(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2015년05월21일
(11) 등록번호 10-1522424
(24) 등록일자 2015년05월15일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B06B 1/02 (2006.01) *H02K 33/00* (2014.01)
(21) 출원번호 10-2008-0023731
(22) 출원일자 2008년03월14일
심사청구일자 2013년03월12일
(65) 공개번호 10-2008-0084711
(43) 공개일자 2008년09월19일
(30) 우선권주장
JP-P-2007-00065126 2007년03월14일 일본(JP)
(56) 선행기술조사문헌
JP06171095 A*
JP2001045774 A*
JP63220782 A*
JP05116329 A
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
가부시키가이샤 니콘
일본 도쿄도 지요다쿠 유라쿠쵸 1쵸메 12방 1고
(72) 발명자
사토 다카히로
일본 도쿄도 지요다쿠 마루노우치 3쵸메 2방 3고 가부시키가이샤니콘 나이
(74) 대리인
특허법인코리아나

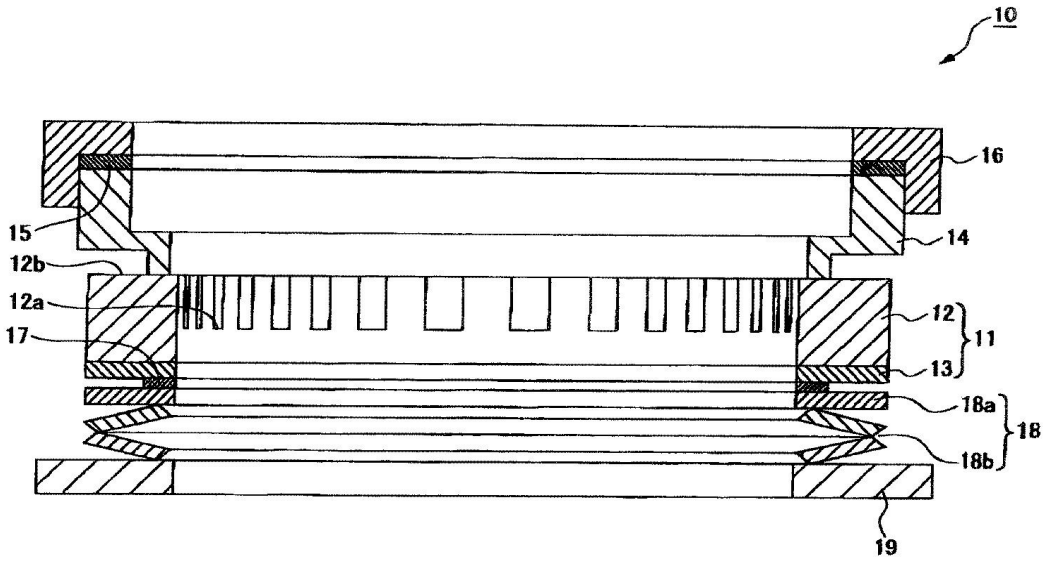
전체 청구항 수 : 총 12 항 심사관 : 최정원

(54) 발명의 명칭 **진동 액츄에이터, 렌즈 경통, 카메라, 진동자의 제조 방법및 진동 액츄에이터의 제조 방법**

(57) 요 약

구동 효율이 좋고, 용이하게 제조할 수 있는 진동 액츄에이터, 렌즈 경통, 카메라, 진동자의 제조 방법 및 진동 액츄에이터의 제조 방법을 제공한다. 본 발명의 진동 액츄에이터는, 탄성체와, 홈 형상의 경계 부분에 의해 복수 영역으로 나누어진 상태에서 상기 탄성체 상에 소결된 전기 기계 변환 소자를 구비한다.

대 표 도



명 세 서

청구범위

청구항 1

진동자에 형성된 탄성체와,

상기 탄성체 상에, 홈 형상의 경계 부분에 의해 독립된 복수 영역으로 분리된 전기 기계 변환 소자와,

상기 전기 기계 변환 소자의 상기 복수 영역 각각의 표면에 형성된 전극을 구비하고,

상기 전기 기계 변환 소자는, 상기 전극과 상기 탄성체를 전극으로서 분극되어 있는 것을 특징으로하는, 진동 액츄에이터.

청구항 2

삭제

청구항 3

삭제

청구항 4

제 1 항에 있어서,

상기 복수 영역의, 상기 경계 부분과 접하는 단부 이외의 단부의 표면에는 전극이 형성되어 있지 않은, 진동 액츄에이터.

청구항 5

제 1 항 에 있어서,

상기 전기 기계 변환 소자는, 사출 성형되어 제조된 것인, 진동 액츄에이터.

청구항 6

제 1 항에 있어서,

인접하는 상기 복수 영역의, 상기 전기 기계 변환 소자의 표면에 있어서의 간격이 0.1㎜ 이하인, 진동 액츄에이터.

청구항 7

제 1 항에 있어서,

상기 탄성체의 상기 전기 기계 변환 소자가 형성된 면과 반대측의 면에 가압 접촉된 이동체를 구비한, 진동 액츄에이터.

청구항 8

제 7 항에 있어서,

상기 탄성체의 상기 전기 기계 변환 소자가 형성된 면측에 형성되고, 상기 탄성체와 상기 이동체를 가압 접촉시키는 가압력을 발생하는 가압부를 구비한, 진동 액츄에이터.

청구항 9

제 1 항, 제 4 항 내지 제 8 항 중 어느 한 항에 기재된 진동 액츄에이터를 구비하는, 렌즈 경통.

청구항 10

제 1 항, 제 4 항 내지 제 8 항 중 어느 한 항에 기재된 진동 액츄에이터를 구비하는, 카메라.

청구항 11

탄성체 상에, 홈 형상의 경계 부분에 의해 독립된 복수 영역으로 분리하여 전기 기계 변환 소자를 형성하는 제 1 공정과,

상기 탄성체와 상기 전기 기계 변환 소자를 소결시키는 제 2 공정과,

상기 전기 기계 변환 소자의 상기 복수 영역의 표면에 전극을 형성하는 제 3 공정과,

상기 전기 기계 변환 소자를 상기 복수 영역마다 분극하는 제 4 공정을 구비하고,

상기 제 1 공정은, 사출 성형에 의해 상기 전기 기계 변환 소자를 형성하고, 상기 사출 성형 시에, 상기 탄성체와 상기 전기 기계 변환 소자를 가압하고,

상기 제 4 공정은, 상기 제 3 공정에 의해 형성된 전극과 상기 탄성체를 전극으로서, 상기 전기 기계 변환 소자를 분극시키는 것을 특징으로하는, 진동자의 제조 방법.

청구항 12

삭제

청구항 13

삭제

청구항 14

삭제

청구항 15

삭제

청구항 16

제 11 항에 있어서,

상기 제 1 공정에 있어서, 인접하는 상기 복수 영역의, 상기 전기 기계 변환 소자의 표면에 있어서의 간격이, 0.1㎜ 이하가 되도록 상기 전기 기계 변환 소자를 형성하는, 진동자의 제조 방법.

청구항 17

제 11 항 또는 제 16 항에 기재된 진동자의 제조 방법을 구비하고,

상기 탄성체의 상기 전기 기계 변환 소자가 형성된 면과 반대측의 면에 가압 접촉된 이동체를 형성하는, 진동 액츄에이터의 제조 방법.

청구항 18

제 17 항에 기재된 진동 액츄에이터의 제조 방법을 구비하고,

상기 탄성체의 상기 전기 기계 변환 소자가 형성된 면측에, 상기 탄성체와 상기 이동체를 가압 접촉시키는 가압력을 발생하는 가압부를 형성하는, 진동 액츄에이터의 제조 방법.

발명의 설명

발명의 상세한 설명

기 술 분 야

[0001] 2007 년 3 월 14 일 출원된 일본 특허출원 제 2006-315784 호의 우선권 출원의 개시가 참조로 본원에 포함된다.

[0002] 본 발명은, 진동 액츄에이터, 렌즈 경통, 카메라, 진동자의 제조 방법 및 진동 액츄에이터의 제조 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0003] 진동 액츄에이터는, 전기 기계 변환 소자를 구동 신호에 의해 신축시키고, 이 신축을 이용하여 탄성체의 구동면에 진행성 진동파 (이하, 진행파라고 한다) 를 발생시킨다. 그리고 진동 액츄에이터는, 이 진행파에 의해, 구동면에 타원 운동을 발생시켜, 타원 운동의 파두 (波頭) 에 가압 접촉한 상대 이동 부재를 구동시킴으로써, 구동력을 취출 (取出) 한다.

[0004] 이러한 진동 액츄에이터에서는, 구동 효율의 향상 등의 관점에서, 다양한 개량이 행해지고 있다. 종래 기술 (예를 들어, 일본 공개특허공보 No. S63-20782) 은, 압전 소자 본체에, 전극 영역마다 나누도록 압전 소자의 두께 방향의 적어도 일부에 홈 형상의 절결 (切缺) 부를 갖는 구분 경계부를 형성하는 예를 개시하고 있다.

[0005] 그러나, 이 종래 기술에 개시되는 수법에서는, 압전 소자의 제조 공정수가 많아, 생산 비용의 증가를 초래한다는 문제가 있었다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

[0006] 본 발명의 과제는, 구동 효율이 좋고, 용이하게 제조할 수 있는 진동 액츄에이터, 렌즈 경통, 카메라, 진동자의 제조 방법 및 진동 액츄에이터의 제조 방법을 제공하는 것이다.

과제 해결수단

[0007] 본 발명은, 이하와 같은 해결 수단에 의해 상기 과제를 해결한다.

[0008] (1) 본 발명의 제 1 양태에 따르면, 진동자에 형성된 탄성체와, 홈 형상의 경계 부분에 의해 복수 영역으로 나누어진 상태에서, 상기 탄성체 상에 소결된 전기 기계 변환 소자를 구비한 진동 액츄에이터가 제공된다.

[0009] (2) 제 (1) 항에 있어서, 상기 전기 기계 변환 소자는, 상기 경계 부분에 의해, 독립된 복수 영역으로 분리되어 있는 진동 액츄에이터가 제공된다.

[0010] (3) 제 (1) 항 또는 제 (2) 항에 있어서, 상기 전기 기계 변환 소자의 상기 복수 영역의 표면에 전극이 형성되어 있는 진동 액츄에이터가 제공된다.

[0011] (4) 제 (3) 항에 있어서, 상기 복수 영역의, 상기 경계 부분과 접하는 단부 이외의 단부의 표면에는 전극이 형성되어 있지 않은 진동 액츄에이터가 제공된다.

[0012] (5) 제 (1) 항 내지 제 (4) 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 전기 기계 변환 소자는, 사출 성형되어 제조된 것인 진동 액츄에이터가 제공된다.

[0013] (6) 제 (1) 항 내지 제 (5) 항 중 어느 한 항에 있어서, 인접하는 상기 복수 영역의, 상기 전기 기계 변환 소자의 표면에 있어서의 간격이 0.1㎜ 이하인 진동 액츄에이터가 제공된다.

[0014] (7) 제 (1) 항 내지 제 (6) 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 탄성체의 상기 전기 기계 변환 소자가 형성된 면과 반대측의 면에 가압 접촉된 이동체를 구비한 진동 액츄에이터가 제공된다.

[0015] (8) 제 (7) 항에 있어서, 상기 탄성체의 상기 전기 기계 변환 소자가 형성된 면측에 형성되고, 상기 탄성체와 상기 이동체를 가압 접촉시키는 가압력을 발생하는 가압부를 구비한 진동 액츄에이터가 제공된다.

[0016] (9) 본 발명의 제 2 양태에 따르면, 제 (1) 항 내지 제 (8) 항 중 어느 한 항에 기재된 진동 액츄에이터를 구비하는 렌즈 경통이 제공된다.

[0017] (10) 본 발명의 제 3 양태에 따르면, 제 (1) 항 내지 제 (8) 항 중 어느 한 항에 기재된 진동 액츄에이터를 구비하는 카메라가 제공된다.

[0018] (11) 본 발명의 제 4 양태에 따르면, 탄성체 상에, 홈 형상의 경계 부분에 의해 복수 영역으로 나누어진 상태에서 전기 기계 변환 소자를 형성하는 제 1 공정과, 상기 탄성체와 상기 전기 기계 변환 소자를 소결시키는 제 2

공정을 구비하는 진동자의 제조 방법이 제공된다.

[0019] (12) 제 (11) 항에 있어서, 상기 제 1 공정은, 상기 전기 기계 변환 소자를 상기 홈 형상의 경계 부분에 의해 독립된 복수 영역으로 분리하여 형성하는 진동자의 제조 방법이 제공된다.

[0020] (13) 제 (11) 항 또는 제 (12) 항에 있어서, 상기 제 2 공정 후에, 상기 전기 기계 변환 소자의 상기 복수 영역의 표면에 전극을 형성하는 제 3 공정을 구비하는 진동자의 제조 방법이 제공된다.

[0021] (14) 제 (13) 항에 있어서, 상기 제 3 공정 후에, 상기 전기 기계 변환 소자를 상기 복수 영역마다 분극하는 제 4 공정을 구비하는 진동자의 제조 방법이 제공된다.

[0022] (15) 제 (11) 항 내지 제 (14) 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제 1 공정은, 사출 성형에 의해 상기 전기 기계 변환 소자를 형성하는 진동자의 제조 방법이 제공된다.

[0023] (16) 제 (11) 항 내지 제 (15) 항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 제 1 공정에 있어서, 인접하는 상기 복수 영역의, 상기 전기 기계 변환 소자의 표면에 있어서의 간격이, 0.1㎜ 이하가 되도록 상기 전기 기계 변환 소자를 형성하는 진동자의 제조 방법이 제공된다.

[0024] (17) 본 발명의 제 5 양태에 따르면, 제 (11) 항 내지 제 (16) 항 중 어느 한 항에 기재된 진동자의 제조 방법을 구비하고, 상기 탄성체의 상기 전기 기계 변환 소자가 형성된 면과 반대측의 면에 가압 접촉된 이동체를 형성하는 진동 액츄에이터의 제조 방법이 제공된다.

[0025] (18) 제 (17) 항에 기재된 진동 액츄에이터의 제조 방법을 구비하고, 상기 탄성체의 상기 전기 기계 변환 소자가 형성된 면측에, 상기 탄성체와 상기 이동체를 가압 접촉시키는 가압력을 발생하는 가압부를 형성하는 진동 액츄에이터의 제조 방법이 제공된다.

효 과

[0026] 본 발명에 의하면, 구동 효율이 좋고, 용이하게 제조할 수 있는 진동 액츄에이터, 렌즈 경통, 카메라, 진동자의 제조 방법 및 진동 액츄에이터의 제조 방법을 제공할 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

[0027] 이하, 도면 등을 참조하여, 본 발명의 실시형태를 들어, 더욱 상세하게 설명한다. 또한, 이하의 실시형태는, 진동 액츄에이터로서 초음파의 진동성을 이용하는 초음파 모터를 예를 들어 설명한다.

[0028] 도 1 은, 본 실시형태의 초음파 모터 (10) 를 사용한 카메라 (1) 를 나타내는 도면이다.

[0029] 본 실시형태의 카메라 (1) 는, 촬상 소자 (6) 를 갖는 카메라 보디 (2) 와, 렌즈 경통 (3) 을 구비한다. 렌즈 경통 (3) 은, 카메라 보디 (2) 에 착탈 가능한 교환 렌즈이다. 또한, 본 실시형태의 카메라 (1) 에서는, 렌즈 경통 (3) 이 교환 렌즈인 예를 나타냈지만, 이에 한정되지 않고, 예를 들어, 카메라 보디와 일체형의 렌즈 경통이어도 된다.

[0030] 렌즈 경통 (3) 은, 렌즈 (4), 캠통 (5), 초음파 모터 (10) 등을 구비한다. 본 실시형태에서는, 초음파 모터 (10) 는, 카메라 (1) 의 포커스 동작시에 렌즈 (4) 를 구동하는 구동원으로서 사용되고 있고, 초음파 모터 (10) 로부터 얻어진 구동력은, 캠통 (5) 으로 전달된다. 렌즈 (4) 는, 캠통 (5) 과 캠 걸어맞춤되어 있어, 초음파 모터 (10) 의 구동력에 의해 캠통 (5) 이 회전하면, 렌즈 (4) 는, 캠통 (5) 과의 캠 걸어맞춤에 의해 광축방향으로 이동하여 초점 조절이 행해진다.

[0031] 도 2 는, 본 실시형태의 초음파 모터 (10) 의 단면도이다.

[0032] 본 실시형태의 초음파 모터 (10) 는, 진동자 (11), 이동체 (14), 완충 부재 (15), 지지체 (16), 완충 부재 (17), 가압부 (18), 고정 부재 (19) 등을 구비하고 있다.

[0033] 진동자 (11) 는, 탄성체 (12), 압전체 (13) 등을 구비하고 있다.

[0034] 탄성체 (12) 는, 스테인리스 재료나 임퍼 재료 등의 철합금이나 진유 (眞鍮) 등의 탄성 변형이 가능한 금속 재료를 사용하여 형성된 대략 원 고리 형상의 부재로서, 일방의 단면에는, 압전체 (13) 가 형성되고, 타방의 면에는, 복수의 홈 (12a) 을 잘라 형성된 빗살 (12b) 이 형성되어 있다. 이 빗살 (12b) 의 선단면은, 압전체 (13) 의 여진에 의해, 진행파가 발생하여 이동체 (14) 를 구동하는 구동면이 된다.

[0035] 압전체 (13) 는, 전기 에너지를 기계 에너지로 변환하는 기능을 가지며, 본 실시형태에서는, PZT (티탄산 지르콘산납) 를 사용하여 형성되어 있다. 이 압전체 (13) 는, 구동 신호가 입력되는 전극 (131) (도 3a 참조) 의 영역마다 복수 형성되어, 탄성체 (12) 상에 소결되어 있다. 전극 (131) 은, 도시하지 않은 플렉시블 프린트 기판과 전기적으로 접속되어 있고, 이 플렉시블 프린트 기판으로부터 공급되는 구동 신호에 의해 압전체 (13) 가 여진된다. 본 실시형태의 압전체 (13) 의 상세한 형상에 대해서는 후술한다.

[0036] 이동체 (14) 는, 대략 원 고리 형상의 부재로서, 후술하는 가압부 (18) 의 가압력에 의해 탄성체 (12) 의 구동면에 가압 접촉되고, 탄성체 (12) 의 진행파에 의해 마찰 구동된다.

[0037] 완충 부재 (15) 는, 고무 등을 사용하여 형성된 대략 원 고리 형상의 부재이다. 이 완충 부재 (15) 는, 이동체 (14) 의 진동을 지지체 (16) 측으로 전달하지 않도록 하는 부재로서, 이동체 (14) 와 지지체 (16) 사이에 형성되어 있다.

[0038] 지지체 (16) 는, 이동체 (14) 를 지지하는 부재로서, 이동체 (14) 와 일체가 되어 회전하여 이동체 (14) 의 회전 운동을 도시하지 않은 피구동 부재에 전달하고, 또한, 이동체 (14) 의 회전 중심축 방향의 위치를 규제하는 부재이다.

[0039] 가압부 (18) 는, 진동자 (11) 와 이동체 (14) 를 가압 접촉시키는 가압력을 발생시키는 부분으로서, 가압판 (18a), 접시 스프링 (18b) 을 구비하고 있다. 가압판 (18a) 은, 접시 스프링 (18b) 이 발생시키는 가압력을 받는, 대략 원 고리 형상의 판이다.

[0040] 완충 부재 (17) 는, 부직포나 펠트 등을 사용하여 형성된 대략 원 고리 형상의 부재이다. 이 완충 부재 (17) 는, 진동자 (11) 의 진동을 가압부 (18) 측으로 전달하지 않도록 하는 부재로서, 압전체 (13) 와 가압판 (18a) 사이에 형성되어 있다.

[0041] 고정 부재 (19) 는, 본 실시형태의 초음파 모터 (10) 를 렌즈 경통 (3) 에 고정시키는 부재이다.

[0042] 여기서, 압전체 (13) 의 형상에 대해 상세하게 설명한다.

[0043] 도 3 은, 본 실시형태의 진동자 (11) 를 나타내는 도면이다. 도 3a 는, 진동자 (11) 를 가압부 (18) 측에서 본 도면으로서, 사선이 그어진 부분은 전극 (131) 이 형성되어 있는 것을 나타낸다. 도 3b 는, 이해를 용이하게 하기 위해서, 압전체 (13) 와 탄성체 (12) 를 분리하여 나타낸 사시도이다.

[0044] 도 3 에 나타내는 바와 같이, 본 실시형태의 압전체 (13) 는, 탄성체 (12) 의 구동면과는 반대측의 면 상에 복수 독립적으로 형성되어 있다. 이 압전체 (13) 및 진동자 (11) 의 제조 방법에 관해서는 후술한다.

[0045] 도 3a 에 나타내는 바와 같이, 압전체 (13) 상에는, 전극 (131) 이 형성되어 있다. 이 전극 (131) 은, 분극 처리시의 방전을 방지하는 목적에서, 탄성체 (12) 의 직경 방향에 있어서의 압전체 (13) 의 양 단부 (내주단, 외주단) 에는 형성되어 있지 않고, 탄성체 (12) 의 직경 방향에 있어서의 압전체 (13) 의 양 단부에는, 압전체 (13) 의 소지 (素地) 부분이 소정 폭으로 노출되어 있다. 이에 대해서, 탄성체 (12) 의 둘레 방향에 있어서의 압전체 (13) 의 양 단부에는, 전극 (131) 이 형성되어 있다.

[0046] 또, 탄성체 (12) 의 둘레 방향에 있어서, 인접하는 전극 (131) 간에는, 압전체 (13) 는 형성되어 있지 않고, 진동자 (11) 를 가압부 (18) 측에서 보면, 탄성체 (12) 가 보이는 형태가 되어 있다. 또한, 본 실시형태에서는, 탄성체 및 압전체의 외경은 약 12㎜, 내경은 약 8㎜ 이다. 이 경우, 인접하는 전극 (131) (압전체 (13)) 간의 간격 (W) 은 약 0.1㎜ 이하가 되도록 형성되는 것이, 구동 효율 향상의 관점에서 바람직하다. 본 실시형태에서는 W = 0.05㎜ 이다.

[0047] 이 압전체 (13) 는, 탄성체 (12) 의 둘레 방향을 따라, 2 개의 상 (A 상, B 상) 의 신호가 입력되는 부분으로 나누어져 있고, 각 상에 대응되는 부분에 있어서는, 1/2 파장마다 분극이 교대가 되도록 상이한 극성의 요소 (A1, A2, A3, A4, B1, B2, B3, B4) 가 배열되어 있다. 또, A 상과 B 상 사이의 1/4 파장 간격이 형성된 부분은, 그라운드 (G) 에 대응한다.

[0048] 다음으로, 본 실시형태의 진동자 (11) 의 제조 방법을 설명한다.

[0049] 도 4 는, 본 실시형태의 진동자 (11) 의 제조 방법을 나타내는 공정도이다.

[0050] 진동자 (11) 의 제조 공정은, 압전체 준비 공정 (S100) 과, 탄성체 준비 공정 (S200) 과, 사출 성형 공정 (S300) 과, 소결 공정 (S400) 과, 전극 형성 공정 (S500) 과, 분극 공정 (S600) 을 구비한다.

[0051] 도 4 에 나타내는 바와 같이, 압전체 준비 공정 (S100) 은, 재료 확인 공정 (S101) 과, 재료 칭량 공정 (S102) 과, 재료 혼합 공정 (S103) 과, 예비 소결 공정 (S104) 과, 분쇄 공정 (S105) 과, 조립 공정 (S106) 과, 바인더 혼합 공정 (S107) 과, 펠릿화 공정 (S108) 을 구비하고 있다.

[0052] 재료 확인 공정 (S101) 은, PZT 의 재질을 확인하는 공정으로서, 예를 들어, 형광 X 선 장치를 사용하여, PZT 의 순도가 99.90% 이상인지를 확인한다.

[0053] 재료 칭량 공정 (S102) 은, PZT 의 원료의 중량을 측정하는 공정으로서, 예를 들어, 정밀 천칭을 사용하여, PZT 의 원료의 분량이 소정의 목표값으로부터 오차 0.1g 이하인지를 확인한다.

[0054] 재료 혼합 공정 (S103) 은, PZT 의 원료와 소결에 필요한 소정 재료를 혼합하는 공정으로서, 예를 들어, 볼 밀을 사용하여 소정 시간 (본 실시형태에서는, 2 시간) 혼합한다. 그리고, 입도 분포계를 사용하여, 혼합물의 입자 직경이 1 ~ 2㎛ 인지를 확인한다.

[0055] 예비 소결 공정 (S104) 은, 혼합물을 예비 소결하는 공정으로서, 예를 들어, 온도 기록계나 온도 이력 센서를 사용하여, 온도의 프로파일 (설정) 이 850℃ 로부터 ±5℃ 의 범위 내에 있는지를 확인하면서 예비 소결한다.

[0056] 분쇄 공정 (S105) 은, 예비 소결물을 분쇄하는 공정으로서, 예를 들어, 볼 밀을 사용하여 소정 시간으로 분쇄한다. 그리고, 입도 분포계를 사용하여, 분쇄물의 입자 직경이 1 ~ 2㎛ 로 되어 있는지를 확인한다. 또, X 선 회절 장치를 사용하여, PZT 의 결정상으로부터 분쇄물 중의 PZT 의 비율을 확인하거나, 비표면적 측정기를 사용하여, 분쇄물의 비표면적이 소정의 값 (본 실시형태에서는, 3㎡/g) 인지를 확인하거나 한다.

[0057] 조립 공정 (S106) 은, 분쇄물의 분말을 굳혀서 입상으로 하는 공정이다. 여기서는, 예를 들어, 스프레이 드라이어를 사용하여 소정 온도 (본 실시형태에서는, 200℃) 로 분쇄물을 건조시키고, 다음으로, PVA (폴리비닐알코올) 를 소정량 첨가시켜 조립을 실시한다. 이 때, SEM (전자 현미경) 을 사용하여, 조립된 조립자 직경이 소정의 값 (본 실시형태에서는, 30 ~ 100㎛) 인지, 또한, PVA 가 소정의 비율로 되어 있는지를 확인한다.

[0058] 바인더 혼합 공정 (S107) 은, 조립물에 소정의 바인더를 소정량 혼합하는 공정으로서, 예를 들어, 정밀 천칭을 사용하여, 혼합물의 총 중량이 소정의 목표값으로부터 오차 1g 이하인지를 확인한다. 본 실시형태에서는, 바인더로서 PVB (폴리비닐부티랄) 를 사용하고 있다.

[0059] 펠릿화 공정 (S108) 은, 혼합물을 펠릿화 (입상으로 굳히는 것) 하는 공정으로서, 예를 들어, 펠릿 생성기를 사용하여 실시한다.

[0060] 탄성체 준비 공정 (S200) 은, 탄성체 (12) 를 제조하는 탄성체 제조 공정 (S201) 을 구비한다. 본 실시형태에서는, 절삭 가공에 의해 탄성체 (12) 를 제작한다.

[0061] 사출 성형 공정 (S300) 은, 펠릿화된 혼합물을 용해하여 사출 성형하는 공정이다. 도 5 는, 이 사출 성형 공정 (S300) 을 상세하게 설명하는 모식도이다. 사출 성형 공정 (S300) 에서는, 도시하는 바와 같이, 탄성체용 금형 (12A) 중에 탄성체 준비 공정 (S200) 에서 제조된 탄성체 (12) 를 배치한다 (S301).

[0062] 다음으로, 압전 소자용 금형 (13A) 을 탄성체용 금형 (12A) 에 대향시켜 배치한다 (S302). 이 압전 소자용 금형 (13A) 에는, 펠릿화된 혼합물이 사출되는 오목부를 복수 영역으로 분리하도록, 칸막이 (13B) 가 형성되어 있다.

[0063] 이 칸막이 (13B) 는, 압전 소자용 금형 (13A) 을 탄성체용 금형 (12A) 에 대향시켜 배치한 도 5 의 S302 에 나타내는 상태에서, 탄성체 (12) 의 표면과 접촉하고 있다. 이 칸막이 (13B) 에 의해 나누어진 영역의 각각에, 펠릿화된 혼합물을 사출 성형한다 (S303). 또한, 이 사출 성형은, 사출 성형기에 의해, 예를 들어, 혼합물의 온도가 160 ~ 170℃ 인지, 보압 (保壓) 압력이 소정의 값인지, 보압 시간이 소정의 값인지 등을 확인하면서 실시한다.

[0064] 그리고, 탄성체 (12) 와 압전 소자 (13) 를 가압하도록 탄성체용의 금형 (12A) 과 압전 소자용의 금형 (13A) 사이에 가압력을 가한다 (S304). 가압값은 0.5t/㎠ 정도가 바람직하다. 또한, 사출시에, 탄성체 (12) 와 압전 소자 (13) 가 충분히 가압되어 있으면 (가압값이 0.5t/㎠ 정도이면), 이 공정은 생략해도 된다.

[0065] 탄성체용의 금형 (12A) 과 압전 소자용의 금형 (13A) 으로부터 탄성체 (12) 와 압전 소자 (13) 를 빼낸다 (S305). 또한, 사출 성형 공정 (S300) 후에는, 불필요해진 수지 바인더를 제거하는 탈지 공정이 있고, 예를 들어, 열분해법 등에 의해 탈지를 실시한다.

[0066] 도 4 로 돌아가서, 소결 공정 (S400) 은, 사출 성형 공정 (S300) 에 의해 일체로 형성된 탄성체 (12) 와 압전체 (13) 를 가열하여, 압전체 (13) 를 소결하는 공정으로서, 소결 공정의 소결 온도는, 1000 ~ 1200℃ 인 것이 바람직하다. 소결 공정 (S400) 은, 예를 들어, 온도 기록계나 온도 이력 센서를 사용하여, 온도의 프로파일이 1100℃ 로부터 ±10℃ 의 범위에 있는지를 확인하면서 실시한다. 또, 소결한 후에 정밀 천칭을 사용하여, 소결 밀도가 소정의 값인지를 확인하고, SEM 을 사용하여 결정 입자 직경이 소정의 값 (본 실시형태에서는 2㎛ 정도) 인지를 확인한다. 이 소결 공정 (S400) 에 의해, 혼합물로 되어 있던 압전체가, 소결체로서의 압전체 (13) 가 되어, 탄성체 (12) 와 완전하게 접합된다.

[0067] 전극 형성 공정 (S500) 은, 압전체 (13) 에 전극을 형성하는 공정으로, 예를 들어, 스크린 인쇄기를 사용하여, 전극 (131) 을 인쇄에 의해 형성한다. 또, SEM 을 사용하여, 인쇄된 전극 (131) 의 막 두께가 2 ~ 5㎛ 인지를 확인한다.

[0068] 분극 공정 (S600) 은, 압전체 (13) 를 분극하는 공정으로서, 예를 들어, 소정의 전원을 사용하여, 25kV/㎠ 의 전압을 인가한다. 또, 온도계를 사용하여, 분극시의 압전체 (13) 의 온도가 100℃ 가 되도록 하고, 타이머를 사용하여 30 분간 전압을 가한다. 또한, 분극은, + 전극과 - 전극으로 압전체 (13) 를 사이에 두고 실시할 필요가 있지만, 본 실시형태에서는, 일방의 전극에는 인쇄에 의해 형성된 전극 (131) 을 사용하고, 타방의 전극에는 탄성체 (12) 를 사용한다.

[0069] 분극 공정 (S600) 후, 필요하면 탄성체 (12) 의 구동면의 평면성을 확보하기 위한 연마 가공 등을 실시하여, 본 실시형태의 진동자 (11) 가 완성된다. 그 후에, 초음파 모터 (10) 를 조립하는 조립 공정 등을 거쳐, 본 실시형태의 초음파 모터 (10) 가 완성된다.

[0070] 종래와 같이 대략 원 고리 형상의 압전체 상에 각 전극을 형성하는 방법에서는, 압전체의 분극 처리시의 방전을 방지하기 위해서, 각 전극 간에는 소정의 간격을 형성할 필요가 있다. 따라서, 압전체의 전극 간에는, 전극이 형성되지 않는 압전체의 소지 부분이 존재한다. 이 압전체의 소지 부분은, 전극이 형성되어 있지 않기 때문에, 분극 처리를 실시해도 미 (未) 분극된 상태이다.

[0071] 그 때문에, 초음파 모터를 구동하는 구동 신호를 각 전극에 부여했을 때에는, 전극이 형성되어 있는 영역의 압전체는 구동 신호에 의해 신축되지만, 압전체의 소지 부분은, 신축되지 않기 때문에 탄성체의 여진에는 기여하지 않고, 또한, 전극 간에 존재하기 때문에 전극이 형성되어 있는 영역의 압전체의 신축을 저해하여 탄성체의 여진을 방해하여, 초음파 모터의 구동 효율을 낮추는 요인이 된다는 문제가 있었다.

[0072] 이에 대하여, 본 실시형태에 의하면, 압전체 (13) 를 각 전극 (131) 에 대응되는 영역마다 복수 형성하였으므로, 전극 (131) 간에 미분극된 상태로 존재하는 압전체의 영역이 없어져, 전극 (131) 이 형성되어 있는 영역의 압전체 (13) 의 신축을 저해하지 않으므로, 초음파 모터 (10) 의 구동 효율의 향상을 기대할 수 있다.

[0073] 또, 종래와 같이 대략 원 고리 형상의 압전체 상에 각 전극을 형성하는 방법에서는, 분극 처리시의 방전을 방지하기 위해서, 각 전극마다 하나하나 분극 처리를 실시하면, 전극이 형성된 어느 영역의 압전체는 신장되고, 어느 영역의 압전체는 수축되며, 전극이 형성되지 않은 전극 간의 압전체의 소지 부분은 변형되지 않기 때문에, 분극 처리 후의 압전체는 변형되어 찌그러진 형상이 된다.

[0074] 그 때문에, 압전체 상에 형성된 복수의 전극을 동시에 분극할 필요가 있고, 복수의 전극을 동시에 분극할 때에는, 방전을 방지하기 위해서 인접한 전극 간에 소정의 간격을 형성할 필요가 있었다. 이 방전 방지를 위해서 형성되는 인접하는 전극 간의 간격 (도 3a 에 있어서의 W 에 상당) 은, 0.4 ~ 0.5㎜ 이었다.

[0075] 그러나, 본 실시형태에 의하면, 각 전극 (131) 마다 압전체 (13) 가 독립적으로 형성되어 있으므로, 각 전극 (131) 마다 분극 처리를 실시한 경우에도 변형되지 않는다. 따라서, 본 실시형태에 의하면, 모든 전극을 동시에 분극하지 않아도 되고, 인접하는 전극 간의 간격을 좁게 할 수 있다.

[0076] 본 실시형태에 의하면, 인접하는 전극 (131) (압전체 (13)) 의 간격 W = 0.05㎜ 로 했으므로, 이에 의해, 전극 (131) 의 총 면적이 약 6% 증가되어, 탄성체 (12) 의 여진에 기여하는 압전체 (13) 의 면적이 증가된다.

[0077] 이 점에서, 탄성체 (12) 를 여진하는 효과가 높아져, 초음파 모터의 구동 효율 향상을 기대할 수 있다.

[0078] 또한, 본 실시형태에서는, 분극시의 방전을 방지하는 관점에서, 인접하고 있고, 또한, 상이한 극성 (분극 방향) 으로 분극되는 압전체 (13) 끼리는, 극성마다 나누어 분극 처리를 실시하고 있다.

[0079] 또한, 압전체 (13) 는, 종래와 같은 압전체와 탄성체를 접착제를 사용하여 접합시키는 제조법에서는, 부품의 세정 · 건조, 접착제의 도포, 고정 지그에 의한 유지, 가열 경화, 고정시 도구의 제거 등의 공정이나, 접착제의 도포량, 접착제의 온도, 가압력, 가압 시간, 경화 온도, 경화 시간 등의 공정시의 관리 항목이 필요해진다.

[0080] 그러나, 본 실시형태에 의하면, 압전체 (13) 의 제조 공정 중 하나인 사출 성형 공정 (S300) 에 의해 탄성체 (12) 에 대해 압전체 (13) 를 일체로 하고, 소결 공정에 의해 접착제 등을 사용하지 않고 완전하게 접합시킬 수 있으므로, 공정 수를 줄여 상기 서술한 바와 같은 각종 관리 항목을 없앨 수 있어, 진동자 (11) 의 제조, 나아가 초음파 모터 (10) 의 제조를 용이하게 실시할 수 있다.

[0081] 추가로, 종래와 같이, 압전체와 탄성체를 접착제를 사용하여 접합시킨 진동자에서는, 접착제의 층이 압전체와 탄성체 사이에 존재함으로써 진동이 감쇠된다는 문제나, 충분한 접착 강도를 확보하기 위해서, 접착제 재료의 선정이나, 탄성체의 압전체가 접합되는 면을 거칠게 하는 가공 등이 필요하다는 문제가 있었다.

[0082] 그러나, 본 실시형태에 의하면, 압전체 (13) 와 탄성체 (12) 는 직접 접합되어 있고, 압전체 (13) 와 탄성체 (12) 사이에는 진동 전달을 저해하는 것이 없기 때문에, 탄성체 (12) 를 효율적으로 여진할 수 있다. 또, 본 실시형태에 의하면, 압전체 (13) 를 소결시켜 탄성체 (12) 와 접합시키므로, 간단하게 충분한 접합 강도로 압전체 (13) 와 탄성체 (12) 를 일체로 접합시킬 수 있다.

[0083] 또한, 본 실시형태와 같은 압전체 (13) 를, 대략 원 고리 형상의 압전체를 소정의 형상으로 절단하는 등에 의해 형성하고자 하는 경우, 압전체 (13) 는, 그 재질의 성질상, 깨지기 쉽기 때문에 절단 등의 가공은 곤란하다.

[0084] 그러나, 본 실시형태에 의하면, 용이하게 압전체 (13) 를 제작할 수 있다.

[0085] (변형 형태)

[0086] (1) 본 실시형태에 있어서의 압전체용 금형 (13A) 은, 탄성체 (12) 에 대향시켜 배치하였을 때에, 칸막이 (13B) 가 탄성체 (12) 와 접촉함으로 인해, 복수 영역으로 완전히 분리된 오목부를 갖는다. 그리고 이 분리된 각 영역에, 압전체의 재료를 각각 사출 성형함으로 인해 분리된 압전체 (13) 를 복수 독립적으로 형성하는 예를 나타내었다.

[0087] 그러나, 압전체는, 이하와 같이 형성해도 된다. 예를 들어, 칸막이의 높이를 낮게 하여, 탄성체에 압전체용 금형을 접촉시켰을 때에, 탄성체의 표면과 칸막이 사이에 틈이 형성되도록 해도 된다. 이와 같이 형성된 압전체는, 인접하는 압전체끼리가 완전히 분리되지 않고, 탄성체측에 있어서 연속하여, 홈에 의해 복수 영역으로 실질적으로 나누어진 하나의 압전체가 된다. 이렇게 하면, 혼합물을 사출할 때에, 그 틈으로부터 그 밖의 영역으로 혼합물이 유입될 수 있다. 이 때문에, 예를 들어 사출구가 1 지점이어도 오목부 전체에 혼합물을 주입시킬 수 있어, 사출을 용이하고 또한 균일하게 실시할 수 있다.

[0088] (2) 또한, 압전체용 금형에 칸막이를 형성하지 않은 형태이어도 된다. 이 경우, 압전체용 금형은 칸막이가 없는 원 고리 형상의 오목부를 갖도록 형성된다. 그 오목부에 혼합물을 사출하고, 탄성체 상에 형성된 원 고리 형상의 압전체의 일부를 방사선 형상으로 깎음으로써 압전체를 복수 영역으로 분할한다.

[0089] (3) 본 실시형태에서는, 탄성체용 금형 (12A) 에 압전체용 금형 (13A) 을 대향 배치하여 그 가운데에 혼합물을 사출함으로 인해 압전체 (13) 를 성형하였다. 그러나, 압전체를 탄성체와 별개로 제조하고, 그것을 탄성체에 접착시켜도 된다. 이 경우, 압전체는, 단독으로 사출 성형에 의해 제조되어도 되고, 또한, 시트 형상의 재료로부터 형을 빼냄으로써 제조되어도 된다. 나아가, 원통체를 슬라이스함으로써 제조되어도 된다.

[0090] 또한, 이들의 방법으로 제조하는 압전체는, 원 고리 형상이어도 되고, 또한 원 고리가 복수개로 분할된 형태를 가지고 있어도 된다.

[0091] 원 고리 형상의 압전체인 경우, 그 압전체를 탄성체에 접착시키고, 그 후, 압전체의 일부를 방사선 형상으로 깎음으로써 압전체를 복수 영역으로 분할해도 된다. 이 경우, 압전체를 탄성체에 접착시킬 때의 위치 결정이 용이하다.

[0092] 또한, 원 고리가 복수개로 분할된 압전체인 경우, 압전체를 전체적으로 대략 원 고리 형상이 되도록 하여 탄성체에 접착시킨다. 이 경우, 압전체를 깎아 분할하는 수고가 생략된다.

[0093] (4) 본 실시형태에 있어서, 전극 (131) 은, 탄성체 (12) 의 직경 방향에 있어서의 압전체 (13) 의 양 단부에는 형성되지 않은 예를 나타냈지만, 이것에 한정되지 않고, 예를 들어, 압전체 (13) 의 전체 면에 형성해도 된다.

이 경우, 분극 처리시에 방전되지 않는 대책이 강구되는 것이 바람직하다.

[0094] (5) 본 실시형태에 있어서, 진동 액츄에이터로서, 이동체 (14) 가 회전 구동되는 회전형의 초음파 모터 (10) 를 예를 들어 설명했지만, 이것에 한정되지 않고, 리니어형의 초음파 모터로 해도 된다. 또, 로드형, 펜슬형, 원반형 등의 진동 액츄에이터로 해도 된다.

[0095] (6) 본 실시형태에 있어서, 진동 액츄에이터로서 초음파 모터 (10) 를 예를 들어 설명했지만, 이것에 한정되지 않고, 예를 들어, 초음파 영역 이외의 진동을 이용하는 진동 액츄에이터로 해도 된다.

[0096] (7) 본 실시형태에 있어서, 초음파 모터 (10) 가, 카메라 (1) 의 오토포커스의 구동원으로서 사용되는 예를 나타냈지만, 이것에 한정되지 않고, 예를 들어, 카메라의 줌 동작의 구동원이나, 카메라의 촬상계의 일부를 구동하여 손떨림을 보정하는 손떨림 보정 기구의 구동원, 복사기의 구동부, 자동차의 핸들 틸트 장치, 시계의 구동 장치 등에 적용할 수 있다.

[0097] 또한, 본 실시형태 및 각 변형 형태는, 적절하게 조합하여 사용할 수도 있는데, 상세한 설명은 생략한다.

도면의 간단한 설명

[0098] 도 1 은 본 실시형태의 초음파 모터를 사용한 카메라를 나타내는 도면.

[0099] 도 2 는 본 실시형태의 초음파 모터의 단면도.

[0100] 도 3a 는 본 실시형태의 진동자를 나타내는 도면으로서, 진동자를 가압부측에서 본 도면.

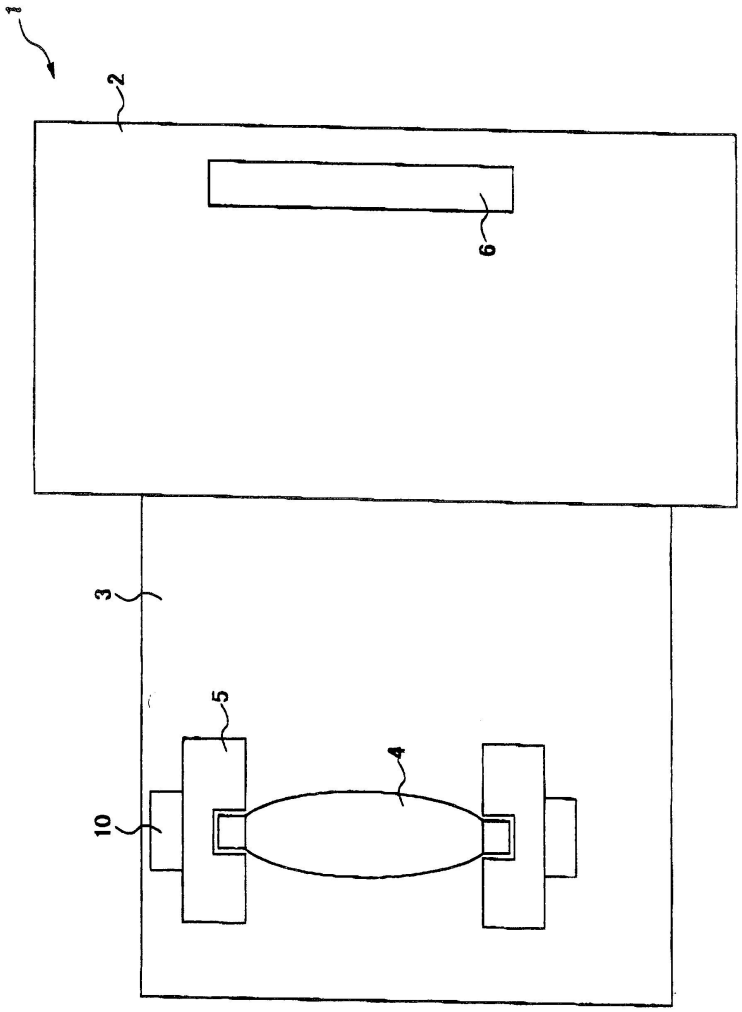
[0101] 도 3b 는 본 실시형태의 진동자를 나타내는 도면으로서, 압전체와 탄성체를 분리하여 나타낸 사시도.

[0102] 도 4 는 본 실시형태의 진동자의 제조 방법을 나타내는 공정도.

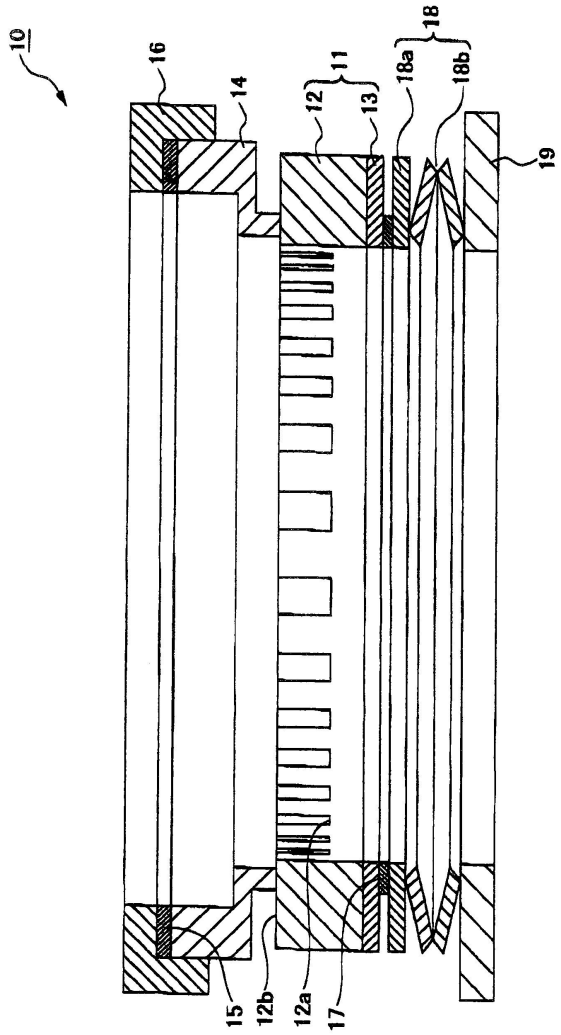
[0103] 도 5 는 사출 성형 공정을 상세하게 설명하는 모식도.

도면

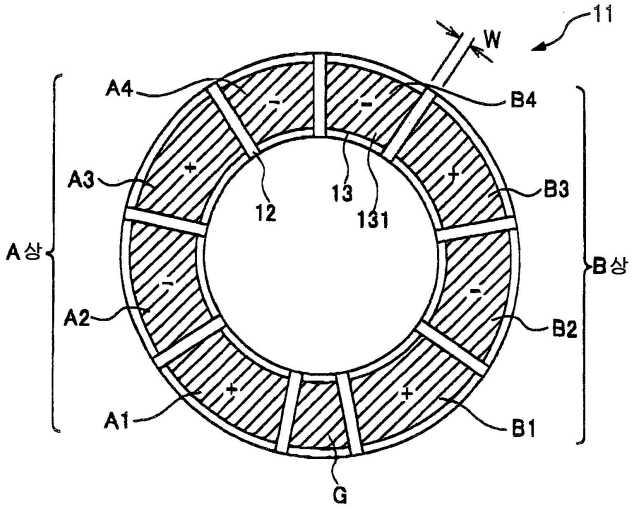
도면1



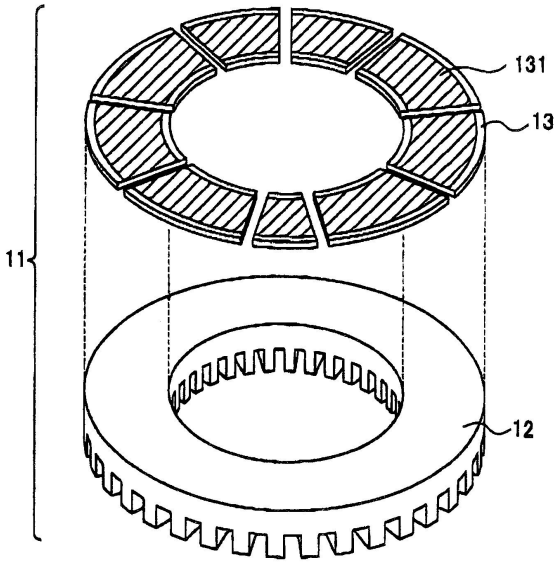
도면2


10
16
14
12
11
13
18a
18b
18
19
15
12b
12a
17

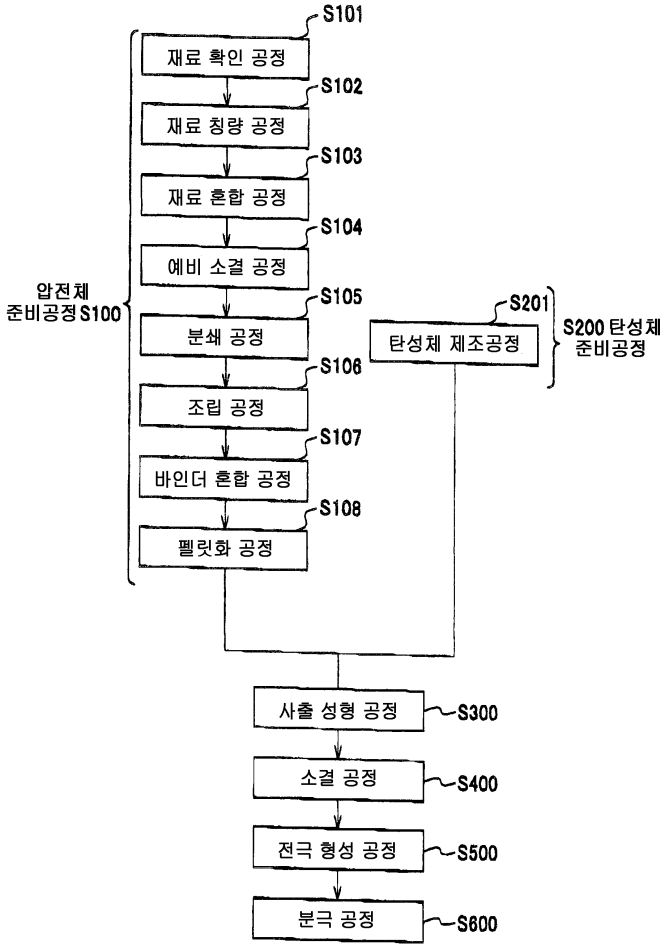
도면3a


11
W
A4
B4
A3
B3
12
13
131
A상
B상
A2
B2
A1
B1
G

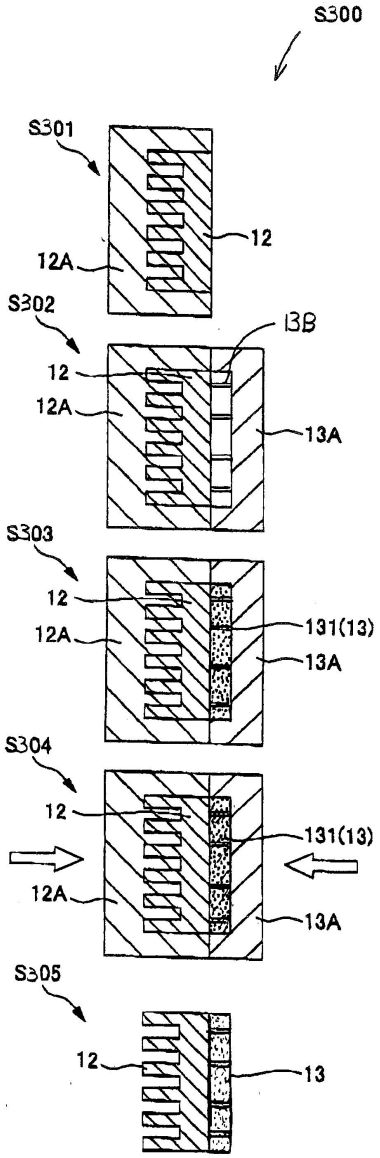
도면3b



도면4


S101
재료 확인 공정
S102
재료 칭량 공정
S103
재료 혼합 공정
S104
예비 소결 공정
S105
분쇄 공정
S106
조립 공정
S107
바인더 혼합 공정
S108
펠릿화 공정
압전체
준비공정 S100
S201
탄성체 제조공정
S200 탄성체
준비공정
사출 성형 공정
S300
소결 공정
S400
전극 형성 공정
S500
분극 공정
S600

도면5


S300
S301
12
12A
S302
13B
12
12A
13A
S303
12
131(13)
12A
13A
S304
12
131(13)
12A
13A
S305
12
13