

(72) 발명자

김세화

대전광역시 유성구 대덕대로578번길 26-16

백경민

대전광역시 유성구 엑스포로 448 107동 205호 (전민동, 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

집속 초음파 트랜스듀서에 있어서,

초음파를 가진 시키는 초음파 가진기;

상기 초음파 가진기의 일면에 구비되는 제1전극층; 및

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;을 포함하여,

초점부근에 음파를 집중시키는 것을 특징으로 하는 동심원 전극을 적용한 집속 초음파 트랜스듀서.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 제1전극층은 평판형태로 구성되는 것을 특징으로 하는 동심원 전극을 적용한 집속 초음파 트랜스듀서.

청구항 3

제 2항에 있어서,

상기 초음파 가진기는 압전소자로 구성되는 것을 특징으로 하는 동심원 전극을 적용한 집속 초음파 트랜스듀서.

청구항 4

제 3항에 있어서,

상기 다수의 동심원 전극 중 적어도 어느 하나에 전압을 인가하는 전압인가부를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 동심원 전극을 적용한 집속 초음파 트랜스듀서.

청구항 5

제 4항에 있어서,

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

청구항 6

제 5항에 있어서,

전압이 인가될 상기 동심원 전극의 선택은,

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

청구항 7

제 6항에 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 동심원 전극을 적용한 집속 초음파 트랜스듀서:

[수학식 1]

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

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

청구항 8

제 7항에 있어서,

상기 초점거리는 이하의 수학식 2로 정의되는 것을 특징으로 하는 동심원 전극을 적용한 집속 초음파 트랜스듀서:

[수학식 2]

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

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

청구항 9

제 5항에 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 인가하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 동심원 전극을 적용한 집속 초음파 트랜스듀서의 제어방법.

청구항 10

제 9항에 있어서,

상기 반경을 연산하는 단계에서,

상기 동심원 영역 내 복수의 동심원 전극과 이격영역 각각의 반경은 이하의 수학식 1에 의해 연산되는 것을 특징으로 하는 동심원 전극을 적용한 집속 초음파 트랜스듀서의 제어방법:

[수학식 1]

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

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

청구항 11

제 10항에 있어서,

상기 초점거리는 이하의 수학식 2로 정의되는 것을 특징으로 하는 동심원 전극을 적용한 집속 초음파 트랜스듀서의 제어방법:

[수학식 2]

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

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 11항에 있어서,

초점거리 별로, 초음파 주파수에 대한 순차적인 동심원 영역의 반경을 연산하여 데이터베이스화하여 저장하는 것을 특징으로 하는 동심원 전극을 적용한 집속 초음파 트랜스듀서의 제어방법.

청구항 13

제 1항에 따른 집속 초음파 트랜스듀서의 제작방법에 있어서,

원하는 초음파 주파수와, 원하는 초점거리를 결정하는 단계;

전달매질 내에서의 초음파 파장을 연산하는 단계;

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

제작될 제2전극층의 반경을 초음파 가진기의 반경 내에서 결정하고, 상기 동심원 영역의 개수를 결정하는 단계;

상기 동심원 영역의 개수와, 상기 제2전극층의 반경과, 동심원 영역 내 복수의 동심원전극과 이격영역 각각의 반경에 부합되도록 제2전극층을 제작하는 단계; 및

일면에 제1전극층이 구비된 초음파 가진기의 타면에 상기 제2전극층을 형성하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 동심원 전극을 적용한 집속 초음파 트랜스듀서의 제작방법.

청구항 14

제 13항에 있어서,

상기 반경을 연산하는 단계에서,

상기 동심원 영역 내 복수의 동심원 전극과 이격영역 각각의 반경은 이하의 수학식 1 및 수학식 2에 의해 연산되는 것을 특징으로 하는 동심원 전극을 적용한 집속 초음파 트랜스듀서의 제작방법:

[수학식 1]

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

[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 동심원 전극을 적용한 집속 초음파 트랜스듀서 및 그 트랜스듀서의 제어방법에 대한 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 상관이 없으나, 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, 별도의 음향 렌즈없이 전극을 프레넬 존 플레이트(fresnel zone plate, FZP) 치수로 패터닝하여 선택적으로 초음파를 송수신할 수 있는 동심원 전극을 적용한 집속 초음파 트랜스듀서 및 그 제작방법을 제공하는데 그 목적이 있다.
- [0019] 또한, 본 발명의 일실시예에 따르면, 별도의 음향렌즈가 필요없어 두께가 얇아 경량화, 소형화가 가능하고, 종래와 대비하여 치수한계로부터 자유롭고 집속구현이 용이하며, 초점거리에서 집속이 용이한, 음향렌즈 내의 동심원 전극과 이격영역이 교차되는 다수의 동심원 영역 각각의 반경 치수를 신속하고 효율적으로 설계할 수 있는 동심원 전극을 적용한 집속 초음파 트랜스듀서 및 그 제작방법을 제공하는데 그 목적이 있다.
- [0020] 그리고 본 발명의 일실시예에 따르면, 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 있는 동심원 전극을 적용한 집속 초음파 트랜스듀서의 제어방법을 제공하는데 그 목적이 있다.
- [0021] 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

- [0022] 본 발명의 제1목적은, 집속 초음파 트랜스듀서에 있어서, 초음파를 가진 시키는 초음파 가진기; 상기 초음파 가

진기의 일면에 구비되는 제1전극층; 및 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;을 포함하여, 초점부근에 음파를 집중시키는 것을 특징으로 하는 동심원 전극을 적용한 집속 초음파 트랜스듀서로서 달성될 수 있다.

[0023] 또한, 상기 제1전극층은 평판형태로 구성되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0024] 그리고, 상기 초음파 가진기는 압전소자로 구성되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0025] 또한, 상기 다수의 동심원 전극 중 적어도 어느 하나에 전압을 인가하는 전압인가부를 더 포함하는 것으로 할 수 있다.

[0026] 그리고, 설정된 초점거리를 갖도록, 선택된 다수의 동심원 전극에 전압을 인가하도록 상기 전압인가부를 제어하는 제어부를 더 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0027] 또한, 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.

[0028] 그리고, 상기 동심원 영역 내 복수의 동심원 전극과 이격영역 각각의 반경은 이하의 수학적 식 1에 의해 연산되며, 제어부는 연산된 상기 동심원 영역 내 복수의 동심원 전극과 이격영역 각각의 반경에 부합되도록 전압이 인가될 동심원 전극을 선택하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0029] [수학적 식 1]

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

[0030]

[0031] 수학적 식 1에서, m은 중심점부터 반경방향으로 순차적인 상기 동심원 영역의 인덱스이고, λ는 전달매질에서의 음파 파장이고, F는 초점거리이다.

[0032] 그리고, 상기 초점거리는 이하의 수학적 식 2로 정의되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0033] [수학적 식 2]

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

[0034]

[0035] 수학적 식 2에서, Ra는 선택된 동심원 전극 중 최외곽 동심원 전극의 반경이고, λ는 전달매질에서의 음파 파장이고, F는 초점거리이고, m은 선택된 동심원 영역의 개수이다.

[0036] 본 발명의 제2목적은 앞서 언급한 제1목적에 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 인가하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 동심원 전극을 적용한 집속 초음파 트랜스듀서의 제어방법으로서 달성될 수 있다.

[0037] 그리고, 상기 반경을 연산하는 단계에서, 상기 동심원 영역 내 복수의 동심원 전극과 이격영역 각각의 반경은 이하의 수학적 식 1에 의해 연산되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0038] [수학적 식 1]

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

[0039]

[0040] 수학적 식 1에서, m은 중심점부터 반경방향으로 순차적인 상기 동심원 영역의 인덱스이고, λ는 전달매질에서의 음파 파장이고, F는 초점거리이다.

[0041] 그리고, 초점거리는 이하의 수학식 2로 정의되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0042] [수학식 2]

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

[0043] 수학식 2에서, Ra는 선택된 동심원 전극 중 최외곽 동심원 전극의 반경이고, λ는 전달매질에서의 음파 파장이고, F는 초점거리이고, m은 선택된 동심원 영역의 개수이다.

[0044] 그리고, 초점거리 별로, 초음파 주파수에 대한 순차적인 동심원 영역의 반경을 연산하여 데이터베이스화하여 저장하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0045] 본 발명의 제3목적은, 앞서 언급한 제 1목적에 따른 집속 초음파 트랜스듀서의 제작방법에 있어서, 원하는 초음파 주파수와, 원하는 초점거리를 결정하는 단계; 전달매질 내에서의 초음파 파장을 연산하는 단계; 상기 초음파 파장과, 상기 초점거리를 기반으로, 동심원 영역 내 복수의 동심원 전극과 이격영역 각각의 반경을 연산하는 단계; 제작될 제2전극층의 반경을 초음파 가진기의 반경 내에서 결정하고, 상기 동심원 영역의 개수를 결정하는 단계; 상기 동심원 영역의 개수와, 상기 제2전극층의 반경과, 동심원 영역 내 복수의 동심원전극과 이격영역 각각의 반경에 부합되도록 제2전극층을 제작하는 단계; 및 일면에 제1전극층이 구비된 초음파 가진기의 타면에 상기 제2전극층을 형성하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 동심원 전극을 적용한 집속 초음파 트랜스듀서의 제작방법으로서 달성될 수 있다.

[0046] 그리고, 상기 반경을 연산하는 단계에서, 상기 동심원 영역 내 복수의 동심원 전극과 이격영역 각각의 반경은 이하의 수학식 1 및 수학식 2에 의해 연산되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[0047] [수학식 1]

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

[0048] [수학식 2]

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

[0049] 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 효과

[0050] 본 발명의 일실시예에 따르면, 별도의 음향 렌즈없이 전극을 프레넬 존 플레이트(fresnel zone plate, FZP) 치수로 패터닝하여 선택적으로 초음파를 송수신할 수 있는 효과를 갖는다.

[0051] 또한, 본 발명의 일실시예에 따르면, 별도의 음향렌즈가 필요없이 두께가 얇아 경량화, 소형화가 가능하고, 종래와 대비하여 치수한계로부터 자유롭고 집속구현이 용이하며, 초점거리에서 집속이 용이한, 음향렌즈 내의 동심원 전극과 이격영역이 교차되는 다수의 동심원 영역 각각의 반경 치수를 신속하고 효율적으로 설계할 수 있는 장점이 있다.

[0052] 그리고 본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 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 있는 효과를 갖는다.

[0053] 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

[0057] 본 명세서에 첨부되는 다음의 도면들은 본 발명의 바람직한 실시예를 예시하는 것이며, 발명의 상세한 설명과 함께 본 발명의 기술적 사상을 더욱 이해시키는 역할을 하는 것이므로, 본 발명은 그러한 도면에 기재된 사항에만 한정되어 해석 되어서는 아니 된다.

- 도 1은 종래 구면형 음향렌즈가 적용된 초음파 트랜스듀서의 단면도,
- 도 2는 본 발명의 실시예에 따른 동심원 전극을 적용한 집속 초음파 트랜스듀서의 사시도,
- 도 3은 본 발명의 실시예에 따른 동심원 전극을 적용한 집속 초음파 트랜스듀서의 단면도,
- 도 4는 본 발명의 실시예에 따른 제2전극층의 평면도,
- 도 5는 본 발명의 실시예에 따른 제2전극층의 단면도,
- 도 6은 본 발명의 실시예에 따른 동심원 전극을 적용한 집속 초음파 트랜스듀서의 집속원리를 설명한 모식도,
- 도 7은 본 발명의 실시예에 따른 주파수별 동심원 영역 개수에 대한 초점거리 그래프,
- 도 8은 본 발명의 실시예에 따른 주파수별 동심원 영역 개수에 대한 제2전극층의 반경 그래프,
- 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 동심원 전극을 적용한 집속 초음파 트랜스듀서의 제작방법의 흐름도,
- 도 10은 본 발명의 실시예인 동심원 전극을 적용한 집속 초음파 트랜스듀서의 제작방법에 따른 초점거리가 30mm일 때, 주파수별, 동심원 영역 각각의 반경 수치표,
- 도 11은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 동심원 전극을 적용한 집속 초음파 트랜스듀서의 평면도,
- 도 12는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 동심원 전극을 적용한 집속 초음파 트랜스듀서의 단면도,
- 도 13은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 동심원 전극을 적용한 집속 초음파 트랜스듀서의 제어방법의 흐름도를 도시한 것이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0058] 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.

[0059] 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.

[0060] 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.

[0061] 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.

[0062] 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 이러

한 여러 가지의 특징적인 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.

[0064] 이하에서는 본 발명의 일실시예에 따른 동심원 전극(21)을 적용한 집속 초음파 트랜스듀서(100)의 구성 및 기능에 대해 설명하도록 한다. 먼저, 도 2는 본 발명의 일실시예에 따른 동심원 전극(21)을 적용한 집속 초음파 트랜스듀서(100)의 사시도를 도시한 것이다. 그리고, 도 3은 본 발명의 일실시예에 따른 동심원 전극(21)을 적용한 집속 초음파 트랜스듀서(100)의 단면도를 도시한 것이다. 또한, 도 4는 본 발명의 일실시예에 따른 제2전극층(20)의 평면도를 도시한 것이고, 도 5는 본 발명의 일실시예에 따른 제2전극층(20)의 단면도를 도시한 것이다. 그리고, 도 6은 본 발명의 일실시예에 따른 동심원 전극(21)을 적용한 집속 초음파 트랜스듀서(100)의 집속원리를 설명한 모식도를 도시한 것이다.

[0065] 본 발명의 일실시예에 따른 동심원 전극(21)을 적용한 집속 초음파 트랜스듀서(100)는 도 2 내지 도 3에 도시된 바와 같이, 초음파가진기(10)와, 전극층을 포함하여 구성될 수 있음을 알 수 있다.

[0066] 초음파 가진기(10)는 압전소자로 구성되어 초음파를 가진 시키며, 제1전극층(11)은 평판형태로 초음파 가진기(10)의 하면에 구비된다.

[0067] 또한, 제2전극층(20)은 초음파 가진기(10)의 상면에 구비되며, 도 2 내지 도 5에 도시된 바와 같이, 중심점을 기준으로 동심원 형상으로 배치되는 복수의 동심원 영역을 갖고 있음을 알 수 있다.

[0068] 이러한 동심원 영역은 중심점부터 반경방향으로 서로 특정간격 이격된 다수의 동심원 전극(21)과, 이러한 동심원 전극(21) 사이 각각의 이격영역(22)이 교차형성되도록 구성된다. 따라서 전압인가부에 의해 전극층에 전압이 인가되면, 초점부근에 초음파를 집속시키게 된다.

[0069] 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 필요없이 두께가 얇아 경량화, 소형화가 가능하게 된다.

[0070] 또한, 후에 상세하게 설명되는 바와 같이, 원하는 초점에서 초음파가 효율적으로 집속될 수 있는 동심원 영역 내 복수의 동심원 전극(21)과 이격영역(22) 각각의 반경 치수는, 설정된 초점거리와, 설정된 초음파의 주파수로부터 결정되는 전달매질에서의 파장을 기반으로 계산되어 질 수 있다.

[0072] 이하에서는 본 발명의 일실시예에 따른 동심원 전극(21)을 적용한 집속 초음파 트랜스듀서(100)의 설계, 제작방법에 대해 설명하도록 한다. 도 7은 본 발명의 일실시예에 따른 주파수별 동심원 영역 개수에 대한 초점거리 그래프를 도시한 것이다. 그리고, 도 8은 본 발명의 일실시예에 따른 주파수별 동심원 영역 개수에 대한 제2전극층(20)의 반경 그래프를 도시한 것이다. 또한, 도 9는 본 발명의 일실시예에 따른 동심원 전극(21)을 적용한 집속 초음파 트랜스듀서(100)의 제작방법의 흐름도를 도시한 것이다.

[0073] 이러한 본 발명의 일실시예에 따른 집속 초음파 트랜스듀서(100)의 제작방법은, 제2전극층(20)을 설계하는 것으로, 원하는 초점거리와 초음파 가진기(10)의 주파수에서 최적으로 초점부근에서 초음파를 집속시킬 수 있는 동심원 영역의 개수, 즉 다수의 동심원 전극(21)과 이격영역(22) 각각의 반경 치수를 설계하게 된다.

[0074] 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).

[0075] 초음파 파장과, 초점거리를 기반으로, 제작될 제2전극층(20)의 동심원 영역 내 복수의 동심원 전극(21)과 이격영역(22) 각각의 반경을 연산하게 된다(S3). 동심원 영역 내 복수의 동심원 전극(21)과 이격영역(22) 각각의 반경은 이하의 수학적 식 1에 의해 연산되게 된다.

[0076] [수학적 식 1]

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

[0077]

[0078] m 은 중심점으로부터 반경방향까지의 순차적인 상기 동심원영역 인덱스이고, λ 는 전달매질에서의 초음파 파장이고, F 는 초점거리이다.

[0079] 또한, 초점거리와, 제2전극층(20)의 반경, 전달매질에서의 음파 파장과의 관계는 이하의 수학적 식 2로 정의될 수 있다.

[0080] [수학적 식 2]

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

[0081] R_a 는 제2전극층(20)의 반경이고, λ 는 전달매질에서의 음파 파장이고, m 은 제2전극층(20) 내의 동심원 영역의 개수이다.

[0082] 또한, 본 발명의 일실시예에서는 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.

[0083] 그리고, 제작될 제2전극층(20)의 반경을 초음파 가진기(10)의 반경 내에서 결정하면, 동심원 영역의 개수가 결정되게 된다(S4). 이러한 제2전극층(20)의 반경은 초음파 가진기(10)의 반경 내로 제한되게 된다.

[0084] 그리고, 동심원 영역의 개수와, 제2전극층(20)의 반경과, 동심원 영역 내 복수의 동심원 전극(21)과 이격영역(22) 각각의 반경에 부합되도록 제2전극층(20)을 제작하게 된다(S5). 그리고, 일면에 제1전극층(11)이 구비된 압전소자로 구성된 초음파가진기(10) 타면에 제작된 제2전극층(20)을 결합시키게 된다(S6). 또는 압전소자 상면에 평면형 제2전극층(20)을 결합시킨 후, 설계된 동심원 영역의 개수와, 제2전극층(20)의 반경과, 동심원 영역 내 복수의 동심원 전극(21)과 이격영역(22) 각각의 반경에 부합되도록 패터닝기법을 통해 압전소자 상면에 제2전극층(20)을 형성시킬 수도 있다.

[0085] 도 10은 본 발명의 일실시예에 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.

[0086] 즉, 도 10에 도시된 바와 같이, 원하는 초점거리가 30mm이고, 매질 내에서의 속도가 1540m/s일 때, 초음파 주파수가 1.MHz ~ 10MHz 일 때의, 최적의 동심원 영역 각각의 반경치수가 수학적 식 1에 의해 연산되어 진다.

[0087] 예를 들어, 초점거리가 30mm이고, 초음파 주파수가 1MHz인 경우, 첫번째, 동심원 영역이 동심원 전극(21)의 반경은 $b_1 = 6.8\text{mm}$ 이고, 순차적으로 이격영역(22)의 반경은 $b_2 = 9.7, b_3 = 12.0\text{mm}, b_4 = 13.9\text{mm} \dots b_{15} = 28.7\text{mm}$ 이 됨을 알 수 있다.

[0088] 그리고, 설계될 제2전극층(20)의 반경을 예를 들어, 22mm로 할 경우, 1MHz에서 도 10에 도시된 바와 같이, 동심원 영역의 개수는 9개가 되고, 그 9개 각각의 동심원 영역의 반경치수가 결정되게 된다.

[0089] 따라서, 초점거리가 30mm이고, 초음파 주파수가 1MHz이고, 설계할 제2전극층(20)의 반경이 22mm일 때, 동심원 영역 9개 각각의 반경이 도 10의 표에서 결정된 반경치수가 되도록 제2전극층(20)을 제작하게 된다.

[0090] 본 발명의 또 다른 실시예에 따르면, 제2전극층(20)의 동심원 전극(21)을 촘촘하게 제작하여, 전압이 인가되는 유효전극(21-1)(Effective electrode)의 개수, 비유효전극(21-2)의 개수, 면적을 선택, 조절하여 하나의 집속 초음파 트랜스듀서(100)에서 다양한 초점거리, 빔 직경을 자유롭게 구현, 조절할 수 있도록 구성할 수 있다.

[0091] 도 11은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 동심원 전극(21)을 적용한 집속 초음파 트랜스듀서(100)의 평면도를 도시한 것이다. 도 12는 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 동심원 전극(21)을 적용한 집속 초음파 트랜스듀서(100)의 단면도를 도시한 것이다. 또한, 도 13은 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 본 발명의 또 다른 실시예에 따른 동심원 전극(21)을 적용한 집속 초음파 트랜스듀서(100)의 제어방법의 흐름도를 도시한 것이다.

[0092] 먼저, 도 11 및 도 12에 도시된 바와 같이, 압전소자로 구성된 초음파가진기(10)의 하면에 제1전극층(11)을 구비하고, 상면에 최대한 촘촘하게 다수의 동심원 전극(21)과 이격영역(22)이 교차되도록 제2전극층(20)을 제작하

게 됨을 알 수 있다.

[0095] 그리고, 전압인가부는 다수의 동심원 전극(21) 중 적어도 어느 하나에 전압을 인가하게 되고, 제어부는 설정된 초점거리를 갖도록, 선택된 다수의 동심원 전극(21)에 전압을 인가하도록 전압인가부를 제어하게 된다. 전압이 인가될 동심원 전극(21)의 선택은, 설정된 초점거리와, 설정된 음파의 주파수로부터 결정되는 전달매질에서의 파장을 기반으로 연산된 동심원 영역의 반경에 부합되는 동심원 전극(21)이 선택되게 된다. 따라서 전압이 인가되는 유효전극(21-1)(Effective electrode)의 개수, 비유효전극(21-2)의 개수, 면적을 선택, 조절하여 하나의 집속 초음파 트랜스듀서(100)에서 다양한 초점거리, 빔 직경을 자유롭게 구현, 조절할 수 있게 된다.

[0096] 보다 구체적으로, 도 11 및 도 12에 도시된 바와 같이, 집속 초음파 트랜스듀서(100)를 제작한 후에(S10), 원하는 초음파 주파수와, 원하는 초점거리를 결정하게 된다(S20). 그리고, 전달매질 내에서의 초음파 파장을 연산하게 된다(S30).

[0097] 그리고, 이러한 초음파 파장과, 초점거리를 기반으로, 동심원 영역 내 복수의 동심원 전극(21)과 이격영역(22) 각각의 반경을 연산하게 된다(S40).

[0098] 이러한 동심원 영역 내 복수의 동심원 전극(21)과 이격영역(22) 각각의 반경의 연산은 이하의 수학식 1에 의해 연산되게 된다.

[0099] [수학식 1]

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

[0100] 수학식 1에서, m 은 중심점부터 반경방향으로 순차적인 상기 동심원 영역의 인덱스이고, λ 는 전달매질에서의 음파 파장이고, F 는 초점거리이다.

[0102] 그리고, 초점거리는 이하의 수학식 2로 정의되게 된다.

[0103] [수학식 2]

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

[0105] 수학식 2에서, R_a 는 선택된 동심원 전극(21) 중 최외곽 동심원 전극(21)의 반경이고, λ 는 전달매질에서의 음파 파장이고, F 는 초점거리이고, m 은 선택된 동심원 영역의 개수이다.

[0106] 또한, 전압을 인가할 동심원 전극(21) 중 최외곽 동심원 전극(21)의 반경을 결정하면, 전압을 인가할 동심원 전극(21)의 개수가 결정되게 된다(S50)

[0107] 그리고, 제어부는 연산된 동심원 영역 내 복수의 동심원 전극(21)과 이격영역(22) 각각의 반경에 부합되도록 전압이 인가될 동심원 전극(21)을 선택하게 된다(S60). 전압이 인가될 동심원 전극(21) 즉, 유효전극(21-1)이 선택되면, 전압인가부는 선택된 동심원 전극(21)에 전압을 인가하게 된다(S70).

[0109] 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.

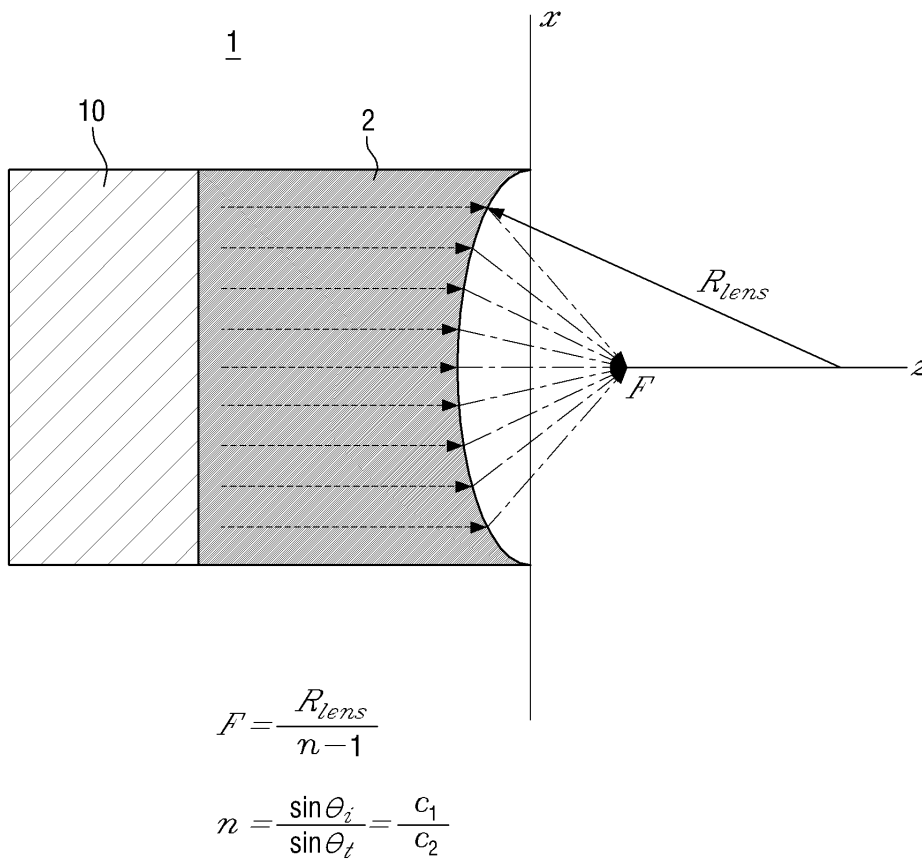
부호의 설명

- [0110] 1: 종래 초음파 트랜스듀서
- 2: 종래 구면형 음향렌즈
- 3: 투과물질
- 10: 초음파 가진기
- 11: 제1전극층

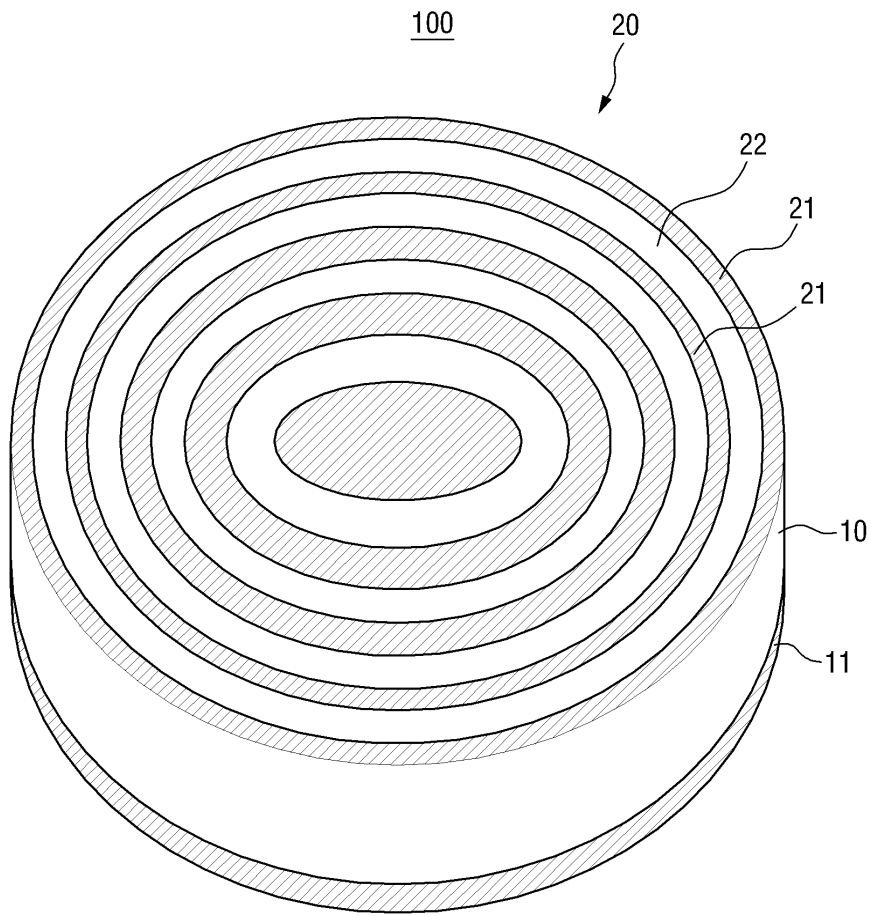
- 20: 제2전극층
- 21: 동심원 전극
- 21-1: 유효전극
- 21-2: 비유효전극
- 22: 이격영역
- 100: 동심원 전극을 적용한 집속 초음파 트랜스듀서

도면

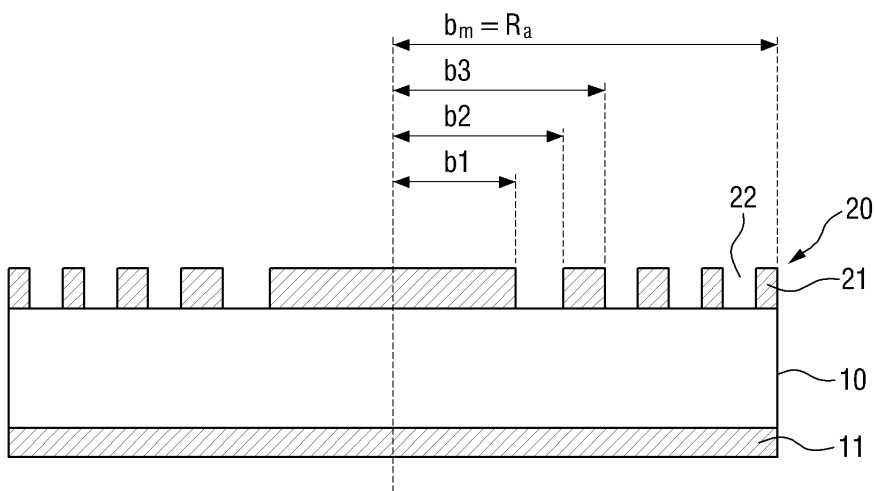
도면1



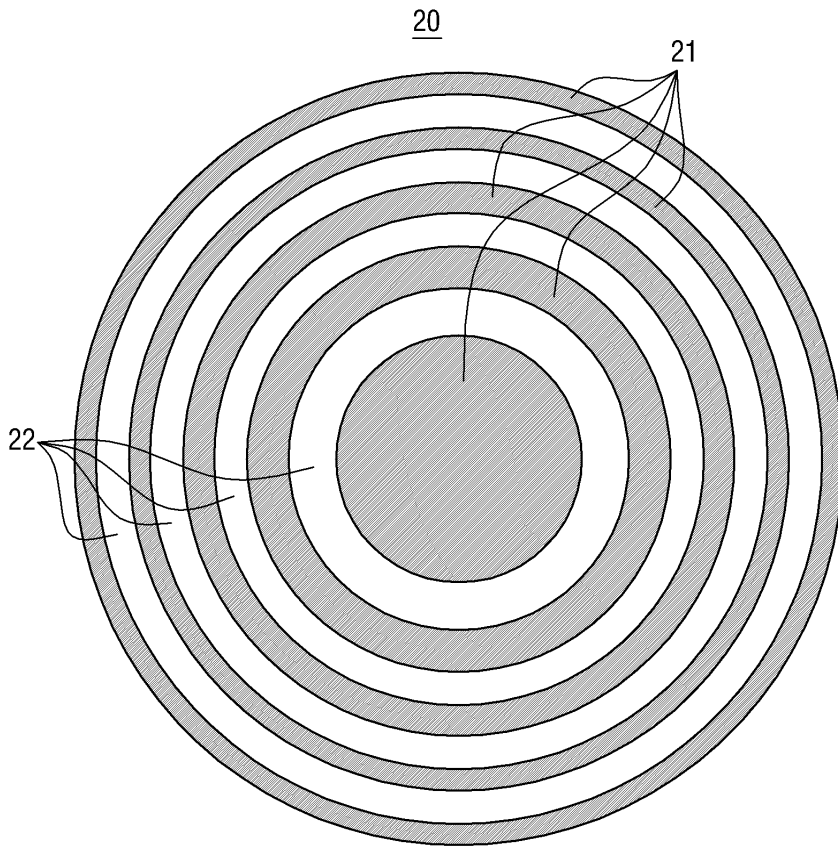
도면2



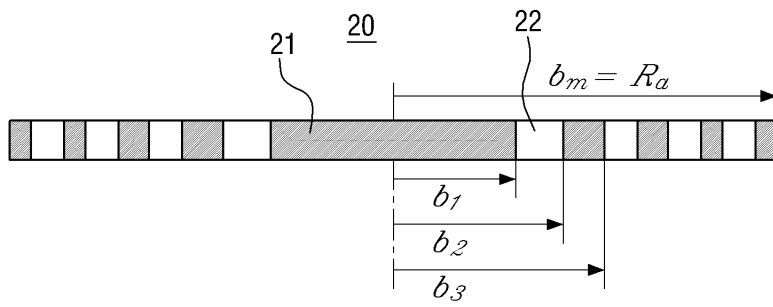
도면3



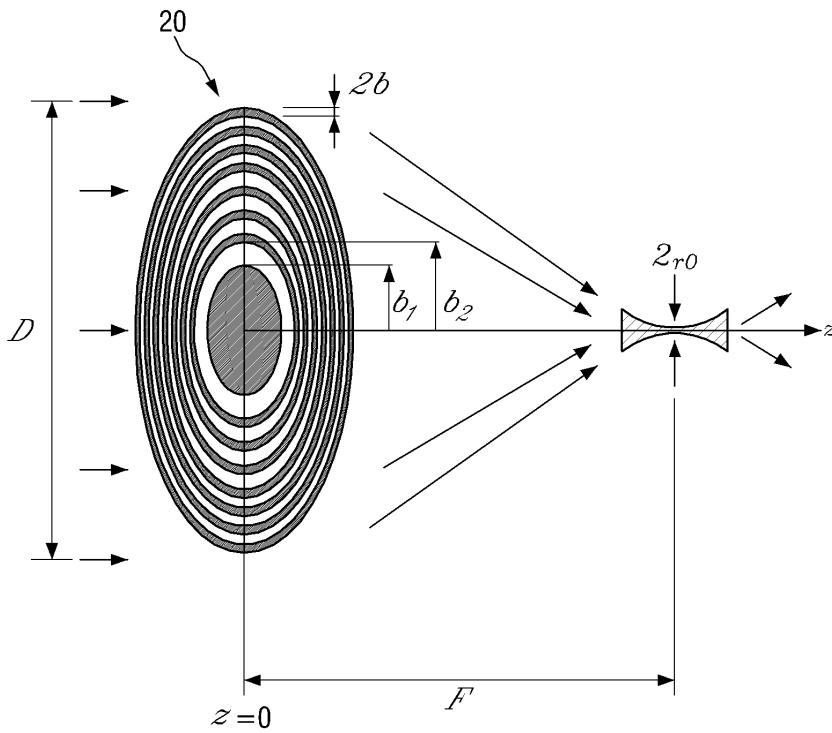
도면4



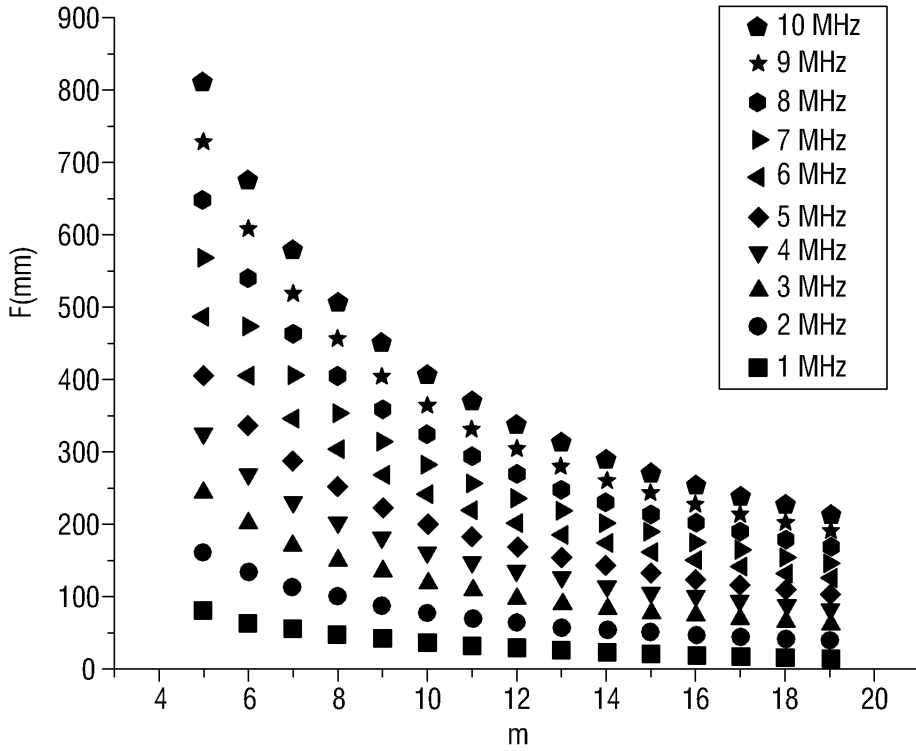
도면5



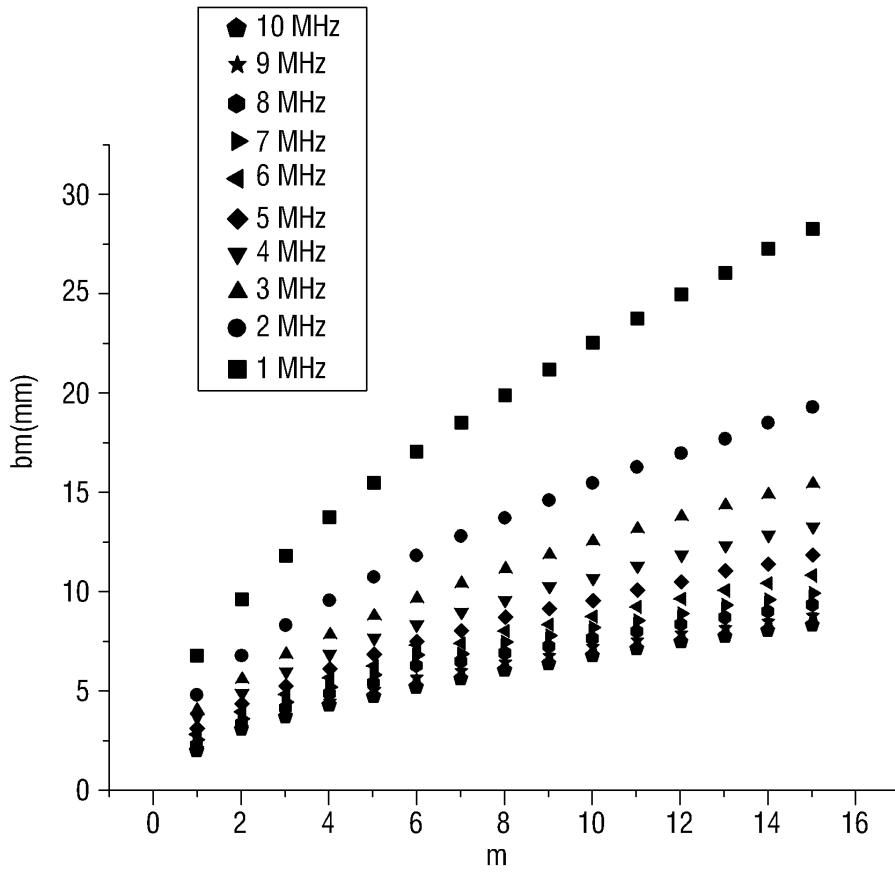
도면6



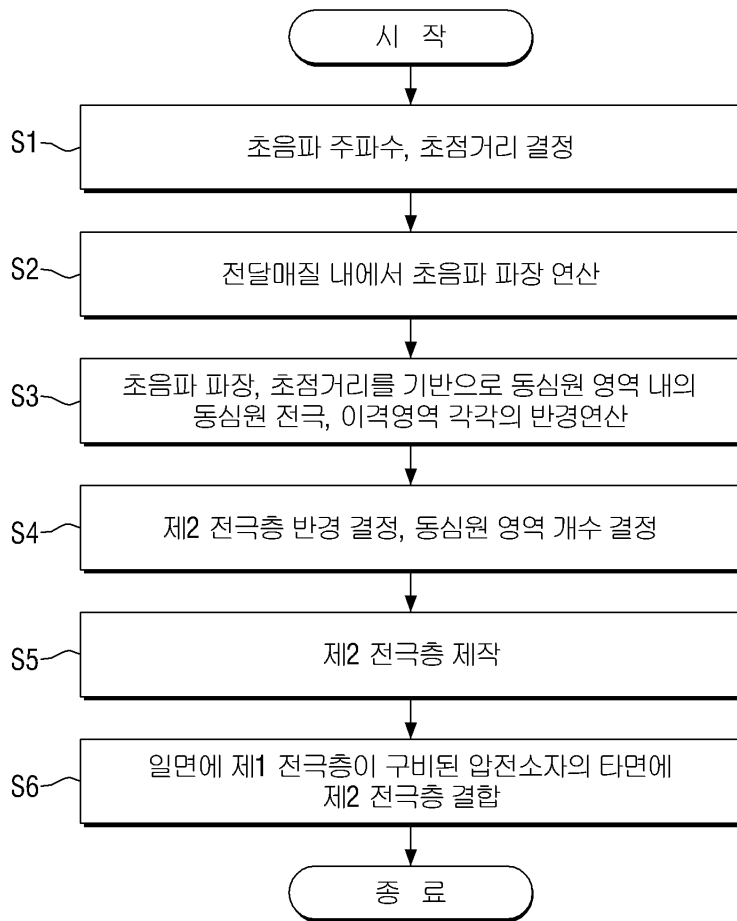
도면7



도면8



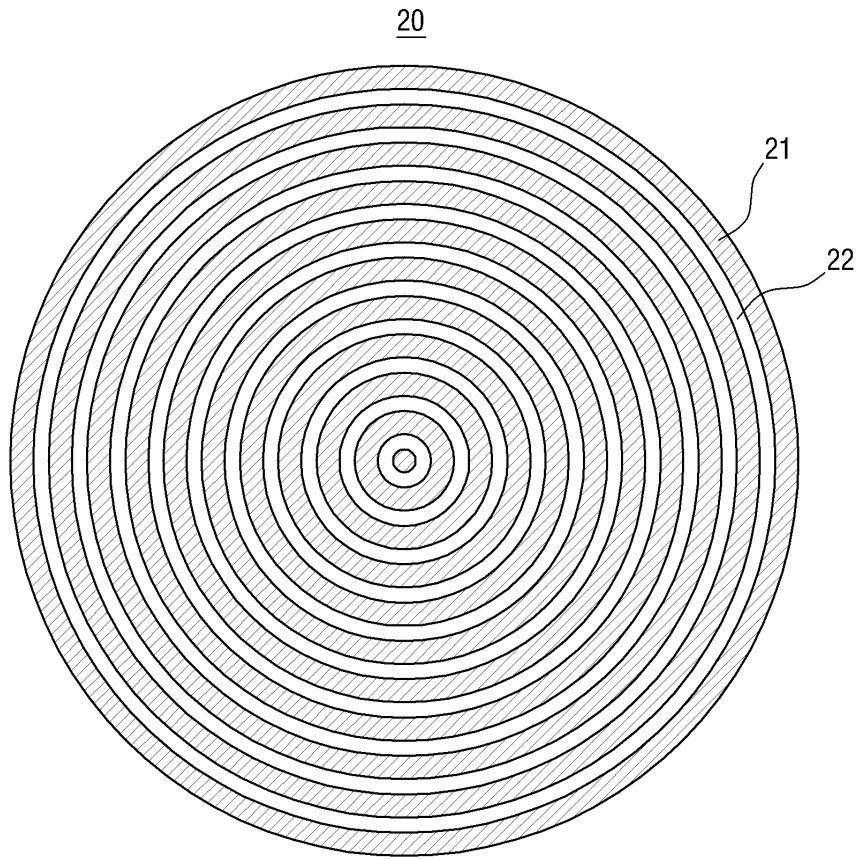
도면9



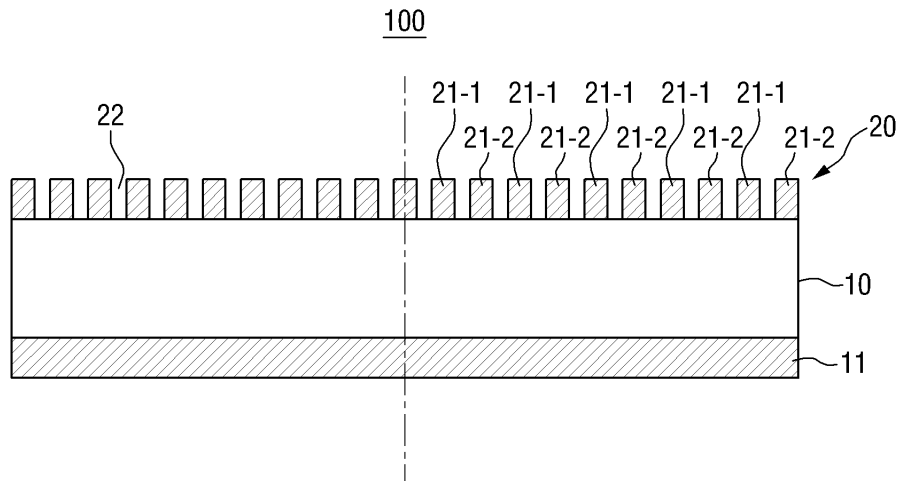
도면10

index	ring radiis(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

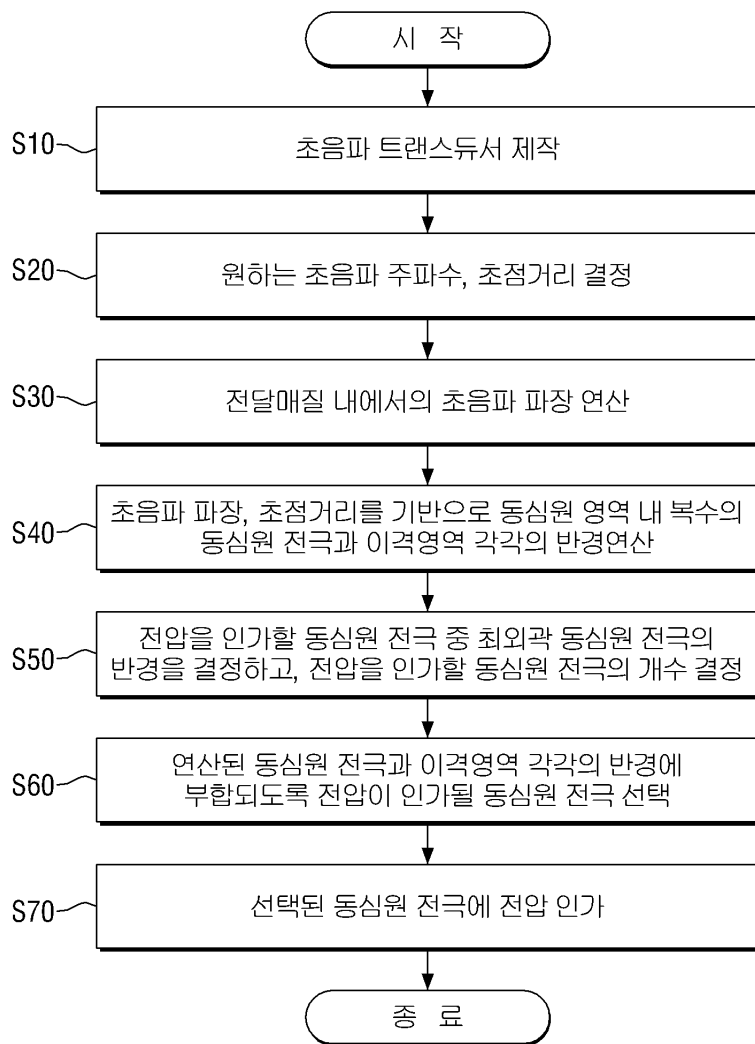
도면11



도면12



도면13



专利名称(译)	聚焦超声换能器使用同心圆电极施加声透镜和控制聚焦超声换能器的方法		
公开(公告)号	KR1020180096848A	公开(公告)日	2018-08-30
申请号	KR1020170022370	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		
[标]发明人	DOH IL 도일 YONG TAE KIM 김용태 KIM SE HWA 김세화 BAIK KYUNG MIN 백경민		
发明人	도일 김용태 김세화 백경민		
IPC分类号	A61B8/00		
CPC分类号	A61B8/4494 A61B8/4477		
其他公开文献	KR101955786B1		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

本发明涉及一种采用同心电极的聚焦超声换能器和该换能器的控制方法。更具体地说，涉及一种聚焦超声换能器，包括：用于激发超声波的超声波激励器；第一电极层设置在超声波振子的一个表面上；并且，多个同心圆形区域设置在超声波振动器的另一个表面上并且相对于中心点同心地布置，其中同心圆形区域包括从中心点沿径向方向彼此间隔开的多个同心圆形电极，并且，第二电极层和聚焦超声波换能器，其中各个间隔区域彼此交叉，声波会聚在焦点附近，聚焦超声波换能器采用同心圆形电极。专利文献1：JP-A-10-2018-0096848

