

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2016년 12월 29일 (29.12.2016)



(10) 국제공개번호
WO 2016/208872 A1

- (51) 국제특허분류:
A61N 7/02 (2006.01) H04R 17/00 (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2016/005084
- (22) 국제출원일: 2016년 5월 13일 (13.05.2016)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2015-0089202 2015년 6월 23일 (23.06.2015) KR
- (71) 출원인: 서강대학교 산학협력단 (SOGANG UNIVERSITY RESEARCH FOUNDATION) [KR/KR]; 04107 서울시 마포구 백범로 35, Seoul (KR).
- (72) 발명자: 장진호 (CHANG, Jin Ho); 08018 서울시 양천구 목동동로 130, 1429 동 503 호, Seoul (KR). 장지훈 (JANG, Jihun); 01784 서울시 노원구 공릉로 351, 4 동 405 호, Seoul (KR).
- (74) 대리인: 특허법인 충현 (CHUNG HYUN PATENT & LAW FIRM); 06779 서울시 서초구 동산로 23 베텔회관 8층, Seoul (KR).
- (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ,

CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

규칙 4.17에 의한 선언서:

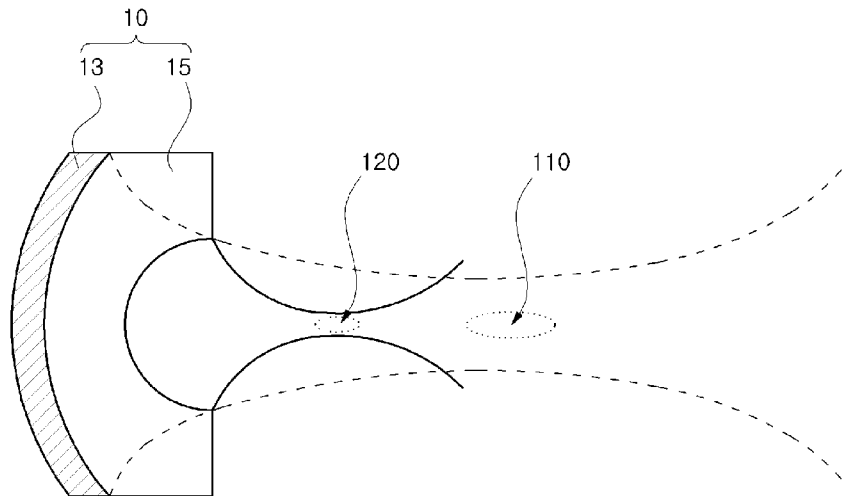
- 신규성을 해치지 아니하는 개시 또는 신규성 상실의 예외에 관한 선언 (규칙 4.17(v))

공개:

- 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

(54) Title: ULTRASONIC TRANSDUCER ASSEMBLY FOR BEAM FOCUSING AND METHOD FOR MANUFACTURING SAME

(54) 발명의 명칭 : 빔 집속을 위한 초음파 변환자 조립체 및 그의 제조 방법



(57) Abstract: An ultrasonic transducer assembly for beam focusing comprises: a piezoelectric element formed concavely such that ultrasonic waves can be focused at a first focusing point; and an acoustic lens attached to the concave surface of the piezoelectric element such that ultrasonic waves, which are emitted from the piezoelectric element, are focused at a second focusing point, which is relatively closer to the piezoelectric element than the first focusing point.

(57) 요약서: 빔 집속을 위한 초음파 변환자 조립체는, 초음파를 제 1 집속점에 집속시킬 수 있도록 오목하게 형성된 압전 소자 및 압전 소자의 오목한 면에 부착되어 압전 소자로부터 방사된 초음파를 제 1 집속점보다 상대적으로 압전 소자에 더 가까운 제 2 집속점에 집속시키는 음향 렌즈를 포함한다.



WO 2016/208872 A1

명세서

발명의 명칭: 빔 집속을 위한 초음파 변환자 조립체 및 그의 제조 방법

기술분야

- [1] 본 발명은 본 발명은 초음파를 발생시켜 방사하는 초음파 변환자에 관한 것으로, 특히 원하는 집속점에 초음파 에너지를 집속시킬 수 있도록 초음파 변환자가 구비하는 음향 렌즈의 형태를 설계하는 기술 및 이를 통해 제조된 초음파 변환자 조립체에 관한 것이다.

배경기술

- [2] 단일 소자 초음파 변환자 또는 배열 소자 초음파 변환자의 고도 방향 빔 집속은 일반적으로 음향 렌즈를 이용한다. 음향 렌즈에서와 생체 조직에서의 초음파 속도의 차이를 이용하여 원하는 집속점에 초음파 에너지를 집속시킬 수 있도록 음향 렌즈 형태를 오목(concave)하게 또는 볼록(convex)하게 설계를 할 수 있다.
- [3] 이와 달리 압축-포커싱(pressed-focusing) 기법을 이용하여 변환자 표면의 형태를 오목하게 제작하고 요면의 원점에 초음파의 에너지를 집속하는 기법을 이용하기도 한다. 또한, 집속점과 초음파 변환자의 구경의 비로 정의되는 'F-number(집속 거리/변환자 구경)'는 그 값이 작을수록 초음파 에너지가 좁은 영역에 모이게 되며, 이러한 이유로 치료용 초음파 변환자, 고주파수 초음파 영상용 변환자 또는 고주파수 초음파 세포 조작(cell manipulation)용 변환자는 이러한 F-number가 '1'에 근접하도록 설계 및 제작되어야만 한다.
- [4] 이를 통해 치료용 초음파 변환자는 더 큰 초음파 에너지를 집속시킬 수 있어 치료 효과를 증대함과 동시에 치료 시간을 단축시킬 수 있으며, 고주파수 초음파 영상의 경우 높은 공간 해상도를 제공할 수 있고, 세포 조작을 위해서는 초음파 에너지를 이용하여 세포(cell)를 트래핑(trapping)하여 원하는 위치로 옮길 수 있게 된다. 이러한 응용을 위해서는 현재 주로 압축-포커싱 기술을 이용하고 있다. 이하에서 제시되는 선행기술문헌은 압축-포커싱 기법을 사용한 집속 방법을 소개하고 있다.

- [5] [선행기술문헌] 한국특허공개공보 10-2014-0143597, 2014.12.17 공개, 동국대학교 산학협력단

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [6] 본 발명이 해결하고자 하는 기술적 과제는, 종래의 초음파 변환자가 집속 거리와 변환자 구경의 비율을 감소시키는데 어려움이 있으며, 특히 피부 근처의 초음파 방사를 위해, 즉 집속 거리를 짧게 유지하면서 많은 에너지를 전달하기 위해 변환자의 구경을 증가시키는데 존재하는 물리적인 한계를 극복하는데 있다. 나아가, 변환자의 구경을 증가시킬 경우 요구되는 변환자의 이격을 위해

불필요한 하드웨어 구성이 추가되는 문제를 해결하고자 한다.

과제 해결 수단

- [7] 상기 기술적 과제를 해결하기 위하여, 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파 변환자 조립체는, 초음파를 제 1 집속점에 집속시킬 수 있도록 오목하게 형성된 압전 소자; 및 상기 압전 소자의 오목한 면에 부착되어 상기 압전 소자로부터 방사된 초음파를 상기 제 1 집속점보다 상대적으로 상기 압전 소자에 더 가까운 제 2 집속점에 집속시키는 음향 렌즈;를 포함한다.
- [8] 일 실시예에 따른 초음파 변환자 조립체에서, 상기 음향 렌즈는, 상기 압전 소자와 변환자 구경은 동일하고, 상기 압전 소자보다 집속 거리가 짧은 것이 바람직하다.
- [9] 일 실시예에 따른 초음파 변환자 조립체에서, 집속 거리와 변환자 구경의 비율은, 상기 압전 소자 단독의 경우에 비해 상기 압전 소자와 상기 음향 렌즈가 결합된 경우가 상대적으로 더 작은 값을 갖는 것이 바람직하다.
- [10] 일 실시예에 따른 초음파 변환자 조립체에서, 상기 초음파 변환자 조립체의 집속 거리와 변환자 구경의 비율은 상기 음향 렌즈 없이 압전 소자만으로 구성된 초음파 변환자의 집속 거리와 변환자 구경의 비율보다 상대적으로 더 작은 값을 갖는 것이 바람직하다.
- [11] 일 실시예에 따른 초음파 변환자 조립체에서, 상기 제 2 집속점은, 상기 압전 소자의 중심으로부터 상기 음향 렌즈의 중심을 관통하여 음향 매질을 직선으로 통과하는데 소요되는 시간과, 상기 압전 소자의 말단으로부터 상기 음향 렌즈를 통해 상기 음향 매질을 굴절된 각도로 통과하는데 소요되는 시간이 동일해지는 위치로 결정된다.
- [12] 일 실시예에 따른 초음파 변환자 조립체에서, 상기 음향 렌즈에 대한 초음파 전달 속도가 음향 매질에 대한 초음파 전달 속도보다 빠른 경우, 상기 음향 렌즈가 상기 음향 매질을 마주보는 대향면은 오목하게 형성될 수 있다. 또한, 상기 음향 렌즈의 오목한 대향면이 형성하는 구의 반지름은, 상기 압전 소자의 오목한 면이 형성하는 구의 반지름보다 상대적으로 더 작은 값을 갖는 것이 바람직하다.
- [13] 일 실시예에 따른 초음파 변환자 조립체에서, 상기 음향 렌즈에 대한 초음파 전달 속도가 음향 매질에 대한 초음파 전달 속도보다 느린 경우, 상기 음향 렌즈가 상기 음향 매질을 마주보는 대향면은 볼록 또는 평평하게 형성될 수 있다. 또한, 상기 음향 렌즈의 볼록한 대향면이 형성하는 구의 반지름은, 상기 압전 소자의 오목한 면이 형성하는 구의 반지름보다 상대적으로 더 작은 값을 갖는 것이 바람직하다.
- [14] 일 실시예에 따른 초음파 변환자 조립체에서, 상기 압전 소자 및 상기 음향 렌즈를 관통하는 구멍을 형성하고, 형성된 상기 구멍을 통해 영상 소자 또는 치료 소자를 수용할 수 있다.

- [15] 일 실시예에 따른 초음파 변환자 조립체는, 상기 압전 소자와 상기 음향 렌즈 사이에 위치하여 에너지 반사를 감소시키는 제 1 음향 정합층; 또는 상기 음향 렌즈가 음향 매질을 마주보는 음향 렌즈의 대향면 위에 위치하여 에너지 반사를 감소시키는 제 2 음향 정합층; 중 적어도 하나를 더 포함할 수 있다.
- [16] 상기 기술적 과제를 해결하기 위하여, 본 발명의 다른 실시예에 따른 초음파 변환자 조립체의 제조 방법은, 초음파를 제 1 집속점에 집속시킬 수 있도록 원형구를 이용하여 압전 소자를 압축(press)하여 오목하게 형성하는 단계; 상기 압전 소자로부터 방사된 초음파를 상기 제 1 집속점보다 상대적으로 상기 압전 소자에 더 가까운 제 2 집속점에 집속시킬 수 있도록 음향 렌즈를 형성하는 단계; 및 상기 압전 소자의 오목한 면에 상기 음향 렌즈를 부착하는 단계;를 포함한다.
- [17] 다른 실시예에 따른 초음파 변환자 조립체의 제조 방법에서, 상기 음향 렌즈를 형성하는 단계는, 상기 음향 렌즈에 대한 초음파 전달 속도와 음향 매질에 대한 초음파 전달 속도를 비교하여 음향 렌즈의 모양을 결정하는 단계; 및 결정된 음향 렌즈의 모양에 따라 상기 음향 렌즈와 음향 매질을 통과하는 초음파의 속도와 굴절률을 고려하여 상기 압전 소자보다 집속 거리가 짧아지도록 음향 렌즈의 곡률을 결정하는 단계;를 포함할 수 있다.
- [18] 다른 실시예에 따른 초음파 변환자 조립체의 제조 방법에서, 상기 음향 렌즈에 대한 초음파 전달 속도가 음향 매질에 대한 초음파 전달 속도보다 빠른 경우, 상기 음향 렌즈를 형성하는 단계는, 상기 음향 렌즈가 상기 음향 매질을 마주보는 대향면을 오목하게 형성할 수 있다.
- [19] 다른 실시예에 따른 초음파 변환자 조립체의 제조 방법에서, 상기 음향 렌즈에 대한 초음파 전달 속도가 음향 매질에 대한 초음파 전달 속도보다 느린 경우, 상기 음향 렌즈를 형성하는 단계는, 상기 음향 렌즈가 상기 음향 매질을 마주보는 대향면을 볼록 또는 평평하게 형성할 수 있다.
- [20] 다른 실시예에 따른 초음파 변환자 조립체의 제조 방법에서, 상기 음향 렌즈를 형성하는 단계는, 상기 초음파 변환자 조립체의 집속 거리와 변환자 구경의 비율이 상기 음향 렌즈 없이 압전 소자만으로 구성된 초음파 변환자의 집속 거리와 변환자 구경의 비율보다 상대적으로 더 작은 값을 갖도록 상기 제 2 집속점의 위치를 결정할 수 있다.
- [21] 다른 실시예에 따른 초음파 변환자 조립체의 제조 방법에서, 상기 음향 렌즈를 형성하는 단계는, 상기 압전 소자의 중심으로부터 상기 음향 렌즈의 중심을 관통하여 음향 매질을 직선으로 통과하는데 소요되는 시간과, 상기 압전 소자의 말단으로부터 상기 음향 렌즈를 통해 상기 음향 매질을 굴절된 각도로 통과하는데 소요되는 시간이 동일해지도록, 상기 제 2 집속점의 위치를 결정한다.
- [22] 다른 실시예에 따른 초음파 변환자 조립체의 제조 방법은, 영상 소자 또는 치료 소자를 수용할 수 있도록 상기 압전 소자 및 상기 음향 렌즈를 관통하는 구멍을 형성하는 단계;를 더 포함할 수 있다.

- [23] 다른 실시예에 따른 초음파 변환자 조립체의 제조 방법에서, 상기 압전 소자의 오목한 면에 에너지 반사를 감소시키는 제 1 음향 정합층을 형성하는 단계;를 더 포함하되, 상기 음향 렌즈를 부착하는 단계는, 형성된 상기 제 1 음향 정합층 위에 수행될 수 있다.
- [24] 다른 실시예에 따른 초음파 변환자 조립체의 제조 방법에서, 상기 음향 렌즈가 음향 매질을 마주보는 음향 렌즈의 대향면 위에 에너지 반사를 감소시키는 제 2 음향 정합층을 형성하는 단계;를 더 포함할 수 있다.

발명의 효과

- [25] 본 발명의 실시예들은, 초음파 에너지가 전달될 매질의 속도와 음향 렌즈의 속도를 고려하여 집속 거리가 감소될 수 있도록 설계된 음향 렌즈를 포함하는 초음파 변환자 조립체 및 그 제조 방법을 제안함으로써, 압전 소자가 조사 대상 내지 위치로부터 이격되는 불필요한 공간을 없애 초음파 프로브의 사이즈를 줄이고, 효과적으로 초음파 집속 거리를 감소시킬 수 있을 뿐만 아니라, 변환자의 구경을 크게 제작하는 것이 가능하면서 보다 짧은 거리에 집속이 가능하도록 하는 동적 설계가 가능하다.

도면의 간단한 설명

- [26] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 빔 집속 거리 감소를 위한 초음파 변환자 조립체를 예시한 도면이다.
- [27] 도 2는 초음파 변환자 구조에 따른 빔 집속 거리의 차이를 설명하기 위한 도면이다.
- [28] 도 3a 내지 도 3c는 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파 변환자 조립체에서 음향 렌즈를 설계하는 방법을 예시한 도면이다.
- [29] 도 4a 내지 도 4c는 각각 도 3a 내지 도 3c의 설계에 따라 도출된 음향 렌즈의 형태를 예시한 도면이다.
- [30] 도 5a 내지 도 5c는 각각 도 4a 내지 도 4c의 음향 렌즈를 응용 분야에서 활용하기 위한 다른 형태를 예시한 도면이다.
- [31] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파 변환자 조립체의 에너지 집속 효율을 향상시키기 위한 음향 정합 방법을 설명하기 위한 예시도이다.
- [32] 도 7은 본 발명의 다른 실시예에 따른 빔 집속 거리 감소를 위한 초음파 변환자 조립체의 제조 방법을 도시한 흐름도이다.
- [33] 도 8은 도 7의 초음파 변환자 조립체의 제조 방법에서 음향 렌즈를 형성하는 과정을 보다 구체적으로 도시한 흐름도이다.
- [34] <부호의 설명>
- [35] 10 : 초음파 변환자 조립체
- [36] 13 : 압전 소자
- [37] 15 : 음향 렌즈
- [38] 17 : 구멍

- [39] 18, 19 : 음향 정합층
- [40] 210 : 하우징
- [41] 220 : 물 또는 음향 매질

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [42] 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파 변환자 조립체는, 초음파를 제 1 집속점에 집속시킬 수 있도록 오목하게 형성된 압전 소자; 및 상기 압전 소자의 오목한 면에 부착되어 상기 압전 소자로부터 방사된 초음파를 상기 제 1 집속점보다 상대적으로 상기 압전 소자에 더 가까운 제 2 집속점에 집속시키는 음향 렌즈;를 포함한다.

발명의 실시를 위한 형태

- [43] 본 발명의 실시예들을 설명하기에 앞서, 초음파 변환자의 특징과 치료용 초음파 변환자의 제조 기술에 따라 나타나는 문제점을 간략히 소개한 후, 이러한 문제점을 해결하기 위해 본 발명의 실시예들이 채택하고 있는 기술적 수단을 순차적으로 제시하도록 한다.
- [44] 앞서 소개한 초음파 변환자의 집속 거리와 변환자 구경의 비율인 F-number는 '1' 이하로 만들기 어려우며, 일반적으로 가장 작게 할 수 있는 F-number '1'의 경우에는 초음파 변환자의 구경과 집속 위치가 동일하게 되어 전술한 기술을 인체를 대상으로 사용할 수 없다는 문제점이 발생한다. 그 이유는 인체를 대상으로 전술한 기술을 이용하기 위해서 초음파 변환자를 피부에 접촉해야하며, 이 경우 집속점이 피부 표면이 될 수 없기 때문이다.
- [45] 또한, 피부 병변 치료 및 미용 용도의 초음파 치료기의 경우에는 전술한 문제로 인해 표면으로부터 낮은 깊이에 빔을 집속시키기 위해서 물 또는 다른 매질을 이용하여 변환자와 피부의 공간을 이격시켜 주는 방법을 이용한다. 변환자와 전파될 매질의 표면을 이격시키는 경우에는 의료용 초음파의 특성상 공기를 투과하기 힘들기 때문에, 물 또는 다른 음향 매질로 이격된 공간을 채워 주어야 한다. 하지만 이러한 방법은 변환자의 구경이 커짐에 따라 점점 더 큰 이격이 필요할 뿐만 아니라, 물 또는 다른 음향 매질을 초음파 변환자 앞에 고정시켜 주기 위한 별도의 하우징(housing)이 필요하다는 불편을 야기한다. 이러한 제약은 사용상의 불편함과 동시에 초음파 변환자의 제작 단가를 높이는 요인 중 하나로 지적된다. 한편, 변환자의 구경을 작게 디자인하는 경우에는 음향소자에서 방사되는 에너지가 작아져 매질로 전달되는 에너지가 작아지는 단점이 있다.
- [46] 따라서, 이하에서 제시되는 본 발명의 실시예들에서는 상기된 문제점을 해결하기 위해서, 우선 압축-포커싱 방법을 이용하여 압전 소자의 집속 거리를 최대한 줄이고, 초음파가 전파되는 매질의 굴절률을 고려한 음향 렌즈를 설계하여 다시 한 번 빔을 집속시킴으로써, 집속 거리를 효과적으로 줄일 수 있는 기술을 제안한다.

- [47] 보다 구체적으로, 본 발명의 실시예들은, 먼저 압전 소자를 압축-포커싱(pressed-focusing) 기법을 이용하여 특정한 F-number를 가지도록 디자인하고, 렌즈로 이용할 물질과 초음파가 전파되는 매질의 물성을 고려하여, 스넬의 법칙(Snell's Law)을 만족시키는 음향 렌즈의 형태를 결정한다. 그 후 원하는 지점에 집속되도록 하는 렌즈의 곡률 반경(Curvature radius)과 두께(Thickness)의 최적의 조합을 산출한다. 마지막으로 이렇게 결정된 파라미터를 갖도록 렌즈를 변환자에 캐스팅(Casting) 형태로 제작하거나, 제작한 렌즈를 본딩(Bonding)한다.
- [48] 이러한 방법을 통해 제작된 초음파 변환자는 F-number를 효과적으로 '1' 이하로 줄일 수 있을 뿐만 아니라, 큰 구경을 가지는 변환자로 짧은 거리에 집속이 가능하기 때문에 피부 치료와 같은 낮은 깊이 병변에 효율적으로 사용할 수 있으며, 피부층과 같이 얇은 깊이의 정보 획득이 쉽게 가능하다는 장점이 있다. 또한 세포(cell) 영상을 포함하여 고주파수 초음파를 이용한 고해상도 초음파 영상, 고해상도 광음향(photoacoustic) 영상, 세포 조작(cell manipulation) 등의 응용에 효과적으로 사용될 수 있다.
- [49] 추가적으로 본 발명의 실시예들은 다양한 렌즈 형태를 제안함으로써 렌즈 물질 또는 음향 매질의 물성에 따라 선택적 디자인이 가능하도록 하는 기술과 음향 정합을 통한 빔 집속 에너지 효율을 상승시키기 위한 방법을 포함한다.
- [50] 이하에서는 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 구체적으로 설명하도록 한다.
- [51] 도 1은 본 발명의 일 실시예에 따른 빔 집속 거리 감소를 위한 초음파 변환자 조립체(10)를 예시한 도면으로서, 점선으로 표시된 부분은 압축-포커싱만을 구현한 변환자(13)의 빔의 형태를 도시한 것이고, 실선으로 표시된 부분은 본 발명의 실시예들이 채택하고 있는 음향 렌즈(15)에 의해 재집속된 빔의 형태를 나타낸 것이다.
- [52] 도 1에 도시된 바와 같이 특정한 F-number를 가지도록 압축-포커싱된 단일 초음파 변환자(13)에 새로운 형태의 음향 렌즈(15)를 이용하여, 다시 한 번 더 빔을 집속시켜 효과적으로 집속 거리를 줄일 수 있는 방법을 제시하였다. 이 방법은 큰 구경을 가지는 초음파 변환자를 이용해 상대적으로 짧은 집속 거리를 갖도록 구현할 수 있다.
- [53] 요약하건대, 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파 변환자 조립체(10)는, 초음파를 제 1 집속점(110)에 집속시킬 수 있도록 오목하게 형성된 압전 소자(13)를 포함하고, 이에 더하여, 상기 압전 소자(13)의 오목한 면에 부착되어 상기 압전 소자(13)로부터 방사된 초음파를 상기 제 1 집속점(110)보다 상대적으로 상기 압전 소자(13)에 더 가까운 제 2 집속점(120)에 집속시키는 음향 렌즈(15)를 포함한다. 여기서, 상기 음향 렌즈(15)는, 상기 압전 소자(13)와 변환자 구경은 동일하고, 상기 압전 소자(13)보다 집속 거리가 짧은 것을 특징으로 한다. 또한, 집속 거리와 변환자 구경의 비율(F-number)은, 상기 압전

소자(13) 단독의 경우에 비해 상기 압전 소자(13)와 상기 음향 렌즈(15)가 결합된 경우가 상대적으로 더 작은 값을 갖게 된다. 예를 들어, 상기 초음파 변환자 조립체(10)의 집속 거리와 변환자 구경의 비율은 '1'보다 작거나 같은 것이 바람직하다.

- [54] 도 2는 초음파 변환자 구조에 따른 빔 집속 거리의 차이를 설명하기 위한 도면으로서, 종래의 단일 소자의 압전 소자만을 이용한 초음파 변환자의 경우(A)와 본 발명의 실시예들이 제안하고 있는 초음파 변환자 구조체의 경우(B)를 비교하여 도시하였다.
- [55] 앞서 소개한 바와 같이 일반적으로 압축-포커싱된 단일 초음파 변환자의 경우(A) F-number는 '1' 이하의 값을 갖기 어렵다. 따라서 원하는 지점에 빔을 집속시키기 위해서 변환자와 전파되는 매질의 표면을 이격시키는 방법을 이용한다. 그러나 이러한 방법은 이격된 공간을 물 또는 다른 음향 매질(220)로 채워 빔 집속 거리를 줄여야 하기 때문에 음향 매질(220)을 보존하기 위한 하우징(Housing)(210)이 반드시 필요하다는 단점이 있다. 이에 반해, 본 발명의 실시예들에 따른 초음파 변환자 조립체의 경우(B) 압축-포커싱된 단일 초음파 변환자의 빔을 설계된 음향 렌즈를 이용하여 다시 한 번 집속시킴으로써 특정 매질을 이용하여 공간을 이격할 필요가 없으며, 매질을 보존하기 위한 하우징 설계가 필요하지 않은 장점이 있다. 따라서 짧은 집속 거리를 갖는 초음파 변환자를 위한 제작 비용을 절감할 수 있다.
- [56] 도 3a 내지 도 3c는 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파 변환자 조립체에서 음향 렌즈를 설계하는 방법을 예시한 도면으로서, 음향 렌즈의 형태는 스넬의 법칙(Snell's Law)을 만족하도록 디자인된다.
- [57] 이때, 압전 소자의 끝단에 대해서 초음파가 음향 렌즈를 지나는 시간(예를 들어, 도 3a 및 3b에 도시된 ①번 경로)와 음향 렌즈의 경계면에서 집속 지점까지 도달하는 데 걸리는 시간(도 3a 및 3b에 도시된 ②번 경로)의 합이 압전 소자의 중심부에서 집속 지점까지 초음파가 지나는 시간의 합(도 3a 및 3b에 도시된 ③번 및 ④번 경로)과 최대한 일치하는 위치를 갖도록 하는 최적의 렌즈 곡률을 선택하게 된다.
- [58] 도 3a는 음향 렌즈의 속도가 전파되는 매질보다 빠른 경우($V_{lens} > V_{medium}$)를 예시한 도면으로서, 압축-포커싱된 변환자의 앞에 오목한 형태(Press-Concave Type)의 음향 렌즈를 부착하도록 설계하였다. 보다 구체적으로, 음향 렌즈에 대한 초음파 전달 속도가 음향 매질에 대한 초음파 전달 속도보다 빠른 경우, 음향 렌즈가 상기 음향 매질을 마주보는 대향면을 오목하게 형성함으로써, 스넬의 법칙에 따라 굴절되는 초음파의 집속점이 음향 렌즈가 없는 경우의 제 1 집속점에서 음향 렌즈의 구비를 통해 제 2 집속점으로 이동하게 하는 효과를 갖는다. 즉, 음향 렌즈의 속도가 전파되는 매질보다 빠른 경우에 오목한 형태의 음향 렌즈는, 동일한 구경 크기에도 불구하고 보다 짧은

집속 거리를 갖도록 유도한다. 결과적으로, 음향 렌즈의 오목한 대향면이 형성하는 구의 반지름은, 압전 소자의 오목한 면이 형성하는 구의 반지름보다 상대적으로 더 작은 값을 갖게 된다.

- [59] 도 3b 및 도 3c는 음향 렌즈의 속도가 전파되는 매질보다 느린 경우($V_{lens} < V_{medium}$)를 예시한 도면으로서, 압축-포커싱된 변환자의 앞에 볼록한 형태(Press-Convex Type) 또는 평평한 형태(Press-Flat Type)의 음향 렌즈를 부착하도록 설계하였다. 보다 구체적으로, 음향 렌즈에 대한 초음파 전달 속도가 음향 매질에 대한 초음파 전달 속도보다 느린 경우, 음향 렌즈가 음향 매질을 마주보는 대향면을 볼록 또는 평평하게 형성함으로써, 스넬의 법칙에 따라 굴절되는 초음파의 집속점이 음향 렌즈가 없는 경우의 제 1 집속점에서 음향 렌즈의 구비를 통해 제 2 집속점으로 이동하게 하는 효과를 갖는다. 즉, 음향 렌즈의 속도가 전파되는 매질보다 느린 경우에 볼록 또는 평평한 형태의 음향 렌즈는, 동일한 구경 크기에도 불구하고 보다 짧은 집속 거리를 갖도록 유도한다. 결과적으로, 음향 렌즈의 볼록한 대향면이 형성하는 구의 반지름은, 압전 소자의 오목한 면이 형성하는 구의 반지름보다 상대적으로 더 작은 값을 갖게 된다.

- [60] 이상의 도 3a 및 도 3b에서 초음파의 전달 시간은 다음의 수학식 1 및 2와 같이 정리될 수 있다.

- [61] 수학식 1

[수식1]

$$constant = \frac{l_1}{V_{lens}} + \frac{l_2}{V_{medium}} = \frac{l_3}{V_{lens}} + \frac{l_4}{V_{medium}}$$

- [62] 수학식 2

[수식2]

$$\frac{l_1 - l_3}{V_{lens}} + \frac{l_2 - l_4}{V_{medium}} = 0$$

- [63] 여기서,

$$l_i \quad (i = 1, 2, 3, 4)$$

는 도면에 표시된 초음파의 통과 경로에 대한 길이를 나타낸다.

- [64] 요약하건대, 음향 렌즈의 부착에 의해 형성되는 제 2 집속점은, 압전 소자의 중심으로부터 음향 렌즈의 중심을 관통하여 음향 매질을 직선으로 통과하는데 소요되는 시간과, 압전 소자의 말단으로부터 음향 렌즈를 통해 음향 매질을 굴절된 각도로 통과하는데 소요되는 시간이 동일해지는 위치로 결정될 수 있다.

- [65] 도 4a 내지 도 4c는 각각 도 3a 내지 도 3c의 설계에 따라 도출된 음향 렌즈(15)의 형태를 예시한 도면으로서, 빔 집속 거리를 줄이기 위한 렌즈 형태를 보여준다.

- [66] 초음파가 진행하는 매질이 변경되는 경계면에서는 스넬의 법칙에 따라 초음파 빔이 굴절하게 된다. 따라서 음향 렌즈 물질의 속도가 진행할 매질의 속도보다 빠른 경우는 오목한 형태로 렌즈(15)를 설계함으로써, 빔 집속 거리를 줄일 수 있으며, 음향 렌즈 물질의 속도가 진행할 매질의 속도보다 느린 경우는 볼록한 형태 또는 평평한 형태로 렌즈(15)를 설계함으로써, 빔 집속 거리를 줄일 수 있다. 이때, 빔 집속 거리의 감소는 종래의 단일 소자의 압전 소자(13)를 사용한 경우와 비교하였음을 의미하며, 또한 F-number가 감소되었음을 나타내기도 한다. 이처럼 본 발명의 실시예들은 매질의 특성에 따라서 다양한 형태의 렌즈(15)를 설계하는 것이 가능하기 때문에 음향 매질의 특성에 제약을 받지 않는 장점이 있다.
- [67] 도 5a 내지 도 5c는 각각 도 4a 내지 도 4c의 음향 렌즈를 응용 분야에서 활용하기 위한 또 다른 형태를 예시한 도면으로서, 압전 소자(13) 및 음향 렌즈(15)를 관통하도록 다양한 크기 또는 다양한 형태의 구멍(17)을 형성하고, 형성된 상기 구멍을 통해 다른 초음파 변환자 또는 다른 양상(Modality)(예를 들어, 영상 소자 또는 치료 소자 등이 될 수 있다.)와 혼용 내지 수용이 가능하도록 할 수 있다.
- [68] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 초음파 변환자 조립체의 에너지 집속 효율을 향상시키기 위한 음향 정합 방법을 설명하기 위한 예시도이다.
- [69] 도 6에서는 압전 소자(13)와 음향 렌즈(15) 사이에 위치하여 에너지 반사를 감소시키는 제 1 음향 정합층(18) 또는 음향 렌즈(15)가 음향 매질을 마주보는 음향 렌즈(15)의 대향면 위에 위치하여 에너지 반사를 감소시키는 제 2 음향 정합층(19) 중 적어도 하나를 더 포함할 수 있다. 이들 음향 정합층들(18, 19)은 성능상의 필요에 따라 각각 하나씩 또는 조합한 형태로 구현될 수 있다. 이러한 음향 정합층들(18, 19)은, 전체적인 에너지 효율의 증가를 가져올 수 있도록 하며, 경계면에서 에너지 반사를 줄여 변환자의 온도 상승을 예방하고 열화 효과를 감소시킬 수 있다.
- [70] 상기된 본 발명의 실시예들에 따른 초음파 변환자 조립체를 이용하면 불필요한 하우징을 제거함과 동시에 집속 거리를 효과적으로 줄이는 것이 가능하고, 큰 변환자 구경(F-number가 '1' 이하가 될 수 있기 때문에 변환자 구경을 집속 거리보다 크게 하는 것이 가능하다.)을 이용하여 상대적으로 큰 에너지를 전달하는 것이 가능하다. 즉, 초음파 에너지가 전달될 매질의 속도와 음향 렌즈의 속도를 고려하여 새로운 형태의 렌즈를 설계함으로써, 불필요하게 이격되는 공간을 없애 초음파 프로브의 사이즈를 줄이고, 효과적으로 초음파 집속 거리를 감소시킬 수 있다. 또한 변환자의 구경을 크게 제작하는 것이 가능하면서 짧은 거리에 집속이 가능하도록 하는 동적 설계가 가능하도록 한다.
- [71] 도 7은 본 발명의 다른 실시예에 따른 빔 집속 거리 감소를 위한 초음파 변환자 조립체의 제조 방법을 도시한 흐름도로서, 앞서 도 1, 도 3a 내지 도 3c를 통해 소개한 초음파 변환자 조립체의 각 구성에 대응하는 제조 공정을 기술하고

- 있으므로, 설명의 중복을 피하기 위해 여기서는 그 개요만을 약술하도록 한다.
- [72] S710 단계에서는, 초음파를 제 1 집속점에 집속시킬 수 있도록 원형 구를 이용하여 압전 소자를 압축(press)하여 오목하게 형성한다.
- [73] S720 단계에서는, 상기 압전 소자로부터 방사된 초음파를 상기 제 1 집속점보다 상대적으로 상기 압전 소자에 더 가까운 제 2 집속점에 집속시킬 수 있도록 음향 렌즈를 형성한다. 음향 렌즈를 형성하는 이 과정은, 상기 압전 소자의 중심으로부터 상기 음향 렌즈의 중심을 관통하여 음향 매질을 직선으로 통과하는데 소요되는 시간과, 상기 압전 소자의 말단으로부터 상기 음향 렌즈를 통해 상기 음향 매질을 굴절된 각도로 통과하는데 소요되는 시간이 동일해지도록, 상기 제 2 집속점의 위치를 결정함으로써 달성될 수 있다. 또한, 상기 초음파 변환자 조립체의 집속 거리와 변환자 구경의 비율이 상기 음향 렌즈 없이 압전 소자만으로 구성된 초음파 변환자의 집속 거리와 변환자 구경의 비율보다 상대적으로 더 작은 값을 갖도록 상기 제 2 집속점의 위치를 결정하는 것이 바람직하다.
- [74] S730 단계에서는, 상기 압전 소자의 오목한 면에 상기 음향 렌즈를 부착한다.
- [75] 한편, 상기된 빔 집속 거리 감소를 위한 초음파 변환자 조립체의 제조 방법은, S715 단계를 통해, 상기 압전 소자의 오목한 면에 에너지 반사를 감소시키는 제 1 음향 정합층을 형성하는 과정을 더 포함할 수 있으며, 상기 음향 렌즈를 부착하는 S720 단계는, S715 단계를 통해 형성된 상기 제 1 음향 정합층 위에 수행될 수 있다. 또한, 상기된 빔 집속 거리 감소를 위한 초음파 변환자 조립체의 제조 방법은, S735 단계를 통해, 상기 음향 렌즈가 음향 매질을 마주보는 음향 렌즈의 대향면 위에 에너지 반사를 감소시키는 제 2 음향 정합층을 형성하는 과정을 더 포함할 수도 있다.
- [76] 나아가, 상기된 빔 집속 거리 감소를 위한 초음파 변환자 조립체의 제조 방법은, 영상 소자 또는 치료 소자를 수용할 수 있도록 상기 압전 소자 및 상기 음향 렌즈를 관통하는 구멍을 형성하는 단계(미도시)를 더 포함할 수 있다.
- [77] 도 8은 도 7의 초음파 변환자 조립체의 제조 방법에서 음향 렌즈를 형성하는 과정(S720)을 보다 구체적으로 도시한 흐름도로서, 초음파를 제 1 집속점에 집속시킬 수 있도록 원형 구를 이용하여 압전 소자를 압축(press)하여 오목하게 형성하는 S710 단계의 이후 과정을 기술하도록 한다.
- [78] 음향 렌즈를 형성하는 S720 단계는, S721 단계를 통해 상기 음향 렌즈에 대한 초음파 전달 속도와 상기 음향 매질에 대한 초음파 전달 속도를 비교하여 음향 렌즈의 모양을 결정한다. 이때, 상기 음향 렌즈에 대한 초음파 전달 속도가 상기 음향 매질에 대한 초음파 전달 속도보다 빠른 경우, S722 단계로 진행하여 상기 음향 렌즈가 상기 음향 매질을 마주보는 대향면을 오목하게 형성한다. 이에 반해, 상기 음향 렌즈에 대한 초음파 전달 속도가 상기 음향 매질에 대한 초음파 전달 속도보다 느린 경우, S723 단계로 진행하여 상기 음향 렌즈가 상기 음향 매질을 마주보는 대향면을 볼록 또는 평평하게 형성한다. 이제, S724 단계로

진행하여 앞서 결정된 음향 렌즈의 모양에 따라 상기 음향 렌즈와 음향 매질을 통과하는 초음파의 속도와 굴절률을 고려하여 상기 압전 소자보다 집속 거리가 짧아지도록 음향 렌즈의 곡률을 결정하게 된다.

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

산업상 이용가능성

- [80] 상기된 본 발명의 실시예들은, 초음파 에너지가 전달될 매질의 속도와 음향 렌즈의 속도를 고려하여 새로운 형태의 렌즈를 설계함으로써, 이격되는 공간을 없애 초음파 프로브의 사이즈를 줄이고, 효과적으로 초음파 집속 거리를 감소시킬 수 있다. 또한 변환자의 구경을 크게 제작하는 것이 가능하면서 짧은 거리에 집속이 가능하도록 하는 동적 설계가 가능하도록 한다.
- [81] 따라서, 종래의 초음파 변환자와 달리 음향 매질을 보존하기 위한 하우징이 필요하지 않기 때문에, 전체 변환자 프로브의 사이즈를 감소시킬 수 있을 뿐만 아니라, 제작 가격의 감소효과를 가져 올 수 있다. 또한, 변환자의 구경을 크게 제작하는 것이 가능하기 때문에, 같은 집속 거리를 갖는 경우 종래의 초음파 변환자에 비해 본 발명의 실시예들이 제안하고 있는 음향 렌즈를 이용하는 것이 상대적으로 더 큰 에너지의 전달을 기대할 수 있으며, 이에 따라 신호의 크기 또는 SNR의 증가 효과를 가져 올 수 있다. 나아가, 전달되는 에너지의 양을 크게 할 수 있는 점에 착안하여, 낮은 깊이의 병변에 에너지를 집속시켜 치료용 변환자에 효과적일 것으로 기대된다. 더불어 피부층 같이 얇은 깊이의 병변의 정확한 구조적 정보 획득이 가능하고 고주파수 초음파를 이용한 고해상도 초음파 영상(세포 영상 포함), 고해상도 광음향(photoacoustic) 영상, 세포 조작 등의 응용에 효과적으로 사용할 수 있다. 즉, 음향 렌즈의 물질에 따라 여러 가지 렌즈의 형태를 이용하는 것이 가능하기 때문에, 새로운 초음파 변환자 또는 다른 영상과의 혼용이 가능한 장점이 있다.

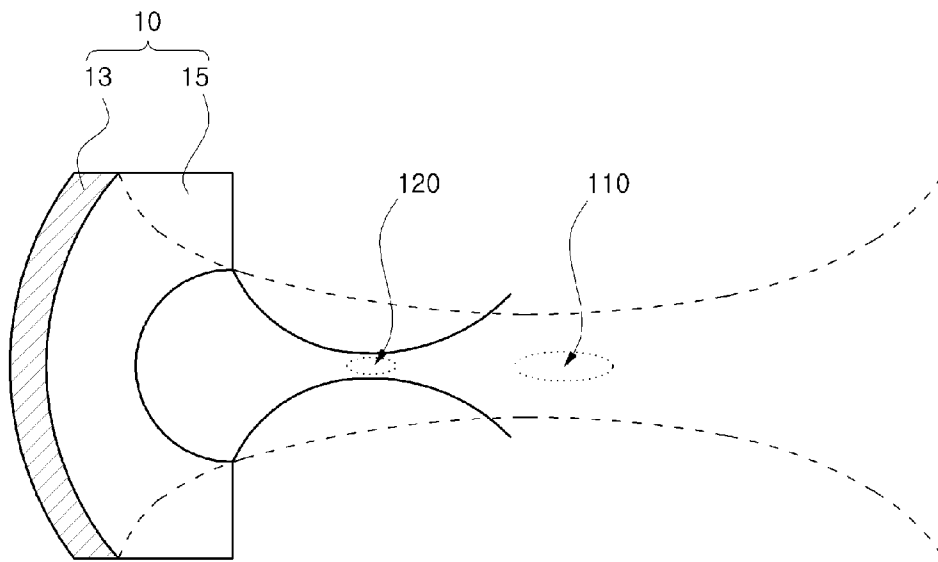
청구범위

- [청구항 1] 초음파를 제 1 집속점에 집속시킬 수 있도록 오목하게 형성된 압전 소자; 및
상기 압전 소자의 오목한 면에 부착되어 상기 압전 소자로부터 방사된 초음파를 상기 제 1 집속점보다 상대적으로 상기 압전 소자에 더 가까운 제 2 집속점에 집속시키는 음향 렌즈;를 포함하는 초음파 변환자 조립체.
- [청구항 2] 제 1 항에 있어서,
상기 음향 렌즈는,
상기 압전 소자와 변환자 구경은 동일하고,
상기 압전 소자보다 집속 거리가 짧은 것을 특징으로 하는 초음파 변환자 조립체.
- [청구항 3] 제 1 항에 있어서,
집속 거리와 변환자 구경의 비율은,
상기 압전 소자 단독의 경우에 비해 상기 압전 소자와 상기 음향 렌즈가 결합된 경우가 상대적으로 더 작은 값을 갖는 것을 특징으로 하는 초음파 변환자 조립체.
- [청구항 4] 제 1 항에 있어서,
상기 초음파 변환자 조립체의 집속 거리와 변환자 구경의 비율은 상기 음향 렌즈 없이 압전 소자만으로 구성된 초음파 변환자의 집속 거리와 변환자 구경의 비율보다 상대적으로 더 작은 값을 갖는 것을 특징으로 하는 초음파 변환자 조립체.
- [청구항 5] 제 1 항에 있어서,
상기 제 2 집속점은,
상기 압전 소자의 중심으로부터 상기 음향 렌즈의 중심을 관통하여 음향 매질을 직선으로 통과하는데 소요되는 시간과, 상기 압전 소자의 말단으로부터 상기 음향 렌즈를 통해 상기 음향 매질을 굴절된 각도로 통과하는데 소요되는 시간이 동일해지는 위치로 결정되는 것을 특징으로 하는 초음파 변환자 조립체.
- [청구항 6] 제 1 항에 있어서,
상기 음향 렌즈에 대한 초음파 전달 속도가 음향 매질에 대한 초음파 전달 속도보다 빠른 경우,
상기 음향 렌즈가 상기 음향 매질을 마주보는 대향면은 오목하게 형성되는 것을 특징으로 하는 초음파 변환자 조립체.
- [청구항 7] 제 6 항에 있어서,
상기 음향 렌즈의 오목한 대향면이 형성하는 구의 반지름은, 상기 압전 소자의 오목한 면이 형성하는 구의 반지름보다 상대적으로 더 작은 값을 갖는 것을 특징으로 하는 초음파 변환자 조립체.

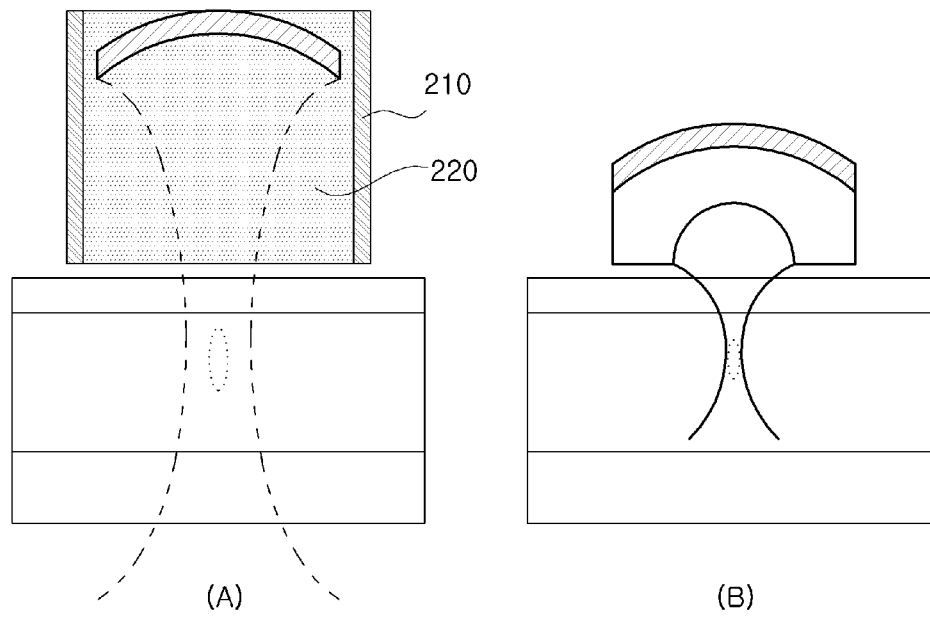
- [청구항 8] 제 1 항에 있어서,
상기 음향 렌즈에 대한 초음파 전달 속도가 음향 매질에 대한 초음파 전달 속도보다 느린 경우,
상기 음향 렌즈가 상기 음향 매질을 마주보는 대향면은 볼록 또는 평평하게 형성되는 것을 특징으로 하는 초음파 변환자 조립체.
- [청구항 9] 제 8 항에 있어서,
상기 음향 렌즈의 볼록한 대향면이 형성하는 구의 반지름은, 상기 압전 소자의 오목한 면이 형성하는 구의 반지름보다 상대적으로 더 작은 값을 갖는 것을 특징으로 하는 초음파 변환자 조립체.
- [청구항 10] 제 1 항에 있어서,
상기 압전 소자 및 상기 음향 렌즈를 관통하는 구멍을 형성하고,
형성된 상기 구멍을 통해 영상 소자 또는 치료 소자를 수용하는 것을 특징으로 하는 초음파 변환자 조립체.
- [청구항 11] 제 1 항에 있어서,
상기 압전 소자와 상기 음향 렌즈 사이에 위치하여 에너지 반사를 감소시키는 제 1 음향 정합층; 또는
상기 음향 렌즈가 음향 매질을 마주보는 음향 렌즈의 대향면 위에 위치하여 에너지 반사를 감소시키는 제 2 음향 정합층; 중 적어도 하나를 더 포함하는 초음파 변환자 조립체.
- [청구항 12] 초음파를 제 1 집속점에 집속시킬 수 있도록 원형 구를 이용하여 압전 소자를 압축(press)하여 오목하게 형성하는 단계;
상기 압전 소자로부터 방사된 초음파를 상기 제 1 집속점보다 상대적으로 상기 압전 소자에 더 가까운 제 2 집속점에 집속시킬 수 있도록 음향 렌즈를 형성하는 단계; 및
상기 압전 소자의 오목한 면에 상기 음향 렌즈를 부착하는 단계;를 포함하는 초음파 변환자 조립체의 제조 방법.
- [청구항 13] 제 12 항에 있어서,
상기 음향 렌즈를 형성하는 단계는,
상기 음향 렌즈에 대한 초음파 전달 속도와 음향 매질에 대한 초음파 전달 속도를 비교하여 음향 렌즈의 모양을 결정하는 단계; 및
결정된 음향 렌즈의 모양에 따라 상기 음향 렌즈와 음향 매질을 통과하는 초음파의 속도와 굴절률을 고려하여 상기 압전 소자보다 집속 거리가 짧아지도록 음향 렌즈의 곡률을 결정하는 단계;를 포함하는 초음파 변환자 조립체의 제조 방법.
- [청구항 14] 제 12 항에 있어서,
상기 음향 렌즈에 대한 초음파 전달 속도가 음향 매질에 대한 초음파 전달 속도보다 빠른 경우, 상기 음향 렌즈를 형성하는 단계는,
상기 음향 렌즈가 상기 음향 매질을 마주보는 대향면을 오목하게

- 형성하는 것을 특징으로 하는 초음파 변환자 조립체의 제조 방법.
- [청구항 15] 제 12 항에 있어서,
상기 음향 렌즈에 대한 초음파 전달 속도가 음향 매질에 대한 초음파 전달 속도보다 느린 경우, 상기 음향 렌즈를 형성하는 단계는,
상기 음향 렌즈가 상기 음향 매질을 마주보는 대향면을 볼록 또는 평평하게 형성하는 것을 특징으로 하는 초음파 변환자 조립체의 제조 방법.
- [청구항 16] 제 12 항에 있어서,
상기 음향 렌즈를 형성하는 단계는,
상기 초음파 변환자 조립체의 집속 거리와 변환자 구경의 비율이 상기 음향 렌즈 없이 압전 소자만으로 구성된 초음파 변환자의 집속 거리와 변환자 구경의 비율보다 상대적으로 더 작은 값을 갖도록 상기 제 2 집속점의 위치를 결정하는 것을 특징으로 하는 초음파 변환자 조립체의 제조 방법.
- [청구항 17] 제 12 항에 있어서,
상기 음향 렌즈를 형성하는 단계는,
상기 압전 소자의 중심으로부터 상기 음향 렌즈의 중심을 관통하여 음향 매질을 직선으로 통과하는데 소요되는 시간과, 상기 압전 소자의 말단으로부터 상기 음향 렌즈를 통해 상기 음향 매질을 굴절된 각도로 통과하는데 소요되는 시간이 동일해지도록, 상기 제 2 집속점의 위치를 결정하는 것을 특징으로 하는 초음파 변환자 조립체의 제조 방법.
- [청구항 18] 제 12 항에 있어서,
영상 소자 또는 치료 소자를 수용할 수 있도록 상기 압전 소자 및 상기 음향 렌즈를 관통하는 구멍을 형성하는 단계;를 더 포함하는 초음파 변환자 조립체의 제조 방법.
- [청구항 19] 제 12 항에 있어서,
상기 압전 소자의 오목한 면에 에너지 반사를 감소시키는 제 1 음향 정합층을 형성하는 단계;를 더 포함하되,
상기 음향 렌즈를 부착하는 단계는, 형성된 상기 제 1 음향 정합층 위에 수행되는 것을 특징으로 하는 초음파 변환자 조립체의 제조 방법.
- [청구항 20] 제 12 항에 있어서,
상기 음향 렌즈가 음향 매질을 마주보는 음향 렌즈의 대향면 위에 에너지 반사를 감소시키는 제 2 음향 정합층을 형성하는 단계;를 더 포함하는 초음파 변환자 조립체의 제조 방법.

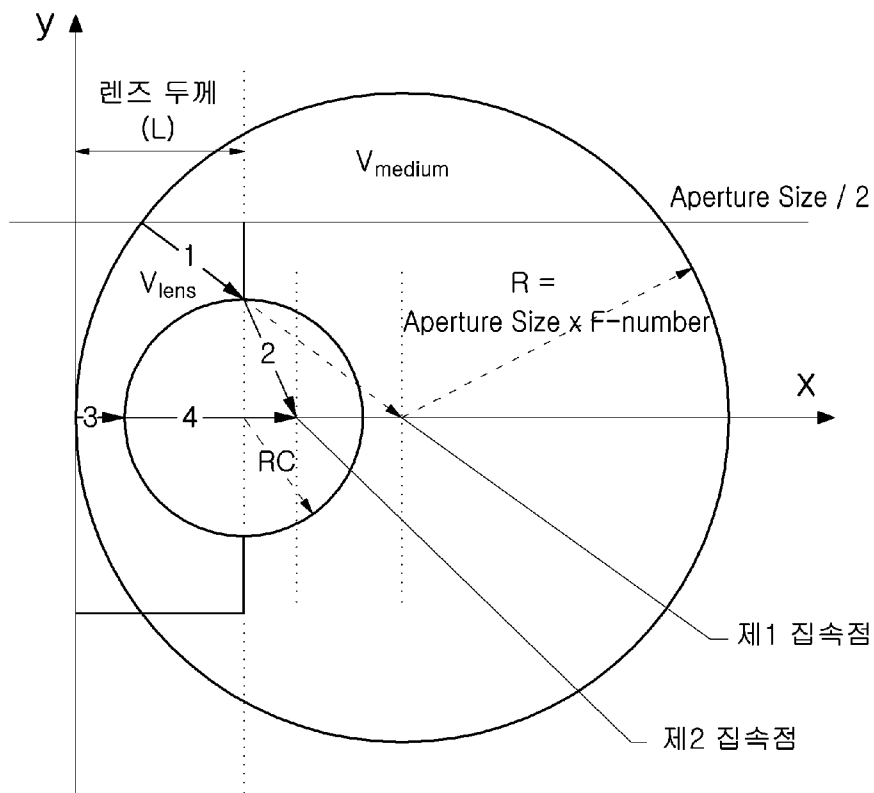
[도1]



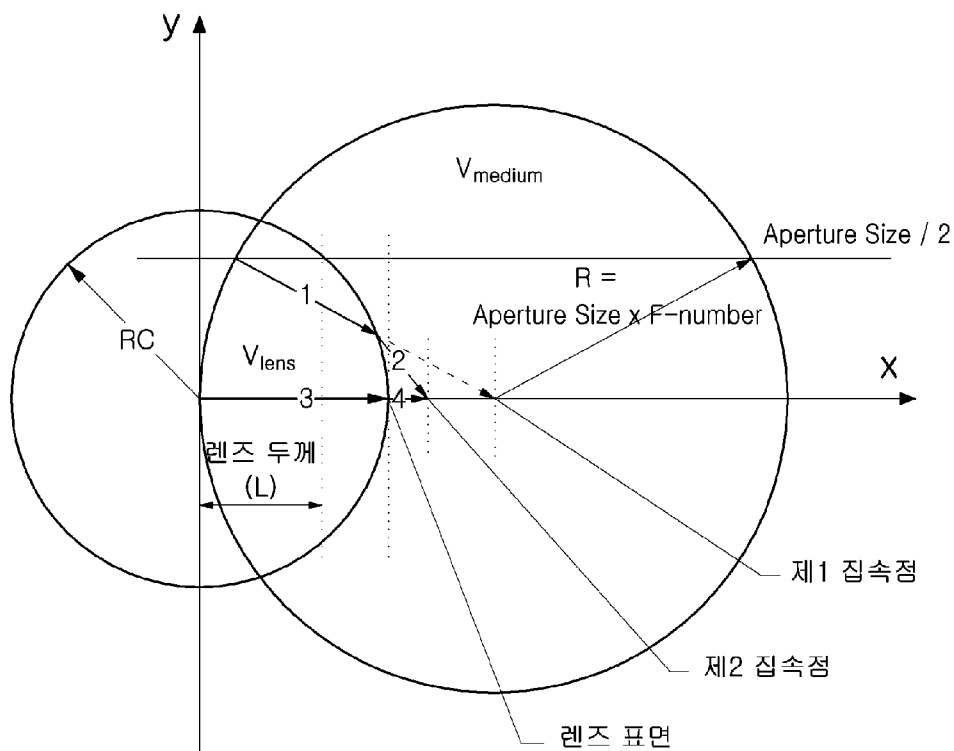
[도2]



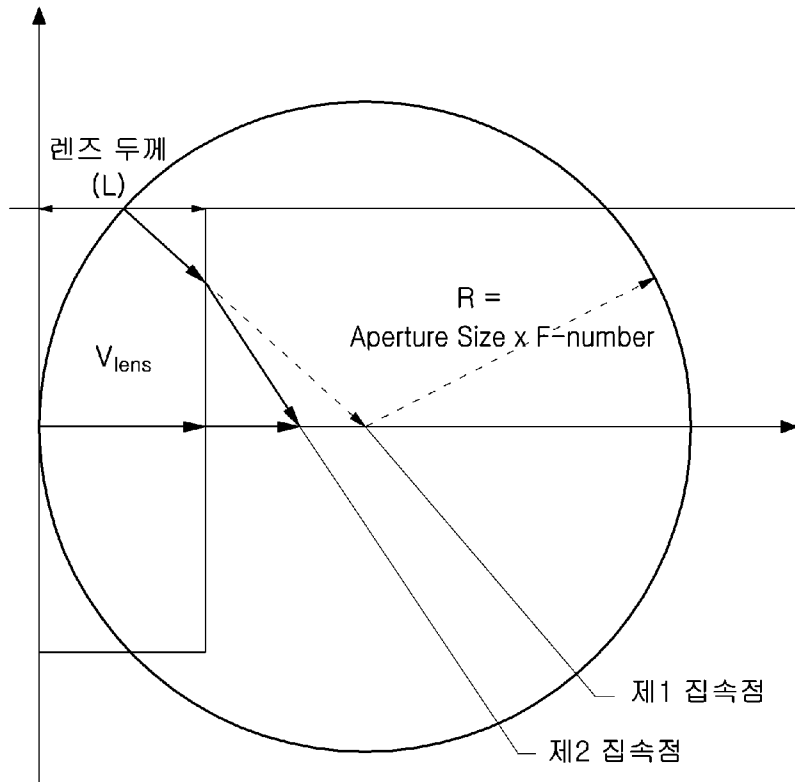
[도3a]



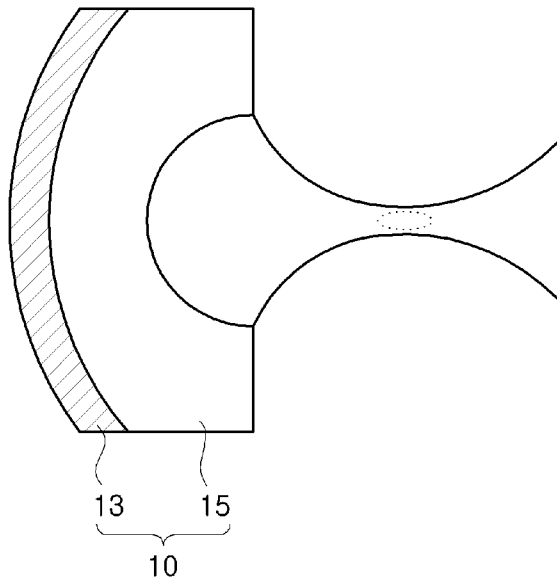
[도3b]



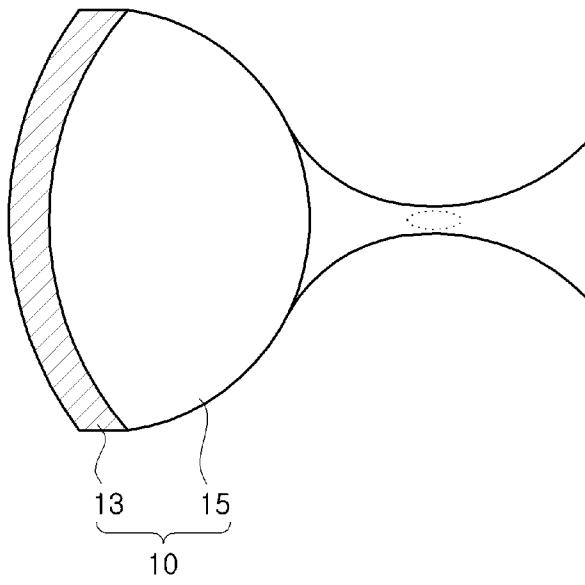
[도3c]



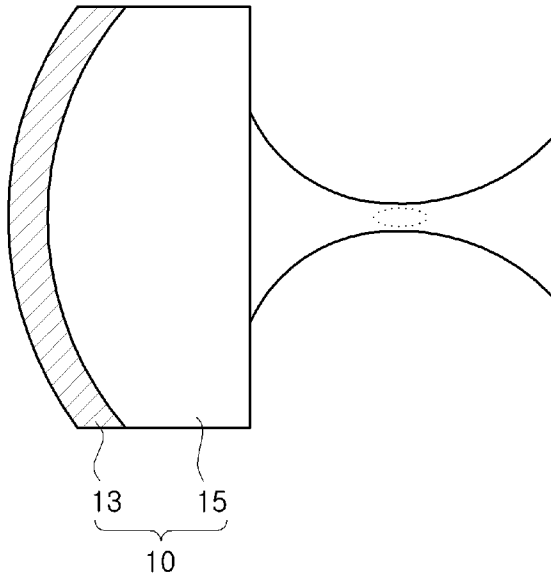
[도4a]



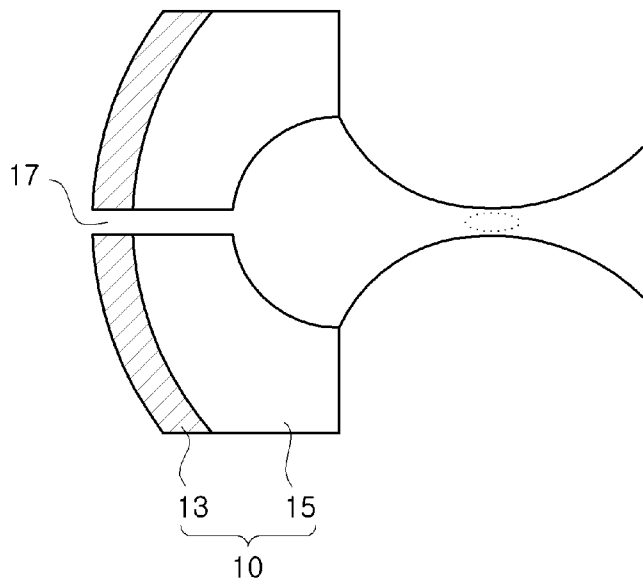
[도4b]



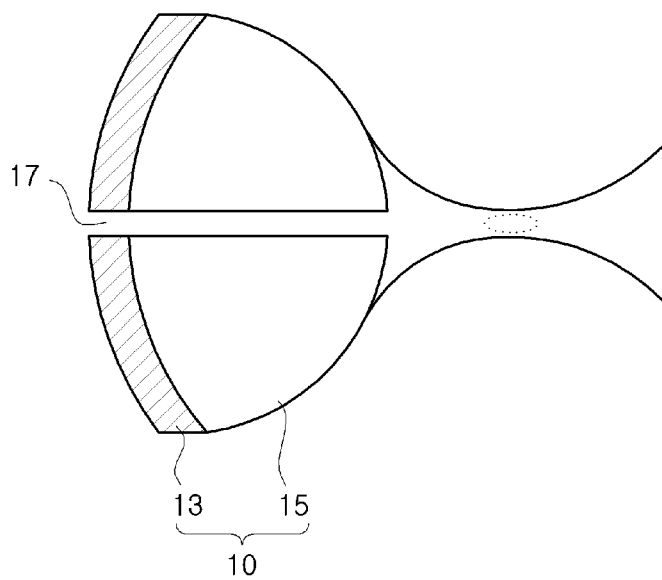
[도4c]



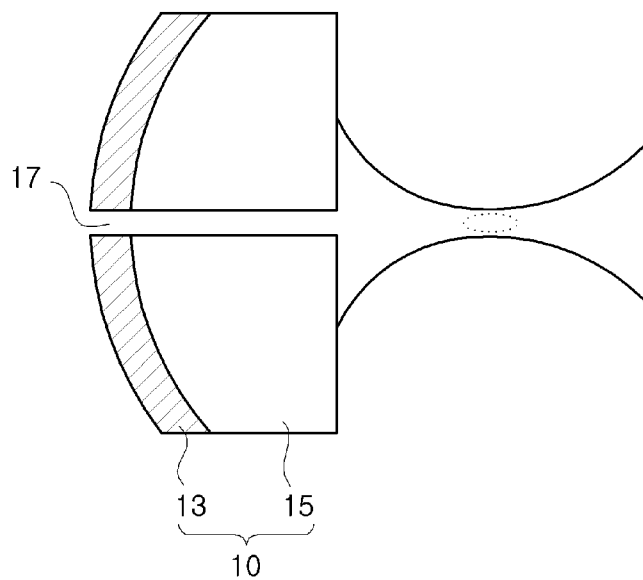
[도5a]



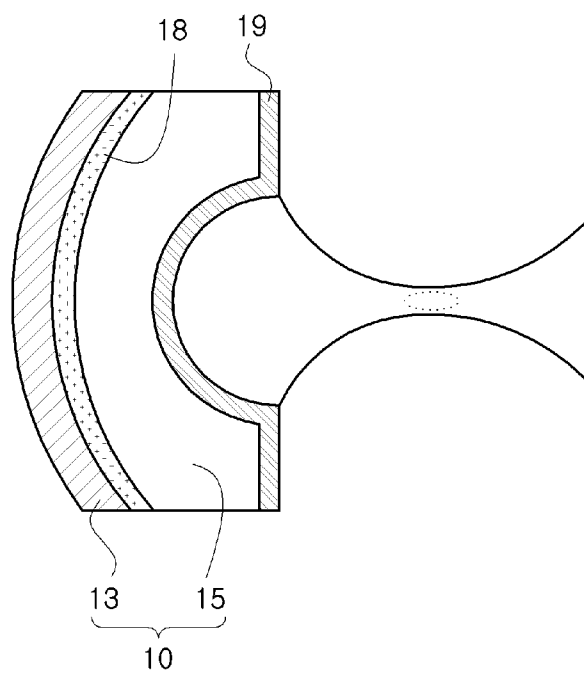
[도5b]



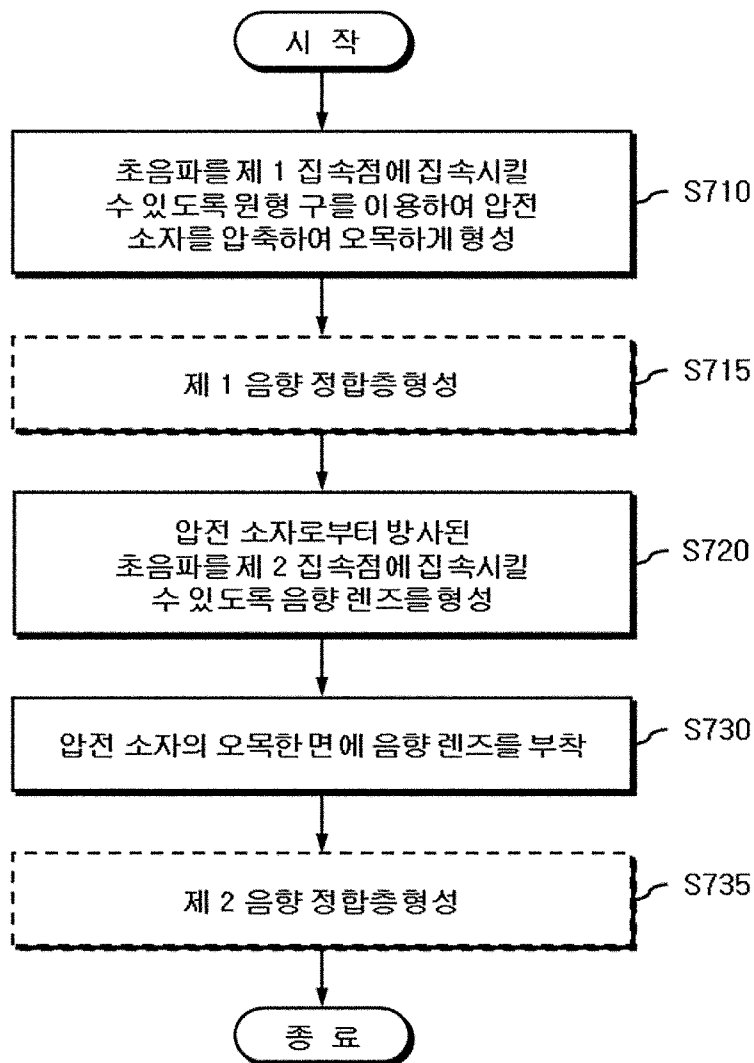
[도5c]



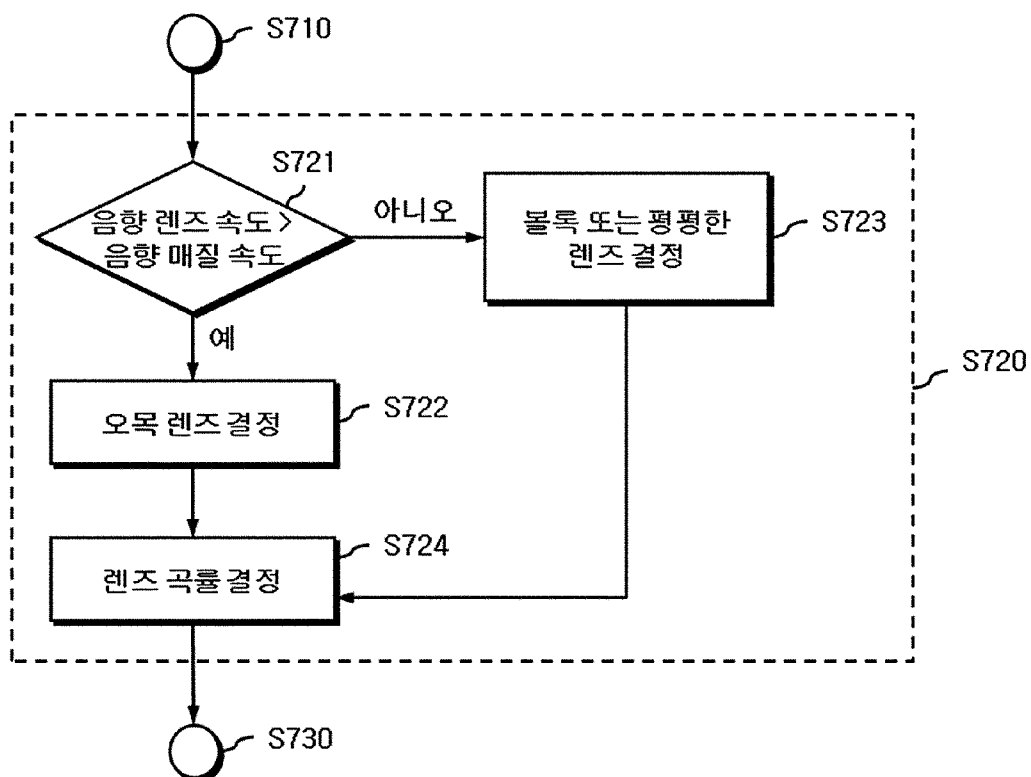
[56]



[도7]



[도8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2016/005084**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****A61N 7/02(2006.01)i, H04R 17/00(2006.01)i**

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

A61N 7/02; A61N 1/32; A61B 8/12; H04R 17/00; A61B 8/00; G01N 29/24

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: ultrasound, converter, piezoelectric element, focused, focusing point, concave surface, convex surface, acoustic lens, acoustic medium, hole

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2000-189417 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND. CO., LTD.) 11 July 2000 See paragraphs [0001]-[0029]; claims 1-3; figures 1-4.	1-20
Y	JP 2004-024464 A (ALOKA CO., LTD.) 29 January 2004 See paragraphs [0001]-[0040]; claims 1-8; figures 1, 2.	1-20
Y	KR 10-0233352 B1 (AMERICAN MEDICAL SYSTEMS, INC.) 01 December 1999 See page 2, line 22-page 7, line 13; claims 1-18; figures 1-8.	10,18
A	KR 10-2014-0143597 A (DONGGUK UNIVERSITY INDUSTRY-ACADEMIC COOPERATION FOUNDATION) 17 December 2014 See the entire document.	1-20
A	JP 06-245931 A (SHIMADZU CORP.) 06 September 1994 See the entire document.	1-20

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.
 ☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

12 SEPTEMBER 2016 (12.09.2016)

Date of mailing of the international search report

12 SEPTEMBER 2016 (12.09.2016)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701,
Republic of Korea

Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/KR2016/005084

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member	Publication date
JP 2000-189417 A	11/07/2000	JP 3429696 B2	22/07/2003
JP 2004-024464 A	29/01/2004	JP 3990208 B2	10/10/2007
KR 10-0233352 B1	01/12/1999	CA 2190237 A1	16/05/1997
		EP 0774276 A2	21/05/1997
		EP 0774276 A3	07/07/1999
		EP 0774276 B1	15/09/2004
		JP 09-173372 A	08/07/1997
		JP 2863506 B2	03/03/1999
		US 5895356 A	20/04/1999
KR 10-2014-0143597 A	17/12/2014	WO 2014-196783 A1	11/12/2014
JP 06-245931 A	06/09/1994	NONE	

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

A61N 7/02(2006.01)I, H04R 17/00(2006.01)I

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

A61N 7/02; A61N 1/32; A61B 8/12; H04R 17/00; A61B 8/00; G01N 29/24

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 초음파, 변환자, 압전소자, 집속, 집속점, 오목면, 볼록면, 음향렌즈, 음향매질, 구멍

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
Y	JP 2000-189417 A (MATSUSHITA ELECTRIC IND CO., LTD.) 2000.07.11 단락 [0001]-[0029]; 청구항 1-3; 도면 1-4 참조.	1-20
Y	JP 2004-024464 A (ALOKA CO., LTD.) 2004.01.29 단락 [0001]-[0040]; 청구항 1-8; 도면 1, 2 참조.	1-20
Y	KR 10-0233352 B1 (아메리칸 메디칼 시스템즈 인코포레이티드) 1999.12.01 페이지 2, 라인 22 - 페이지 7, 라인 13; 청구항 1-18; 도면 1-8 참조.	10, 18
A	KR 10-2014-0143597 A (동국대학교 산학협력단) 2014.12.17 전체 문서 참조.	1-20
A	JP 06-245931 A (SHIMADZU CORP.) 1994.09.06 전체 문서 참조.	1-20

☐ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

“A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

“T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

“X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

“L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

“Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

“O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

국제조사의 실제 완료일

2016년 09월 12일 (12.09.2016)

국제조사보고서 발송일

2016년 09월 12일 (12.09.2016)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소

대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관

조기윤

전화번호 +82-42-481-5655



국제조사보고서에서 인용된 특허문헌	공개일	대응특허문헌	공개일
JP 2000-189417 A	2000/07/11	JP 3429696 B2	2003/07/22
JP 2004-024464 A	2004/01/29	JP 3990208 B2	2007/10/10
KR 10-0233352 B1	1999/12/01	CA 2190237 A1	1997/05/16
		EP 0774276 A2	1997/05/21
		EP 0774276 A3	1999/07/07
		EP 0774276 B1	2004/09/15
		JP 09-173372 A	1997/07/08
		JP 2863506 B2	1999/03/03
		US 5895356 A	1999/04/20
KR 10-2014-0143597 A	2014/12/17	WO 2014-196783 A1	2014/12/11
JP 06-245931 A	1994/09/06	없음	