



(19) 대한민국특허청(KR)

(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년07월22일

(11) 등록번호 10-1538896

(24) 등록일자 2015년07월16일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)
H01L 41/08 (2006.01) *H01L 41/22* (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2014-0194202
- (22) 출원일자 2014년12월30일
 심사청구일자 2014년12월30일
- (56) 선행기술조사문헌
 JP05191988 A*
 KR101067316 B1*
 KR100937361 B1
 KR100768513 B1
 *는 심사관에 의하여 인용된 문헌

- (73) 특허권자
에코디엠클 주식회사
 충북 청주시 흥덕구 옥산면 과학산업 4로 151-4
- (72) 발명자
윤만순
 충청북도 청주시 상당구 호미로201번길 16-23 (용정동)
- (74) 대리인
특허법인이상

전체 청구항 수 : 총 8 항

심사관 : 노영철

(54) 발명의 명칭 **초음파 집속용 압전 액츄에이터 및 그 제조 방법**

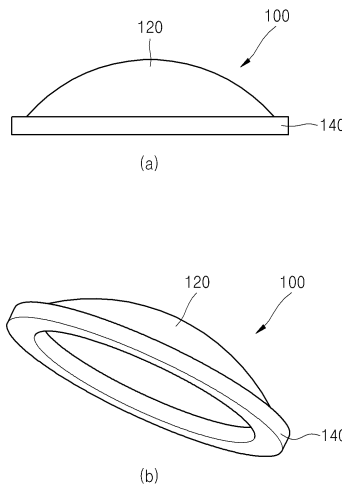
(57) 요약

초음파 집속을 위한 새로운 형태의 압전 소자의 형태를 갖는 초음파 집속용 압전 액츄에이터에 대하여 개시한다.

본 발명에 따른 초음파 집속용 압전 액츄에이터는 초음파 집속을 위한 돔 형상의 압전체 재질의 몸체부와, 그 몸체부의 초음파 집속 및 분말사출 성형시 돔 형상의 사출을 용이하게 하고, 소결시 돔 형상의 비틀림 현상을 제거하고 초음파 집속을 강화하기 위한 테두리부가 일체로 설치되어 구성된다.

따라서, 본 발명에 따른 초음파 집속용 압전 액츄에이터는 MHz 대역의 두께 진동모드를 이용하여 초음파를 집속하기 위한 돔형 액츄에이터가 분말사출 성형에 의하여 손쉽게 제조되어 초음파 집속 효과를 극대화시킬 수 있다.

대표도 - 도5



명세서

청구범위

청구항 1

돔 형상을 갖는 몸체부; 및

상기 몸체부의 가장자리로부터 일체로 연장되도록 형성되어, 상기 몸체부의 가장자리에 돌출 형성된 테두리부를 포함하고,

상기 테두리부는

상기 몸체부와 동종의 압전 재질로 형성되어, 가짜진동(spurious vibration)을 억제하는 것을 특징으로 하는 초음파 집속용 압전 액츄에이터.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 몸체부는

전체가 동일한 두께를 갖는 것을 특징으로 하는 초음파 집속용 압전 액츄에이터.

청구항 3

삭제

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 테두리부는

상기 몸체부 두께의 짝수배로 형성된 것을 특징으로 하는 초음파 집속용 압전 액츄에이터.

청구항 5

제1항에 있어서,

상기 압전액츄에이터는

상기 몸체부의 양면에 각각 형성된 제1 및 제2 전극을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 초음파 집속용 압전 액츄에이터.

청구항 6

(a) PZT 분말 및 결합제를 용매와 혼합한 후, 냉각하여 사출성형용 펠렛으로 분쇄하는 단계;

(b) 상기 분쇄된 펠렛을 사출성형 금형에 투입한 후, 용융 및 사출 성형하여 사출성형물을 형성하는 단계; 및

(c) 상기 사출성형물로부터 결합제를 용매추출법으로 1차 제거하고, 열분해법으로 2차 제거한 후 소결하여 돔형상의 몸체부와 상기 몸체부로부터 돌출되도록 연장되는 테두리부를 갖는 압전 액츄에이터를 형성하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 초음파 집속용 압전 액츄에이터 제조 방법.

청구항 7

제6항에 있어서,

상기 사출성형 금형은

고정측 몸체와 이동측 몸체로 구성되며, 상기 고정측 몸체 및 이동측 몸체의 사이에 배치되는 캐비티는 돔 형상의 몸체부와 일체로 형성된 테두리부에 러너와 게이트를 형성시켜 게이트 흔적이 돔 형상의 몸체부에 영향이 없는 테두리부의 측면에 형성되는 것을 특징으로 하는 초음파 집속용 압전 액츄에이터 제조 방법.

청구항 8

제6항에 있어서,

상기 (c) 단계에서,

상기 결합제는

용매추출법 및 열분해법을 병행하여 제거하는 것을 특징으로 하는 초음파 집속용 압전액츄에이터 제조 방법.

청구항 9

제6항에 있어서,

상기 (c) 단계 이후,

(d) 상기 몸체부의 양면에 은 페이스트를 도포하고 경화하여, 상기 몸체부의 양면을 각각 덮는 제1 및 제2 전극을 형성하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 초음파 집속용 압전 액츄에이터 제조 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001]

본 발명은 초음파 집속용 압전 액츄에이터 및 그 제조 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 MHz대역의 두께 진동모드를 이용하여 초음파를 집속하기 위한 돔형 액츄에이터가 분말사출 성형에 의하여 손쉽게 제조되어 초음파 집속 효과를 극대화시킬 수 있는 초음파 집속용 압전 액츄에이터 및 그 제조 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002]

일반적으로, 의료용기기에 사용되는 초음파 집속용 압전 액츄에이터는 광학원리를 이용한 것으로, 압전 소자를 구면렌즈 형상으로 가공하여 전압을 인가함에 따라 두께 모드진동에서 발생하는 초음파 에너지를 곡률 반경의 중심에 집중시켜, 초음파 에너지를 집속함으로써 인체 내의 악성 종양을 태워버리거나, 또는 지방을 태워 분해하기 위한 시술에 사용되고 있으며, 최근에는 얼굴피부에 조사하여 피부를 재생시키는 용도로 널리 사용되고 있다.

[0003]

압전 세라믹은 전기 에너지를 가하면 기계적 에너지로 변환시켜주는 재료이다. 이러한 압전 세라믹은 두께를 변화시켜 두께방향으로 공진시키면, 두께에 따라 공진주파수가 변화되어 인가된 주파수와 동일한 주파수로 진동하게 되며, 이에 따라 초음파가 발생하게 된다. 이때, 발생하는 초음파 진동을 집속하기 위해서는 광학의 원리가 적용될 수 있다.

[0004]

도 1은 구면렌즈에서 빛을 집속하는 원리를 설명하기 위한 도면이다.

[0005]

도 1에 도시된 바와 같이, 구면 렌즈(5)를 통과한 빛은 파장에 따라 다른 초점거리를 갖는다. 즉, 장파장일 수

록 초점거리는 감소하게 된다. 압전 세라믹은 공진 주파수에서 최대의 변위를 나타내므로 초음파 장치로 이용할 시, 공진 주파수에서 구동시키는 것이 일반적인 방법으로 사용되고 있다.

- [0006] 도 2는 원판형 압전 진동자의 두께 진동모드로 구동할 시 발생하는 진동 변위의 방향을 나타낸 도면이다.
- [0007] 도 2에 도시된 바와 같이, 원판형 압전 진동자(10)는 두께 진동을 이용하므로 공진점에서 두께방향으로 최대변위를 나타낸다. 압전 재료는 재료에 따라 고유의 주파수 정수를 가지며, 주파수 정수는 아래의 식 1에 의하여 표현된다.

[0008] [식 1]

[0009]
$$N_t = f_r \times t [\text{Hz} \cdot \text{m}]$$

[0010] N_t : 주파수정수

[0011] f_r : 1차 공진주파수[Hz]

[0012] t : 시편의 두께[meter]

[0013] 식 1에 의하여 시편의 두께에 따른 공진주파수가 결정된다. 즉, 주파수 정수 가 2100이라면 2MHz의 두께방향 공진주파수를 갖는 압전 재료의 두께는 다음과 같이 결정된다.

[0014]
$$t[m] = \frac{N_t}{f_r} = \frac{2100[\text{Hz} \cdot \text{m}]}{2 \times 10^6[\text{Hz}]} = 1.05 \times 10^{-3}[m] = 1.05\text{mm}$$

[0015] 즉, 2MHz의 두께방향의 공진주파수를 갖는 초음파 진동자를 제작하기 위해서는 압전 재료의 두께를 1.05mm로 제작해야 한다. 압전 재료의 주파수 정수에 따라 원하는 공진 주파수를 갖는 압전 소자를 제작할 수 있다.

[0016] 이와 같이, 초음파 집적을 위한 압전 소자는 구면렌즈의 원리와 두께 진동모드의 주파수 정수를 이용하여 원하는 초점거리를 갖도록 설계될 수 있다. 즉, 원하는 초음파 발생 주파수를 갖도록 두께를 설계하고, 구면을 갖는 반구형으로 압전체를 제작하여 원하는 주파수와 초점거리를 갖는 초음파 집속 소자를 제작할 수 있다. 통상 초음파의 집속이 발생하는 지점은 돔형 압전체의 곡률반경과 일치하게 된다.

[0017] 도 3의 (a)는 벌크 형태의 압전체를 나타낸 도면이고, 도 3의 (b)는 도 3의 (a)의 벌크 형태의 압전체를 원하는 두께로 가공 처리한 상태를 나타낸 도면이다.

[0018] 도 3의 (a) 및 (b)에 도시된 바와 같이, 종래에는 압전 재료를 벌크 형태로 제작한 뒤 렌즈를 가공하는 방법에 의하여 연삭기를 곡률반경과 같이 제작하여 도 3의 (a)와 같은 벌크 형태의 압전 소자(10)를 도 3의 (b)와 같이 원하는 두께가 되도록 가공하여 사용한다.

[0019] 따라서, 재료의 소비가 많으며, 가공시 취성이 높은 압전 세라믹이므로 균열이 발생하기 쉬워 양산시 제조비용이 상승하는 요인이 되고 있다. 통상적으로, 피부 재생용으로 사용되는 돔형 압전 초음파 소자는 4MHz, 7MHz의 제품이 주로 사용되고 있다.

[0020] 식 1에 의하여 이때 가공해야 할 압전 소자의 두께는 각각 0.525, 0.3mm의 두께로 곡면가공을 해야 한다. 주파수가 이와 같이 높아짐에 따라 돔형 압전 소자의 두께는 0.3mm 이하로 낮아지므로, 취성이 높은 압전 재료에 가공에 따른 내부응력의 축적이 심해지므로, 250V_{rms}/mm의 강한 교류 전계에 의한 진동시 파손의 위험성이 높아지게 된다.

[0021] 이와 같은, 기계적 가공에 의한 문제점과 더불어, 종래에 사용하는 돔형 초음파 집속 소자는 테두리 부근에서 발생하는 가짜진동(spurious vibration)은 초음파의 집속을 방해하는 요소로 작용하여 초음파 집속 효과를 감소

시키고 있다.

[0022] 관련 선행 문헌으로는 대한민국 공개특허공보 제10-2003-0095638호 (2003.12.24. 공개)가 있으며, 상기 문헌에는 본국 방향이 서로 반대인 압전-압전 세라믹 액츄에이터가 기재되어 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0023] 본 발명의 목적은 양산성이 우수하고 치수 정밀도가 높으며, 임의 형상 제도가 용이한 분말사출성형 기법을 사용하여 제조된 돔형 초음파 집속 소자이며, 동시에 양산성을 극대화시키고, 기계적 가공에 의한 압전 재료의 파손 및 내부응력을 근본적으로 제거하였으며, 가짜진동(spurious vibration)을 제거하여 초음파 집속 효과를 최대한으로 활용한 초음파 집속용 압전 액츄에이터 및 그 제조 방법을 제공하는 것이다.

과제의 해결 수단

[0024] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 실시예에 따른 초음파 집속용 압전 액츄에이터는 돔 형상을 갖는 몸체부; 및 상기 몸체부의 가장자리로부터 일체로 연장되도록 형성되어, 상기 몸체부의 가장자리에 돌출 형성된 테두리부;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0025] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 실시예에 따른 초음파 집속용 압전 액츄에이터 제조 방법은 (a) PZT 분말 및 결합제를 용매와 혼합한 후, 냉각하여 사출성형용 펠렛으로 분쇄하는 단계; (b) 상기 분쇄된 펠렛을 사출성형 금형에 투입한 후, 용융 및 사출 성형하여 사출성형물을 형성하는 단계; 및 (c) 상기 사출성형물로부터 결합제를 용매추출법으로 1차 제거하고, 열분해법으로 2차 제거한 후 소결하여 돔 형상의 몸체부와 상기 몸체부로부터 돌출되도록 연장되는 테두리부를 갖는 압전 액츄에이터를 형성하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0026] 본 발명에 따른 초음파 집속용 압전 액츄에이터 및 그 제조 방법은 분말 사출성형에 의하여 제조되므로, 기존 방식에 비하여 두께에 관계없이 가공에 의한 내부응력이 전혀 발생하지 않으며, 가공시 발생하는 깨짐의 형상을 제거한 높은 제조 수율을 갖는 것이 가능하며, 또한 돔 형상과 일체로 제작된 테두리를 형성시킴으로써, 가공시 돔 형상의 두께 제약을 해소하며, 초음파의 집속 효과를 기존형상에 비하여 극대화할 수 있을 뿐만 아니라, 제품의 정밀도나 수율을 크게 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0027] 도 1은 구면렌즈에서 빛을 집속하는 원리를 설명하기 위한 도면.

도 2는 원판형 압전 진동자의 두께 진동모드로 구동할 시 발생하는 진동 변위의 방향을 나타낸 도면.

도 3의 (a)는 벌크 형태의 압전체를 나타낸 도면이고, 도 3의 (b)는 도 3의 (a)의 벌크 형태의 압전체를 원하는 두께로 가공 처리한 상태를 나타낸 도면.

도 4의 (a) 및 (b)는 테두리가 없는 돔 형상의 초음파 집속용 압전 액츄에이터의 두께 진동모드에서의 공진 주파수와 초음파 진동 발생을 보여주는 모사실험 결과를 나타낸 도면.

도 5의 (a) 및 (b)는 본 발명의 실시예에 따른 초음파 집속용 압전 액츄에이터를 나타낸 정면도 및 사시도.

도 6의 (a), (b) 및 (c)는 본 발명의 실시예에 따른 돔 형상의 초음파 집속용 압전 액츄에이터의 두께 진동모드에서의 공진 주파수와 초음파 진동 발생을 보여주는 모사실험 결과를 나타낸 도면.

- 도 7은 테두리가 없는 초음파 집속용 압전 액츄에이터 제조용 사출성형 금형을 나타낸 도면.
- 도 8은 도 7의 사출성형 금형에 의해 제조된 압전 액츄에이터를 나타낸 사진.
- 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 초음파 집속용 압전 액츄에이터 제조 방법을 나타낸 공정 순서도.
- 도 10은 본 발명의 실시예에 따른 초음파 집속용 압전 액츄에이터 제조용 사출성형 금형을 나타낸 도면.
- 도 11은 도 10의 사출성형 금형에 의해 제조된 압전 액츄에이터를 나타낸 사진.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0028] 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예를 참조하면 명확해질 것이다. 그러나, 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예는 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다. 명세서 전체에 걸쳐 동일 참조 부호는 동일 구성요소를 지칭한다.
- [0029] 이하 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 초음파 집속용 압전 액츄에이터 및 그 제조 방법에 대하여 상세히 설명하면 다음과 같다.
- [0030] 도 4의 (a) 및 (b)는 테두리가 없는 돔 형상의 초음파 집속용 압전 액츄에이터의 두께 진동모드에서의 공진 주파수와 초음파 진동 발생을 보여주는 모사실험 결과를 나타낸 도면이다. 이때, 모사실험을 위한 재료는 초음파 진동자로 사용되는 Hard PZT계열의 P8-1을 사용하였으며, 돔의 두께는 0.5mm, 돔의 직경은 15mm이고, 돔의 높이는 3.2mm이었다.
- [0031] 도 4의 (a)에 도시된 바와 같이, 반구의 두께가 0.5mm이었으며, 이때 두께 진동모드의 공진 주파수는 모사실험에 의하여 4.4MHz인 것으로 나타났으며, 4.4MHz의 주파수에서 교류 전계를 가하여 나타나는 두께 진동변위 방향을 도 4의 (b)에 나타내었다.
- [0032] 도 4의 (b)에 도시된 바와 같이, 압전 액츄에이터의 가장자리 영역(E)에서 돔의 곡률반경으로 집속되지 않는 가짜진동(spurious vibration)이 존재하는 것을 알 수 있으며, 압전 액츄에이터의 중앙부(M)에는 초음파 진동이 집속되는 것을 알 수 있다. 이러한 곡률반경의 중심으로 향하지 않는 가짜진동(spurious vibration)은 초음파 집속강도를 약화시키게 된다. 따라서, 이와 같은 형태의 돔 형상은 초음파 집속에 비효율적이라는 것을 알아내었다.
- [0033] 따라서, 본 발명의 실시예에 따른 초음파 집속용 압전 액츄에이터는 가짜진동에 의해 초음파 집속강도가 약화되는 것을 미연에 방지할 수 있는 구조를 알아내었으며, 이에 대하여 이하 첨부된 도면을 참조하여 보다 구체적으로 설명하도록 한다.
- [0034] 도 5의 (a) 및 (b)는 본 발명의 실시예에 따른 초음파 집속용 압전 액츄에이터를 나타낸 정면도 및 사시도이다.
- [0035] 도 5의 (a) 및 (b)에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 초음파 집속용 압전 액츄에이터(100)는 돔 형상을 갖는 몸체부(120)와, 몸체부(120)의 가장자리로부터 일체로 연장되도록 형성되어, 몸체부(120)의 가장자리에 돌출 형성된 테두리부(140)를 포함한다.
- [0036] 이때, 몸체부(120)는 전체가 동일한 두께를 갖는 것이 바람직하다. 그리고, 테두리부(140)는 몸체부(120)와 동종의 압전 재료로 형성되어, 가짜진동(spurious vibration)을 억제하는 역할을 한다. 이러한 테두리부(140)는 몸체부(120) 두께의 짝수배로 형성된 것이 바람직하다.
- [0037] 도면으로 상세히 나타내지는 않았지만, 본 발명의 실시예에 따른 초음파 집속용 압전 액츄에이터(100)는 몸체부(120)의 양면에 각각 형성된 제1 및 제2 전극(미도시)을 더 포함할 수 있다. 이때, 제1 및 제2 전극은 테두리부(140)에는 형성되지 않고, 몸체부(120)의 상면 및 하면에 은 페이스트를 도포한 후, 경화하는 것에 의해 형성될 수 있다

[0038] 한편, 도 6의 (a), (b) 및 (c)는 본 발명의 실시예에 따른 돔 형상의 초음파 집속용 압전 액츄에이터의 두께 진동모드에서의 공진 주파수와 초음파 진동 발생을 보여주는 모사실험 결과를 나타낸 도면이다. 이때, 모사실험을 위한 재료는 초음파 진동자로 사용되는 Hard PZT계열의 P8-1을 사용하였으며, 돔의 두께는 0.5mm, 돔의 직경은 15mm이고, 돔의 높이는 3.2mm이었다. 그리고, 테두리부의 직경은 16.6mm, 테두리부의 두께는 1mm로 설계한 후, 모사 실험을 행하였다.

[0039] 테두리부의 두께를 정하는데 있어서 중요하게 고려되어야 할 것은 테두리부에 의하여 두께 진동시 가장자리에서 발생하는 가짜진동(spurious vibration)을 억제할 수 있도록 돔의 두께에 항상 짝수배가 되도록 설계되어야 한다. 이를 수식으로 표현하면 하기 식 2와 같다.

[0040] [식 2]

$$\frac{n\lambda}{2}$$

[0041]

[0042] 여기서, n = 홀수일 때 최대진동 즉 공진이 발생하며, n = 짝수일 때 진동변위가 최소가 되는 반공진 상태가 된다. 따라서, 0.5mm일 때 두께 방향으로 4MHz 부근에서 최대변위가 발생하였다면, 1mm일 때 반공진(발생변위 최소)상태가 된다. 따라서, 돔 형상의 두께가 0.5mm이었다면 테두리부의 두께가 1mm일 때 4MHz 부근의 진동모드로 두께 진동시 테두리부에서 두께진동이 거의 발생하지 않는다.

[0043] 이때, 본 발명의 모사시험에 사용된 반구의 두께는 0.5mm이었으며, 두께 진동모드의 공진 주파수는 모사시험에 의하여 4.24MHz인 것으로 나타났으며, 4.24MHz의 주파수에서 교류 전계를 가하여 나타나는 두께 진동변위의 방향을 도 6의 (b) 및 (c)에 도시하였다.

[0044] 도 6의 (b) 및 (c)를 참조하면, 앞서 설명한 도 4의 (b)에서와 같이 가장자리 영역에서 돔의 곡률반경으로 집속되지 않는 가짜진동(spurious vibration)이 테두리부에 의하여 억제되어 소멸된 것을 확인할 수 있으며, 돔의 중앙부에서 초음파의 집속이 균일하게 발생하는 것을 알 수 있다.

[0045] 따라서, 돔 형상의 초음파 집속을 위한 압전 액츄에이터는 식 2의 설계기준에 따라 테두리부를 설계하고 제작함으로써, 초음파 집속 강도를 약화시키는 곡률 반경의 중심으로 향하지 않는 가짜진동(spurious vibration)을 효과적으로 제거할 수 있다는 것을 알아내었다.

[0046] 전술한 바와 같이, 테두리를 갖는 돔 형상의 초음파 집속용 압전 액츄에이터는 기능적으로 테두리부가 없이 설계된 압전 액츄에이터에 비하여 집속 효과가 우수할 뿐만아니라, 제조 공정상으로도 중요한 역할을 한다.

[0047] 이에 대해서는 이하, 분말 사출성형 제조공정에서 설명하고자 한다.

[0048] 도 7은 테두리가 없는 초음파 집속용 압전 액츄에이터 제조용 사출성형 금형을 나타낸 도면이고, 도 8은 도 7의 사출성형 금형에 의해 제조된 압전 액츄에이터를 나타낸 사진이다.

[0049] 도 7 및 도 8에 도시된 바와 같이, 사출성형체의 제조는 일반 플라스틱 사출성형기와 동일한 구조를 갖는 성형기에서 테두리가 없는 돔형 압전 액츄에이터를 제작하게 된다.

[0050] 이때, 테두리가 없는 초음파 집속용 액츄에이터 제조용 사출성형 금형(70)은 고정측 몸체(71)와 이동측 몸체(72)로 구성되며, 제품의 성형은 러너(73)로 주입된 성형분말이 게이트(74)를 거쳐 캐비티(75) 내에 분말혼합체가 충전되면, 이동식 몸체(72)가 이탈된 후 이젝터 핀(76)으로 제품을 취출하는 방식으로 이루어지게 된다.

[0051] 이때, 캐비티(75)를 제조함에 있어서 고정측 몸체(71)와 이동측 몸체(72) 사이의 분리면에 러너(73)와 게이트(74)를 형성시켜 게이트(74) 흔적이 제품의 측면에 형성되도록 한 것이다. 이와 같은 경우, 성형 후 게이트 흔적이 남게 되므로 도 8에 도시된 바와 같이, 사출성형 후 가장자리 부근에 점선으로 표시된 것과 같이 흔적이 남으며, 흔적을 제거할 때 초음파 집속용과 같이 두께가 얇은 경우 가장자리 부근이 깨지는 경우가 종종 발생하여 제품 수율을 저하시키는 요인으로 작용한다. 또한, 7MHz의 경우 제품의 두께가 0.3mm 근처로 매우 얇아 이젝터 핀(76)이 바늘과 같이 날카로워 제품의 하단 면에 흠을 남기거나 미세한 균열을 발생시킬 수 있는 문제점이

있다.

- [0052] 도 9는 본 발명의 실시예에 따른 초음파 집속용 압전 액츄에이터 제조 방법을 나타낸 공정 순서도이고, 도 10은 본 발명의 실시예에 따른 초음파 집속용 압전 액츄에이터 제조용 사출성형 금형을 나타낸 도면이고, 도 11은 도 10의 사출성형 금형에 의해 제조된 압전 액츄에이터를 나타낸 사진이다.
- [0053] 도 9에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 초음파 집속용 압전 액츄에이터 제조 방법은 혼합 단계(S110), 사출성형 단계(S120) 및 소결 단계(S130)를 포함한다.
- [0054] 혼합
- [0055] 혼합 단계(S110)에서는 PZT 분말 및 결합제를 용매와 혼합한 후, 냉각하여 사출성형용 펠렛으로 분쇄한다.
- [0056] 이때, PZT 분말은 $Pb(Zr, Ti)O_3$ 를 주성분으로 하며, 하소 후 단상의 PZT 분말을 합성한 후 고에너지밀에 의하여 300nm의 입자로 분쇄한 후, 스프레이 드라이어에 의하여 구형분말로 건조하여 준비한다.
- [0057] 그리고, 결합제는 폴리부틸 메타아크릴레이트(PBMA)와 파라핀 왁스(PW)를 적정비로 구성되며, 나머지는 석유계 용매에 용해되는 에틸렌비닐아세테이트(EVA)로 구성된다. 이와 같이 제조된 PZT 분말 및 결합제는 부피비로 약 45 ~ 55% 가 되도록 칭량한 후, 용매와 혼합되어 2개의 벤버리 타입 블레이드가 회전하는 가압식 혼합기(Kneader)내에서 150℃로 약 1시간 동안 혼합한 후 냉각하여 사출성형용 펠렛으로 분쇄하여 조립화하게 된다.
- [0058] 사출성형
- [0059] 사출성형 단계(S120)에서는 분쇄된 펠렛을 사출성형 금형에 투입한 후, 용융 및 사출 성형하여 사출성형물을 형성한다.
- [0060] 이때, 도 11에 도시된 바와 같이, 초음파 집속용 압전 액츄에이터(100)는 두께 진동을 하는 돔 형상의 몸체부(120)와 두께진동을 제한하는 테두리부(140)가 일체로 결합되는 한 몸체로 구성된다.
- [0061] 이를 위해, 도 10 및 도 11에 도시된 바와 같이, 본 발명의 실시예에 따른 초음파 집속용 압전 액츄에이터 제조용 사출성형 금형(170)은 고정측 몸체(171)와 이동측 몸체(172)로 구성되며, 제품의 성형은 러너(173)로 주입된 성형분말이 게이트(174)를 거쳐 캐비티(175)내에 분말혼합체가 충전되면 이동식 몸체(172)가 이탈된 후 이젝터 핀(176)으로 제품을 취출하는 방식으로 이루어지게 된다.
- [0062] 이때, 캐비티(175)를 제조함에 있어서 돔 형상의 몸체부(120)와 일체로 형성된 테두리부(140)에 러너(173)와 게이트(174)를 형성시켜 게이트(174) 흔적이 돔 형상에 영향을 없는 테두리부(140)의 측면에 형성되도록 한 것이다.
- [0063] 이에 따라, 초음파 진동과 관련 없는 테두리부(140)의 하단에 이젝터 핀(176)이 제품을 취출하므로 초음파 진동을 하는 돔 형상의 몸체부(120)의 형상에 전혀 영향을 미치지 않는 테두리부(140)에 설치되므로 제품의 수율을 극대화 시킬 수 있으며, 또한 테두리부(140)의 두께는 돔의 두께보다 항상 짝수배의 두께로 설계할 수 있으므로, 성형체의 강도를 보강해 주는 역할을 수행할 수 있어 제품의 이동이나 소결시 건전한 제품을 제조할 수 있는 장점을 갖는다.
- [0064] 소결
- [0065] 소결 단계(S130)에서는 사출성형물로부터 결합제를 용매추출법으로 1차 제거하고, 열분해법으로 2차 제거한 후 소결하여 돔 형상의 몸체부(120)와 몸체부(120)로부터 돌출되도록 연장되는 테두리부(140)를 갖는 압전 액츄에이터(140)를 형성한다.
- [0066] 이때, 결합제를 제거하기 위하여 용매추출법과 열분해법을 병행하여 제거하는 것이 바람직하며, 결합제가 제거된 성형체는 1250±50℃에서 PbO의 휘발을 막기 위하여 밀폐된 알루미늄 도가니 내에서 소결하는 것이 바람직하다.

[0067] 상기의 과정(S110 ~ S130)으로 제조되는 본 발명의 실시예에 따른 초음파 집속용 압전 액츄에이터는 분말 사출 성형에 의하여 제조되므로, 기존 방식에 비하여 두께에 관계없이 가공에 의한 내부응력이 전혀 발생하지 않으며, 가공시 발생하는 깨짐의 형상을 제거한 높은 제조 수율을 갖는 것이 가능하며, 또한 돔 형상과 일체로 제작된 테두리를 형성시킴으로써, 가공시 돔 형상의 두께 제약을 해소하며, 초음파의 집속 효과를 기존형상에 비하여 극대화할 수 있을 뿐만 아니라, 제품의 정밀도나 수율을 크게 향상시킬 수 있다.

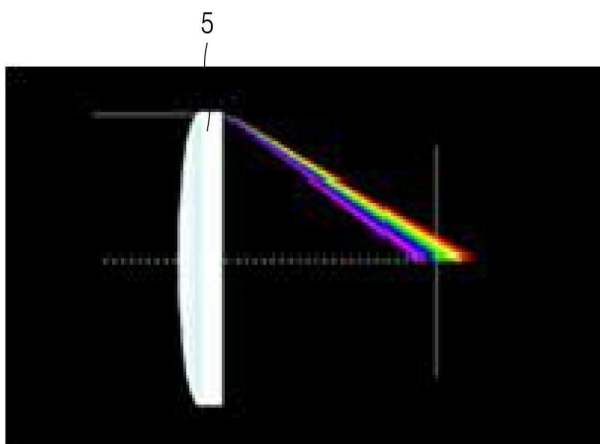
[0068] 이상에서는 본 발명의 실시예를 중심으로 설명하였지만, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 기술자의 수준에서 다양한 변경이나 변형을 가할 수 있다. 이러한 변경과 변형은 본 발명이 제공하는 기술 사상의 범위를 벗어나지 않는 한 본 발명에 속한다고 할 수 있다. 따라서 본 발명의 권리범위는 이하에 기재되는 청구 범위에 의해 판단되어야 할 것이다.

부호의 설명

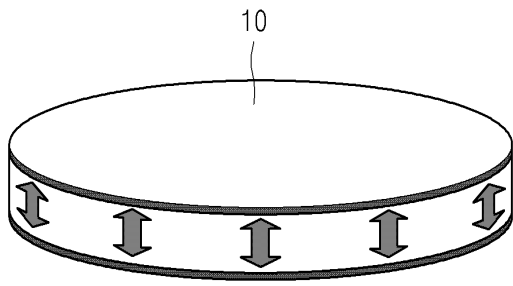
- | | | |
|--------|----------------|----------------|
| [0069] | 100 : 압전 액츄에이터 | 120 : 몸체부 |
| | 140 : 테두리부 | 170 : 사출성형용 금형 |
| | 171 : 고정측 몸체 | 172 : 이동측 몸체 |
| | 173 : 러너 | 174 : 게이트 |
| | 175 : 캐비티 | 176 : 이젝터 핀 |
| | S110 : 혼합 단계 | |
| | S120 : 사출성형 단계 | |
| | S130 : 소결 단계 | |

도면

도면1



도면2



도면3

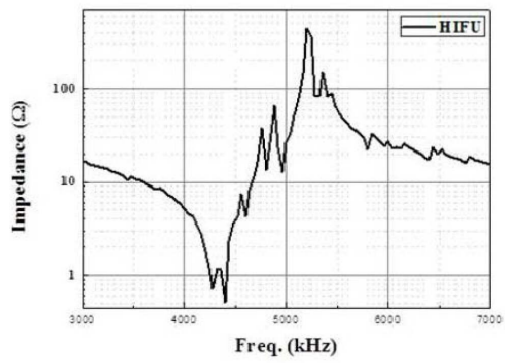


(a)

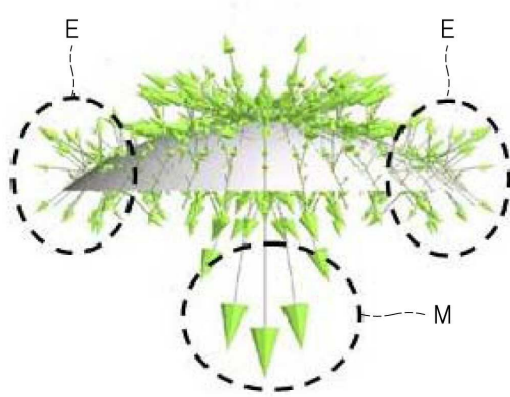


(b)

도면4

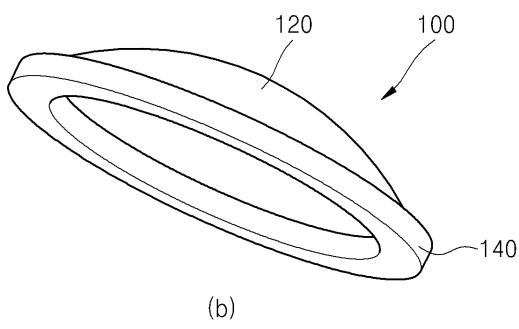
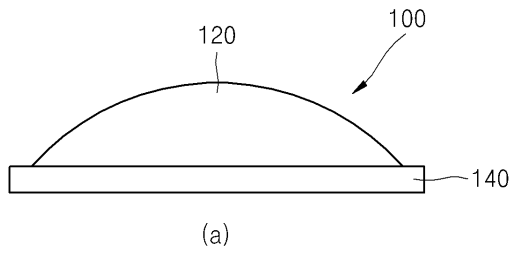


(a)

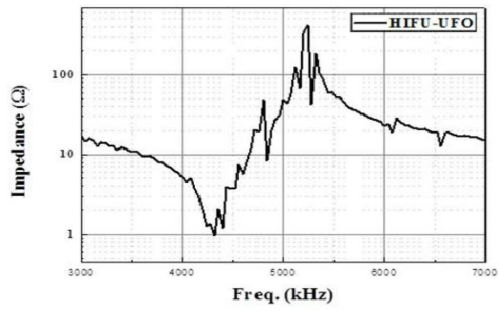


(b)

도면5



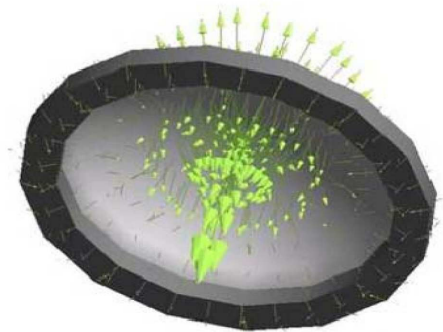
도면6



(a)

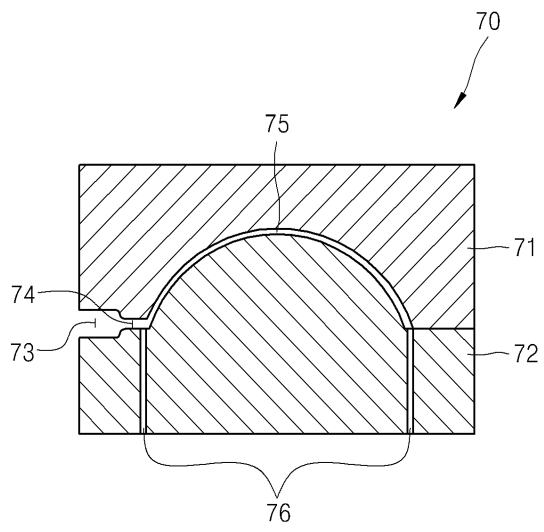


(b)

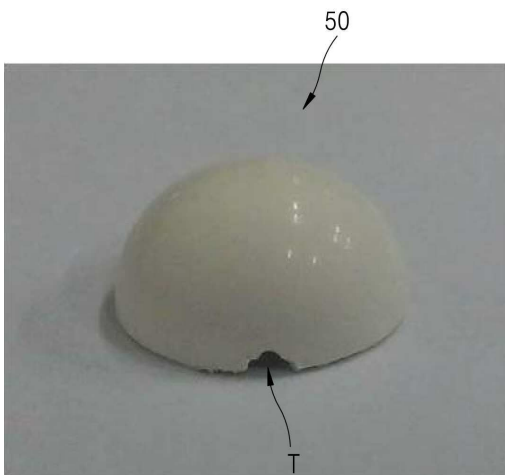


(c)

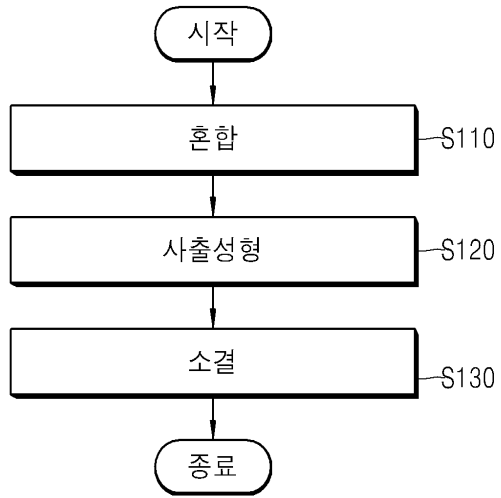
도면7



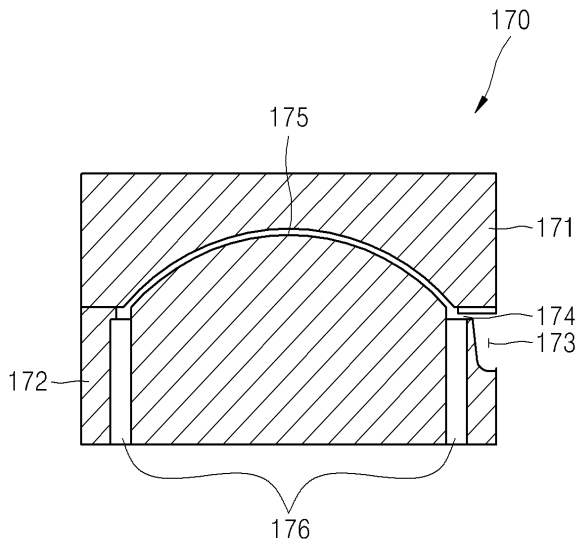
도면8



도면9



도면10



도면11

