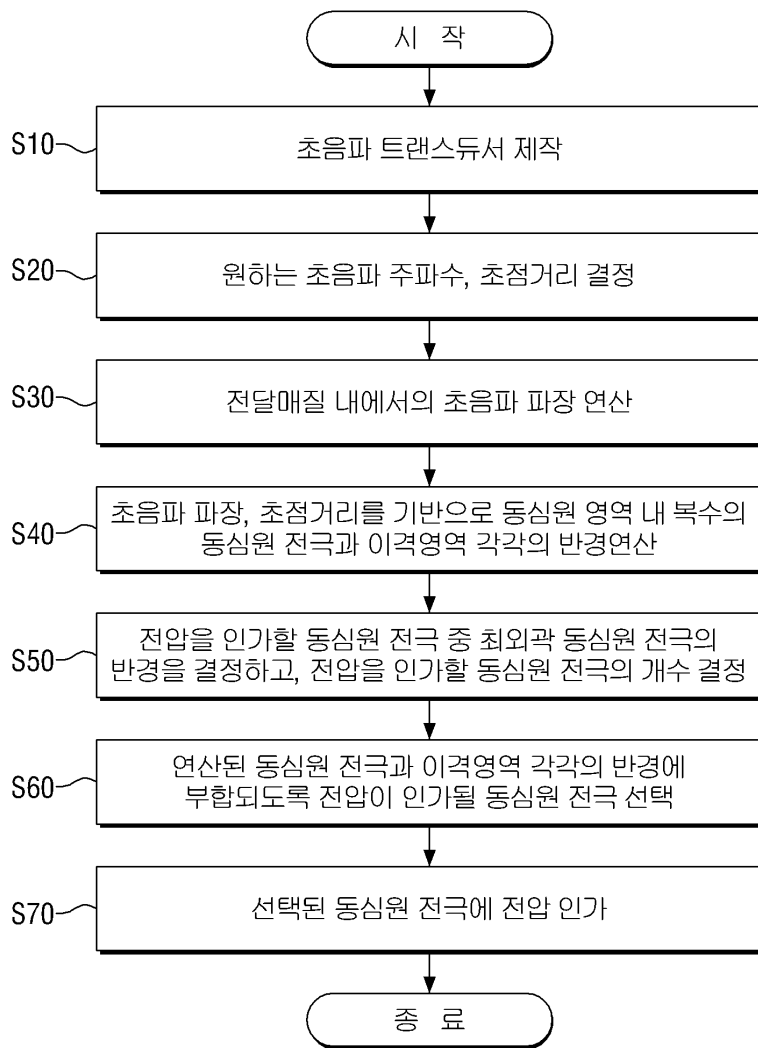
도면11



도면12



도면13



专利名称(译)	具有针式超声波接收器的聚焦超声换能器及其操作方法		
公开(公告)号	KR101955787B1	公开(公告)日	2019-03-11
申请号	KR1020170022371	申请日	2017-02-20
[标]申请(专利权)人(译)	韩国标准科学研究院		
申请(专利权)人(译)	韩国研究院标准和科学		
当前申请(专利权)人(译)	韩国研究院标准和科学		
[标]发明人	도일 김용태 김세화 백경민		
发明人	도일 김용태 김세화 백경민		
IPC分类号	A61B8/00 G01H17/00		
CPC分类号	A61B8/4494 G01H17/00		
审查员(译)	Hanjaegyun		
其他公开文献	KR1020180096849A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

聚焦超声换能器及其操作方法技术领域本发明涉及聚焦超声换能器及其操作方法。更具体地说,在超声波换能器的中央开口处形成超声波,使超声波;超声波从超声波激励器入射,入射的超声波聚焦在焦点附近,形成中心开口,并具有多个相对于中心点成同心圆的同心圆区域,并且同心圆区域从中心点呈放射状。通过使用用于注入声波的隔音区域和用于透射声波的透射区域交叉而形成的声透镜; 1.一种超声波接收器,其构造接收反射的超声波信号,其中,所述一端部位于所述超声波激励器的中心开口和所述声透镜的中心开口处。关于。

