

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구  
국제사무국

(43) 국제공개일  
2016년 10월 6일 (06.10.2016)



(10) 국제공개번호  
**WO 2016/159633 A1**

- (51) 국제특허분류:  
H01L 41/09 (2006.01) H01L 41/22 (2006.01)  
H01L 41/18 (2006.01) H01L 41/27 (2013.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2016/003194
- (22) 국제출원일: 2016년 3월 29일 (29.03.2016)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:  
10-2015-0045205 2015년 3월 31일 (31.03.2015) KR
- (71) 출원인: 고려대학교 산학협력단 (KOREA UNIVERSITY RESEARCH AND BUSINESS FOUNDATION) [KR/KR]; 02841 서울시 성북구 안암로 145 고려대학교 (안암동 5가), Seoul (KR).
- (72) 발명자: 남산 (NAHM, Sahn); 06284 서울시 강남구 삼성로 212 은마아파트 20동 1003호, Seoul (KR). 김종현 (KIM, Jong Hyun); 05346 서울시 강동구 천중로 264 신동아아파트 1동 702호, Seoul (KR). 김대현 (KIM, Dae Hyeon); 33635 충청남도 서천군 서천읍 서천로 232번길 69-2 chevrolet 정비소, Chungcheongnam-do (KR). 허준 (HUR, Joon); 02578 서울시 동대문구 무학로 45길 32 103호, Seoul (KR). 서인태 (SEO, In Tae); 02855 서울시 성북구 인촌로 22길 6-3 고려대학교 제2공학관 137-A, Seoul (KR). 이지현 (LEE, Ji Hyun); 08350 서울시 구로구 오류로 30 천왕연지타운 1단지 110동 901호, Seoul (KR).

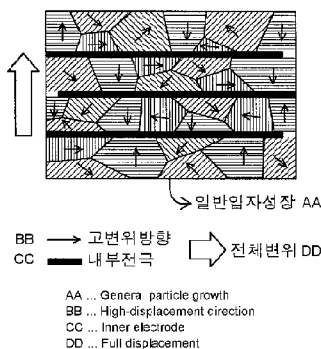
- (74) 대리인: 이동건 (LEE, Dong Gun); 06106 서울시 강남구 논현로 120길 7, 4층 402호, Seoul (KR).
- (81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, 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 국내 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).

공개:

- 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))
- 청구범위 보정 기한 만료 전의 공개이며, 보정서를 접수하는 경우 그에 관하여 별도 공개함 (규칙 48.2(h))

(54) Title: MULTI-LAYERED ACTUATOR AND MANUFACTURING METHOD THEREOF

(54) 발명의 명칭: 적층형 액츄에이터 및 이의 제조 방법



(57) Abstract: A multi-layered actuator comprises: electrodes provided to be spaced apart from each other; and a lead-free piezoelectric body interposed between the electrodes, wherein the lead-free piezoelectric body has chemical formula 1 as follows: [chemical formula 1]  $\text{Na}_x\text{K}_{1-x}\text{Nb}_{1-y}(\text{Cu},\text{Mn})_y\text{O}_3$ , where  $x$  and  $y$  have composition ranges of  $0 \leq x \leq 0.5$ , and  $0 < y \leq 0.1$ .

(57) 요약서: 적층형 액츄에이터는 상호 이격되도록 구비된 전극들 및 상기 전극들 사이에 개재되며, 무연 압전체를 포함하고, 상기 무연 압전체는 아래의 화학식 1을 가진다. [화학식 1]  $\text{Na}_x\text{K}_{1-x}\text{Nb}_{1-y}(\text{Cu},\text{Mn})_y\text{O}_3$  (여기서,  $x$ 는  $0 \leq x \leq 0.5$ ,  $y$ 는  $0 < y \leq 0.1$ 의 조성범위를 가진다.)

## 명세서

### 발명의 명칭: 적층형 액츄에이터 및 이의 제조 방법

#### 기술분야

- [1] 본 발명은 적층형 액츄에이터 및 이의 제조 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 납(Pb)을 포함하지 않고 고내열성 및 고변위성을 갖는 무연 압전 재를 이용한 적층형 액츄에이터 및 상기 적층형 액츄에이터의 제조 방법에 관한 것이다.

#### 배경기술

- [2] 압전체는 초음파 기기, 영상기기, 음향기기, 통신기기, 센서 등의 광범위한 분야에 이용되는 초음파 진동자, 전기기계 트랜스듀서(transducer), 액츄에이터(actuator) 부품들의 재료로 널리 사용되고 있다.
- [3] 지금까지는  $\text{Pb}(\text{Zr}, \text{Ti})\text{O}_3$ (이하; PZT) 계열의 압전 재료가 높은 특성을 가져 대부분의 압전 액츄에이터 재료로 활용되고 있다. 하지만 납(Pb)은 독성이 강한 물질이고, 소결 공정 중 휘발이 되어 심각한 환경오염을 일으키고 있다.
- [4] 따라서, 납을 포함하지 않는 무연 압전 액츄에이터에 대한 연구가 활발히 이루어져 왔다. 상기 무연 압전 재료는 비록 PZT기반 세라믹스에 비해서 압전 특성의 하나인 압전 변형 상수( $d_{33}$ )는 작지만, 비유전율이 상대적으로 낮고 압전 전압상수( $g_{33}$ ) 및 기계적 품질계수( $Q_m$ )가 우수하여 액츄에이터에 이용가능하다.
- [5] 특히, 무연 압전 재료를 압전 액츄에이터에 응용하기 위해서는 압전 변형상수와 전기 기계 결합계수가 높아야 하며, 비유전율이 낮아야 한다. 나아가, 실제 적층형 액츄에이터에 이용하기 위해서는 전극의 금속 성분에 따라 다르지만 압전체를 낮은 온도에서 소결해도 여러 압전 특성, 유전 특성들이 우수한 특성이 나타나야 한다.
- [6] 이러한 특성을 갖는 무연 압전 세라믹에 대한 여러 연구가 진행되어왔다.
- [7] 첫째, 결정상 공존을 이용한 무연 압전 세라믹을 이용한 압전 액츄에이터 연구가 있다. 하지만, 상 공존 개념을 이용한 무연 압전 세라믹은 두 개의 결정상의 공존 온도 부근( $50^\circ\text{C}$ )에서 높은 변위 특성을 보이지만 온도가 상기 공존 온도에서 조금만 벗어나면 상 공존 영역에서 벗어나게 되므로 변위 특성이 감소하는 단점을 가진다.
- [8] 둘째, ergoric(Er) 및 nonergoric(NEr) 변화를 이용한 무연 압전 세라믹 조성(BNT-6BT-2KNN)에 관한 연구이다. 두 상(Er, NEr)은 일반적인 강유전상과는 다른 특성을 가진다. 즉, 전기장을 제거하였을 경우, Er 상은 압전 변위가 나타나지 않음으로서 잔류변위가 없어진다. 반면에, PZT의 경우 전기장을 가했을 때 변위는 크지만 전기장 제거 후에 잔류변위가 존재함으로써 실제로 소자에 적용할 수 있는 실질변위의 크기는 작다. 또한, 두 상 간의 전이 온도가 낮고, 높은 온도에서 변위 특성이 저하되어 액츄에이터 소자 적용이

실질적으로 어렵다.

- [9] 셋째, 코어-셸 구조를 이용한 무연 압전 세라믹이 있다. 코어-셸 구조는 압전 특성을 나타내는 중심부 코어와 압전 특성을 가지지 않는 외부 셸로 구성되어 있으며, 전기장이 가해지면 내부 코어 뿐만 아니라 외부 셸도 압전 변형을 일으켜 변위 특성이 커지게 된다. 하지만, 이러한 코어셸 구조를 가지는 무연 압전 세라믹 같은 경우에는 온도가 60°C 부근만 되어도 변위 특성이 급감하게 되며, 특히 온도가 200°C 이상이 되면 압전 특성이 완전히 사라지는 모습을 보이는 심각한 단점이 있어 실제 액추에이터에 적용하기에는 부적절하다.

- [10] 마지막으로 Acceptor 도핑을 이용한 무연 압전 세라믹이 있다. 페로브스카이트 구조를 가지는 물질 (예. BaTiO<sub>3</sub>)의 B-site에 acceptor를 도핑할 경우 산소 공공이 형성된다. 이후 상온에서 오랫동안 aging 공정을 수행하면 상기 산소 공공과 acceptor 이온 사이에 결합 분극이 형성된다. 이러한 결합 분극의 방향은 산소 공공의 확산에 의해 결정되므로 외부에서 가해지는 전기장의 방향에 독립적이다. 따라서 전기장을 제거하면 잔류 분극이 결합 분극의 독립적인 방향에 의해서 제거되고 잔류 변위도 함께 사라지게 된다. 그 결과 잔류분극이 없는 double P-E hysteresis 그래프 특성이 나타나고 나아가, 실제 사용 가능한 변위가 유도되어질 수 있다. 그러나, 상기 결합 분극을 유도하기 위해서는 산소 공공의 확산 시간이 필요하여 상온에서 aging 공정을 긴 시간 동안 수행하여야 한다. 뿐만 아니라, 온도가 증가하면 결합 분극이 제거되어 다시 잔류변위가 형성되므로 실제 변위가 작아지는 문제가 있다. 이때, P-E 곡선은 일반 강유전체와 같은 형태를 갖게 된다. 그러므로 기존에 개발된 acceptor-doping 형 무연 재료는 온도 변화에 취약하여 실제 액추에이터 소자에 적용하기 어렵다.

- [11] 상기 선행 연구들을 검토할 경우, 적층형 액추에이터에 적용이 가능한 무연 압전 재료는 aging 공정이 요구되지 않고 1,000°C 이하의 저온에서 소결 가능하며, 우수한 내열성, 상대적으로 큰 변위값을 갖는 무연 압전 재료가 요구되고 있다.

## 발명의 상세한 설명

### 기술적 과제

- [12] 본 발명은 이와 같은 문제점을 감안한 것으로써, 본 발명의 일 목적은 우수한 내열성 및 상대적으로 큰 변위값을 갖는 무연 압전체를 갖는 적층형 액추에이터를 제공하는 것이다.
- [13] 본 발명의 다른 목적은 상대적으로 간단한 제조 공정을 통하여 저온 소결 및 에이징 공정이 생략될 수 있는 무연 압전체를 포함하는 적층형 액추에이터의 제조 방법을 제공하는 것이다.

### 과제 해결 수단

- [14] 본 발명의 일 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 실시예에 따른 적층형

액츄에이터는 상호 이격되도록 구비된 전극들 및 상기 전극들 사이에 개재되며, 무연 압전체를 포함하고,

[15] 상기 무연 압전체는 아래의 화학식1을 가진다.

[16] [화학식1]

[17]  $\text{Na}_x\text{K}_{1-x}\text{Nb}_{1-y}(\text{Cu},\text{Mn})_y\text{O}_3$

[18] 여기서,  $x$ 는  $0 \leq x \leq 0.5$ ,  $y$ 는  $0 < y \leq 0.1$ 의 조성범위를 가진다.

[19] 본 발명의 일 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 실시예에 따른 적층형 액츄에이터의 제조 방법에 있어서,

[20]  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Nb}_2\text{O}_5$  및 ( $\text{CuO}$  또는  $\text{MnO}_2$ )를 원료로서 혼합하여 혼합물을 형성하고, 상기 혼합물에 대하여 제1 밀링 공정 및 제1 건조 공정을 수행하여 혼합 분말을 형성한다. 상기 혼합 분말을 하소하여 예비  $\text{Na}_x\text{K}_{1-x}\text{Nb}_{1-y}(\text{Cu},\text{Mn})_y\text{O}_3$  분말(여기서,  $x$ 는  $0 \leq x \leq 0.5$ ,  $y$ 는  $0 \leq y \leq 0.1$ 의 범위를 가짐)을 형성하고, 상기 예비  $\text{Na}_x\text{K}_{1-x}\text{Nb}_{1-y}(\text{Cu},\text{Mn})_y\text{O}_3$  분말에 대하여 제2 밀링 공정 및 제2 건조 공정을 수행하여  $\text{Na}_x\text{K}_{1-x}\text{Nb}_{1-y}(\text{Cu},\text{Mn})_y\text{O}_3$  분말을 형성한다. 상기  $\text{Na}_x\text{K}_{1-x}\text{Nb}_{1-y}(\text{Cu},\text{Mn})_y\text{O}_3$  분말을 가압 성형하여 성형체를 형성하고, 상기 성형체를 920 내지 1,020°C의 온도에서 소결하여 압전체를 형성한다. 상기 압전체 상에 전극 물질을 이용하여 상기 압전체 상에 전극을 형성한다.

[21] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 제1 밀링 공정은 상기 혼합물을 나일론 자르(nylon jar)에 무수 알콜 용매와 함께 넣고 지르코니아 볼을 사용하여 2시간 내지 24시간동안 분쇄할 수 있다.

[22] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 제2 밀링 공정은 상기 예비  $\text{Na}_x\text{K}_{1-x}\text{Nb}_{1-y}(\text{Cu},\text{Mn})_y\text{O}_3$  분말을 나일론 자르(nylon jar)에 무수 알콜 용매와 함께 넣고 지르코니아 볼을 사용하여 48시간 내지 72시간 동안 분쇄할 수 있다.

[23] 본 발명의 일 실시예에 있어서, 상기 성형체를 소결하여 압전체를 형성하기 위하여, 920 내지 1,020°C의 온도에서 0.5시간 내지 20시간 동안 소결 공정이 수행될 수 있다.

### 발명의 효과

[24] 상술한 본 발명의 실시예들에 따른 적층형 액츄에이터 및 이의 제조 방법에 따르면, 개선된 압전 변형 상수와 기계적 품질 계수 및 낮은 유전율을 가진다. 특히, 적층형 액츄에이터는 고온에서도 압전 특성이 악화되지 않는 우수한 내열성을 가진다.

[25] 한편, 1,020°C보다 낮은 온도에서 저온 소결 공정이 가능함으로써  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ 의 휘발을 방지하여 균일한 조성을 얻을 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[26] 도 1은 본 발명의 실시예들에 따른 적층형 액츄에이터를 설명하기 위한 단면도이다.

[27] 도 2는 본 발명의 실시예들에 따른 적층형 액츄에이터의 제조 방법을 설명하기

위한 순서도이다.

- [28] 도 3은 본 발명의 적층형 액츄에이터의 제조 방법에 따라 제조된 무연 압전체에 대하여  $\text{MnO}_2$ 의 양에 따른 XRD 회전 패턴을 나타낸 그래프이다.
- [29] 도 4는 본 발명의 적층형 액츄에이터의 제조 방법에 따라 제조된 무연 압전체에 대하여  $\text{MnO}_2$ 의 양에 따른 상대밀도, 유전율 및 압전 특성을 나타낸 그래프들이다.
- [30] 도 5는 본 발명의 적층형 액츄에이터의 제조 방법에 따라 제조된 무연 압전체에 대하여 온도 변화에 따른 분극 곡선을 나타내는 그래프이다.
- [31] 도 6은 본 발명의 적층형 액츄에이터의 제조 방법에 따라 제조된 적층형 액츄에이터에 대한 압전 변형율을 나타내는 그래프이다.
- [32] 도 7은 본 발명의 적층형 액츄에이터의 제조 방법에 따라 제조된 적층형 액츄에이터에 대한 피로도 테스트 결과에 해당하는 압전 변형률을 나타내는 그래프이다.
- [33] 도 8은 본 발명의 적층형 액츄에이터의 제조 방법에 따라 제조된 적층형 액츄에이터에 대한 피로도 테스트 결과에 해당하는 압전 변형률을 나타내는 그래프이다.
- [34] 도 9는 본 발명의 적층형 액츄에이터의 제조 방법에 따라 제조된 적층형 액츄에이터 및 비교예에 따라 제조된 적층형 액츄에이터의 기계적 품질 계수를 나타내는 그래프이다.

### 발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [35] 이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들에 대해 상세히 설명한다. 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 형태를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 본문에 상세하게 설명하고자 한다. 그러나, 이는 본 발명을 특정한 개시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 첨부된 도면에 있어서, 대상물들의 크기와 양은 본 발명의 명확성을 기하기 위하여 실제보다 확대 또는 축소하여 도시한 것이다.
- [36] 제1, 제2 등의 용어는 다양한 구성요소들을 설명하는데 사용될 수 있지만, 상기 구성요소들은 상기 용어들에 의해 한정되어서는 안 된다. 상기 용어들은 하나의 구성요소를 다른 구성요소로부터 구별하는 목적으로만 사용된다. 예를 들어, 본 발명의 권리 범위를 벗어나지 않으면서 제1 구성요소는 제2 구성요소로 명명될 수 있고, 유사하게 제2 구성요소도 제1 구성요소로 명명될 수 있다.
- [37] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다. 본 출원에서, "포함하다" 또는 "구비하다" 등의 용어는 명세서 상에 기재된 특징, 단계, 기능, 구성요소 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 다른 특징들이나 단계, 기능,

구성요소 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[38] 여기서, 층간 거리는 채널에 해당하며 단일층의 두께를 포함하지 않은 그 사이의 간격으로 정의된다. 하지만, 정확한 측정이 어려운 원자 두께의 층상구조 소재의 경우에는 일부 단일층의 두께가 층간간격에 포함될 수도 있다.

[39] 한편, 다르게 정의되지 않는 한, 기술적이거나 과학적인 용어를 포함해서 여기서 사용되는 모든 용어들은 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에 의해 일반적으로 이해되는 것과 동일한 의미를 가지고 있다. 일반적으로 사용되는 사전에 정의되어 있는 것과 같은 용어들은 관련 기술의 문맥 상 가지는 의미와 일치하는 의미를 가지는 것으로 해석되어야 하며, 본 출원에서 명백하게 정의하지 않는 한, 이상적이거나 과도하게 형식적인 의미로 해석되지 않는다.

[40] 본 발명의 일 실시예에 따른 나노 포어 소자는 피검사체가 통과할 수 있도록 유입구 및 유출구를 갖는 나노 포어가 형성된 나노 포어 구조체 및 상기 유입구 및 유출구 사이에 상호 이격되어 구비되며, 단부가 상기 나노 포어 내부로 노출되며, 상기 나노 포어 내부로 흐르는 전류를 측정할 수 있도록 구비된 한 쌍의 제1 전극 및 제2 전극을 포함한다.

#### 발명의 실시를 위한 형태

[41] 적층형 액츄에이터

[42] 도 1은 본 발명의 실시예들에 따른 적층형 액츄에이터를 설명하기 위한 단면도이다.

[43] 도 1을 참조하면, 본 발명의 실시예들에 따른 적층형 액츄에이터는 전극들 및 무연 압전체를 포함한다.

[44] 상기 전극들은 상호 이격되게 배치된다. 상기 전극들은 수평 방향으로 연장되도록 구비될 수 있다. 상기 전극들은 상기 무연 압전체에서 발생하는 전압을 인가받을 수 있다. 예를 들면, 상기 무연 압전체에 압력이 인가될 경우, 상기 무연 압전체에는 전하가 이동함으로써 전위차가 발생할 수 있다. 상기 전위차에 의하여 상기 전극들에는 전압이 인가된다.

[45] 상기 무연 압전체는 상기 전극들 사이에 개재된다. 상기 무연 압전체는 상기 무연 압전체는 아래의 화학식1을 가진다.

[46] [화학식1]

[47]  $\text{Na}_x\text{K}_{1-x}\text{Nb}_{1-y}(\text{Cu},\text{Mn})_y\text{O}_3$

[48] 여기서,  $x$ 는  $0 \leq x \leq 0.5$ ,  $y$ 는  $0 < y \leq 0.1$ 의 조성범위를 가진다.

[49] 상기 무연 압전체는 페로브스카이트 구조를 갖는다. 상기 페로브스카이트 구조를 갖는 무연 압전체의 A 사이트에는 Na 이온이 치환되며, B 사이트에는 구리 이온 또는 망간 이온이 어셉터(acceptor)로서 도핑된다.

[50] 본 발명의 실시예들은 다른 무연 압전체를 포함하는 적층형 액츄에이터에

따르면, 전기 음성도가 상대적으로 낮은 Mn 이온 또는 Cu 이온이 무연 압전체의 내부에 도핑될 경우 200°C 와 같은 높은 온도에서도 잔류 분극이 없는 이중 분극 현상이 유지될 수 있다. 다시 말하면, 페로브스카이트 구조를 갖는 무연 압전체에는 B-사이트에 망간 또는 구리 이온과 같은 어셉터(acceptor) 이온이 도핑된다. 따라서, 상기 어셉터 이온이 산소 공공 사이의 결합력이 증대됨으로써 상기 산소 공공 및 어셉터 이온 사이에 결합 분극이 향상될 수 있다.

- [51] 한편, KN 세라믹에 칼륨(K) 이온보다 작은 크기를 갖는 Na 이온이 치환될 경우 무연 압전체의 단위정 부피가 감소될 수 있다. 이로써 150°C 와 같은 상대적으로 높은 온도에서 잔류 분극이 없는 이중 분극 현상이 유지될 수 있다. 다시 말하면, 페로브스카이트 구조를 갖는 무연 압전체에는 A-사이트에 나트륨 이온이 치환됨으로써 무연 압전체는 감소된 단위정 부피를 가질 수 있다. 상기 무연 압전체는 상대적으로 높은 온도에서도 상기 결합 분극이 파괴되지 않음으로써 개선된 내열성을 가질 수 있다.

[52]

[53] 적층형 액츄에이터의 제조 방법

- [54] 도 2는 본 발명의 실시예들에 따른 적층형 액츄에이터의 제조 방법을 설명하기 위한 순서도이다.

- [55] 도 2를 참조하면, 초기 원료인 순도 99%이상의  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Nb}_2\text{O}_5$  및 (CuO 또는  $\text{MnO}_2$ )를 조성에 맞게 질량 비율을 계산하여 합성시 투입할 원료 파우더의 무게를 정하는 혼합하여 혼합물을 형성한다. 이를 배치(Batch) 공정이라고 한다.(S100) 이후, 상기 배치(Batch) 공정의 결과에 따른 각각의 무게를 평량(Weighing)하는 평량 공정이 수행된다.(S110)

- [56] 이어서, 상기 혼합물에 대하여 제1 밀링 공정 및 제1 건조 공정을 수행하여 혼합 분말을 형성한다.

- [57] 보다 상세하게는 크기에 따라 적절히 혼합한 지르코니아 볼을 넣은 나일론 자르(nylon jar)에 평량한 상기 혼합물을 넣고 2 ~ 24시간 동안 무수 알코올 용매를 사용하여 습식 혼합하면서 파우더들이 섞이고 분쇄되는 과정인 제1 밀링 공정을 수행한다.(S120) 이후, 상기 제1 밀링 공정에서 혼합된 무수 알코올을 제거하여 잘 혼합된 혼합 분말만을 수득하는 제1 건조 공정이 수행된다.(S130)

- [58] 다음으로, 상기 혼합 분말을 800 ~ 1000°C에서 2 ~ 10시간 동안 하소(Calcination) 공정을 수행한다.(S140) 이로써, 예비  $\text{Na}_x\text{K}_{1-x}\text{Nb}_{1-y}(\text{Cu},\text{Mn})_y\text{O}_3$  분말이 형성된다.(S140)

- [59] 이후, 이어서, 상기 예비  $\text{Na}_x\text{K}_{1-x}\text{Nb}_{1-y}(\text{Cu},\text{Mn})_y\text{O}_3$  분말에 대하여 제2 밀링 공정 및 제2 건조 공정을 수행하여  $\text{Na}_x\text{K}_{1-x}\text{Nb}_{1-y}(\text{Cu},\text{Mn})_y\text{O}_3$  분말을 형성한다.

- [60] 다시 말하면, 지르코니아 볼이 들은 나일론 자르에 예비  $\text{Na}_x\text{K}_{1-x}\text{Nb}_{1-y}(\text{Cu},\text{Mn})_y\text{O}_3$  분말, 무수 알코올 용매를 넣고 48 ~ 72시간 습식 혼합하여 제2 밀링 공정을 수행한다.(S150) 이후, 제2 밀링 공정에 이용된 무수 알코올을 제거하는 건조 공정(S160)을 수행하여  $\text{Na}_x\text{K}_{1-x}\text{Nb}_{1-y}(\text{Cu},\text{Mn})_y\text{O}_3$  분말을 형성한다.

- [61] 이어서, 파우더를 일정한 입자 크기 이하로 걸러내는 선별(Sieving) 공정을 수행한다.(S170) 이후, 걸러진 파우더 물질을 가압 성형(Pressing)하여 성형체를 형성한다.(S180)
- [62] 이후, 상기 성형체를 920 ~ 1020°C의 소결 온도에서 0.5 ~ 10시간 동안 소결(Sintering)하여 소결체를 형성한다.(S190)
- [63] 상기 소결체를 연마한 후, 소결체의 표면에 전극 물질을 도포하여 전극들을 형성한다. 이후, 상기 전극들이 형성된 소결체를 실리콘 오일 속에 담그고 100 ~ 150°C 온도에서 4 ~ 5kV/mm DC 바이어스를 1시간 동안 가하는 폴링(Poling) 공정을 행한다.(S200)
- [64]
- [65] 무연 압전체 및 적층형 액츄에이터의 평가
- [66] 초기 원료인 순도 99.9%의  $K_2CO_3, Nb_2O_5, MnO_2$ 를 혼합하여 나일론 자르( nylon jar)에서 지르코니아 볼과 파우더를 넣고 24시간 동안 무수 알콜 용매를 사용하여 습식 혼합하여 혼합 분말을 형성하였다.
- [67] 이후, 상기 혼합 분말을 건조 시킨 후 950°C에서 3시간 동안 하소하여 예비  $KNb_{1-y}Mn_yO_3$ 분말을 제조하였다. 예비  $KNb_{1-y}Mn_yO_3$ 분말을 72시간 동안 무수 알콜 용매를 사용해 다시 한번 습식 혼합 및 분쇄한 후 건조하여  $KNb_{1-y}Mn_yO_3$ 분말을 형성하였다. 다음으로  $KNb_{1-y}Mn_yO_3$ 분말을 일정크기 이하로 걸러내는 공정 후 건조된 분말을 직경이 16mm, 높이가 약 1.3 ~ 1.5mm인 실린더형 성형체로 가압 성형 후 1,020°C 에서 6시간 동안 소결하였다.
- [68] 상기 소결체를 연마하고, 전극 물질을 도포한 후에 실리콘 오일 속에서 100~150°C 온도에서 4 ~ 5kV/mm DC 바이어스를 1시간 동안 가한 후 24시간 지난 후에 특성을 측정하였다.
- [69]
- [70] 도 3은 본 발명의 적층형 액츄에이터의 제조 방법에 따라 제조된 무연 압전체에 대하여  $MnO_2$ 의 양에 따른 XRD 회전 패턴을 나타낸 그래프이다.
- [71] 도 3을 참조하면,  $KNb_{1-y}Mn_yO_3$ 에서  $y=0.005\sim0.02$  일때 균일한 KN 상만이 존재하고  $MnO_2$  관련된 2차상은 생성되지 않음을 확인할 수 있다. 즉, 상기 무연 압전체는 순수 KN 압전체에 비해 기계적 품질 계수가 소폭 상승하는 것으로 보아 Mn일부가 KN 상에 고용되고 나머지는 액상 소결을 촉진시켜 1,020°C의 저온에서도 소결이 이루어지는 것으로 판단된다.
- [72] 도 4는 본 발명의 적층형 액츄에이터의 제조 방법에 따라 제조된 무연 압전체에 대하여  $MnO_2$ 의 양에 따른 상대밀도, 유전율 및 압전 특성을 나타낸 그래프들이다.
- [73] 도 4를 참조하면, 1,020°C의 소결온도에 소결 공정이 수행될 경우,  $MnO_2$ 를 첨가하지 않은 시료는 소결이 되지 않아서 상대밀도가 낮다. 반면에, 1 mol%의 소량의 Mn만 도핑될 경우 KN 압전체의 액상 소결이 발생함으로써 상대밀도가 이론 밀도의 95.5%까지 도달할 수 있다.

- [74] 한편, 기계적 품질계수( $Q_m$ )은  $MnO_2$  양에 따라 증가한다. 이는 Mn 일부가 KN으로 고용됨으로써 발생기는 강화 효과(hardening effect)에 기인하는 것으로 파악된다.
- [75] 한편, Mn 양이 더욱 증가( $y=0.020$ )하면 비유전율이 오히려 증가한다. 이는, Mn이 KN에서 K의 자리에 고용되는 양이 증가되어 일어나는 것으로 파악된다.
- [76] 상기와 같은 제조 방법을 따라,  $1,020^{\circ}C$ 의 낮은 온도에서 소결된 Mn가 1.5mol% 치환된 KN 압전체( $y=0.0150$ )는  $k_p=0.28$ ,  $\epsilon_{33}^T/\epsilon_0=325$ ,  $Q_m=619$ 로 우수한 압전 특성을 가짐을 확인할 수 있다.
- [77] 도 5는 본 발명의 적층형 액츄에이터의 제조 방법에 따라 제조된 무연 압전체에 대하여 온도 변화에 따른 분극 곡선을 나타내는 그래프이다.
- [78] 도 5를 참조하면, 온도가  $225^{\circ}C$ 까지 상승하는 데에도 불구하고 온도에 따른 분극의 변화 그래프는 거의 변하지 않음을 볼 수 있다. 이는 온도가 증가함에도 이 시편의 압전 특성은 변하지 않음으로써 무연 압전체가 개선된 내열성을 가짐을 확인할 수 있다.
- [79] 도 6은 본 발명의 적층형 액츄에이터의 제조 방법에 따라 제조된 적층형 액츄에이터에 대한 압전 변형률을 나타내는 그래프이다.
- [80] 도 6을 참조하면,  $MnO_2$ 을 1.5mol의 농도로 치환한 KN 세라믹 조성을  $1,020^{\circ}C$ 에서 소결한 조성의 압전 변형률은  $6kV/mm$ 에서 최대 0.211%를 나타내며  $d_{33}^*$ 는 약  $350pm/V$ 임을 알 수 있다.
- [81] 상기 무연 압전체가 더욱 얇은 두께를 가질 경우, 상기 무연 압전체를 포함하는 적층형 액츄에이터는 더욱 증가된 압전 변형률을 가질 수 있을 것이다.
- [82] 도 7은 본 발명의 적층형 액츄에이터의 제조 방법에 따라 제조된 적층형 액츄에이터에 대한 피로도 테스트 결과에 해당하는 압전 변형률을 나타내는 그래프이다.
- [83] 도 7을 참조하면,  $KNb_{0.985}Mn_{0.015}O_3$  조성을 갖는 적층형 액츄에이터를 최대 전기장  $6kV/mm$ 의 크기로 피로도 테스트를 한 후 측정한 S-E 커브가 도시되어 있다. 주파수는 100Hz이고 도 7의 a번 그림 안에 가해진 전기장의 파형을 삼각파로 표시하였다. 각각 (a)  $10^3$ , (b)  $10^4$ , (c)  $10^5$ , 및 (d)  $10^6$  회 전계를 반복했을 때의 그림이다.
- [84] 한편, 기존의 경우, 최대  $3-4kV/mm$  크기의 전계로 1주기를 가한 후 2-5초간 퍼지 시간을 갖고 다시 전계를 가하는 방법으로 피로도 테스트를 진행하는 반면에, 본 테스트의 경우 전계를 도 7처럼 연속적으로 가하는 방식으로 수행되었다.
- [85] 도 7에 도시된 바와 같이, 좀 더 까다로운 전계 인가조건 속에서도  $10^4$  회 까지 반복되는 경우에도 재료의 변위 특성이 유지됨을 확인할 수 있다.
- [86] 도 8은 본 발명의 적층형 액츄에이터의 제조 방법에 따라 제조된 적층형 액츄에이터에 대한 피로도 테스트 결과에 해당하는 압전 변형률을 나타내는 그래프이다.

- [87] 도 8을 참조하면,  $\text{KNb}_{0.985}\text{Mn}_{0.015}\text{O}_3$  조성을 갖는 적층형 액츄에이터를 최대 전기장  $2\text{kV/mm}$ 의 크기로 피로도 테스트를 한 후 측정한 S-E 커브이다. S-E 커브 측정 시 전기장은  $6\text{kV/mm}$ 이다. 최대 주파수는  $100\text{Hz}$ 고 도 8의 a번 그림 안에 가해진 전기장의 파형을 삼각파로 표시하였다. 각각 (a)  $10^2$ , (b)  $10^5$ , (c)  $10^6$ , and (d)  $10^7$  번씩 전계를 반복 했을 때의 그림이다.
- [88] 위 그림을 통해서 좀 더 작은 크기의 전계 반복테스트에서는  $10^7$  번 반복까지도 재료의 변위 특성이 90% 가까이 유지됨을 알 수 있다.
- [89] 도 9는 본 발명의 적층형 액츄에이터의 제조 방법에 따라 제조된 적층형 액츄에이터 시편 및 비교예에 따라 제조된 적층형 액츄에이터 시편의 기계적 품질 계수를 나타내는 그래프이다.
- [90] 도 9를 참조하면, 기계적 품질 계수( $Q_m$ )는 공진 주파수와 반공진 주파수, 축전량 그리고 공진 주파수 저항값을 아래의 식에 대입한 결과값으로 정해진다. 1단계 하소 후 소결한 시편(실시예)과 2단계 하소 후 소결한 시편(비교예)의 특성값들을 측정 후 아래의 식에 대입하면 위의 도 9와 같은 그래프를 얻을 수 있다.

$$[91] \quad Q_m = \frac{1}{2\pi f_r \times \left(1 - \frac{f_r^2}{f_a^2}\right) \times RC}$$

- [92] 1단계 하소를 한 물질(실시예)이 2단계 하소를 한 물질(비교예)보다 Cu가  $\text{KNbO}_3$ 의 Nb 자리에 상대적으로 더 잘 치환되고, 치환된 Cu이온과 산소 공공 사이에 형성된 결함 분극에 의해서 하드닝 효과가 더 커지게 되어 기계적 품질계수가 더 커짐을 알 수 있다.

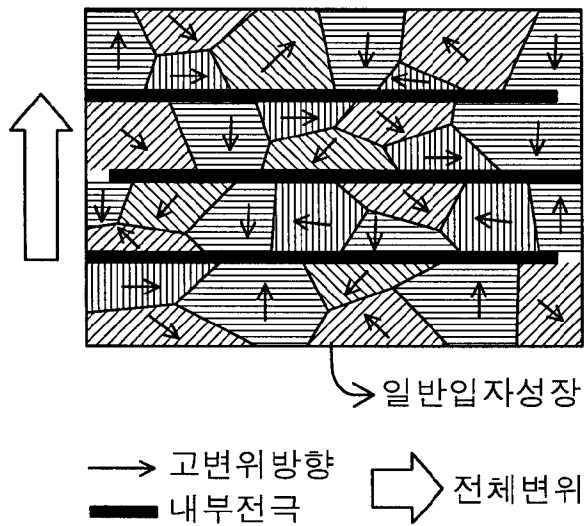
### 산업상 이용가능성

- [93] 본 발명의 실시예들에 따른 적층형 액츄에이터는, 햅틱 액츄에이터나 디젤 자동차용 사운드 액츄에이터를 비롯한 각종 진동 액츄에이터에 적용가능하다.
- [94] 또한 적층형 액츄에이터는 무연 압전체의 적층 층수를 조절할 수 있다. 즉, 상기 적층 층수가 증가하여도 소자 전체의 소비전력의 증대를 억제할 수 있다. 반면에, 상기 적층 층수가 감소시킬 경우 상기 적층형 액츄에이터 전체의 압전 변형률을 극대화할 수 있다.
- [95] 상기에서는 본 발명의 바람직한 실시예를 참조하여 설명하였지만, 해당 기술 분야의 숙련된 당업자는 하기의 특허 청구 범위에 기재된 본 발명의 사상 및 영역으로부터 벗어나지 않는 범위 내에서 본 발명을 다양하게 수정 및 변경시킬 수 있음을 이해할 수 있을 것이다.

## 청구범위

- [청구항 1] 상호 이격되도록 구비된 전극들; 및  
상기 전극들 사이에 개재되며, 무연 압전체를 포함하고,  
상기 무연 압전체는 아래의 화학식1을 갖는 것을 특징으로 하는 적층형 액츄에이터.  
[화학식1]  
 $\text{Na}_x\text{K}_{1-x}\text{Nb}_{1-y}(\text{Cu},\text{Mn})_y\text{O}_3$   
여기서,  $x$ 는  $0 \leq x \leq 0.5$ ,  $y$ 는  $0 < y \leq 0.1$ 의 조성범위를 가진다.
- [청구항 2]  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{CO}_3$ ,  $\text{Nb}_2\text{O}_5$  및 ( $\text{CuO}$  또는  $\text{MnO}_2$ )를 원료로서 혼합하여  
혼합물을 형성하는 단계;  
상기 혼합물에 대하여 제1 밀링 공정 및 제1 건조 공정을 수행하여 혼합  
분말을 형성하는 단계;  
상기 혼합 분말을 하소하여 예비  $\text{Na}_x\text{K}_{1-x}\text{Nb}_{1-y}(\text{Cu},\text{Mn})_y\text{O}_3$  분말(여기서,  $x$ 는  
 $0 \leq x \leq 0.5$ ,  $y$ 는  $0 \leq y \leq 0.1$ 의 범위를 가짐)을 형성하는 단계;  
상기 예비  $\text{Na}_x\text{K}_{1-x}\text{Nb}_{1-y}(\text{Cu},\text{Mn})_y\text{O}_3$  분말에 대하여 제2 밀링 공정 및 제2  
건조 공정을 수행하여  $\text{Na}_x\text{K}_{1-x}\text{Nb}_{1-y}(\text{Cu},\text{Mn})_y\text{O}_3$  분말을 형성하는 단계;  
상기  $\text{Na}_x\text{K}_{1-x}\text{Nb}_{1-y}(\text{Cu},\text{Mn})_y\text{O}_3$  분말을 가압 성형하여 성형체를 형성하는  
단계;  
상기 성형체를 920 내지 1,020°C의 온도에서 소결하여 압전체를 형성하는  
단계; 및  
상기 압전체 상에 전극 물질을 이용하여 상기 압전체 상에 전극을  
형성하는 단계를 포함하는 적층형 액츄에이터의 제조 방법.
- [청구항 3] 제2항에 있어서, 상기 제1 밀링 공정은 상기 혼합물을 나일론 자르(nylon jar)에 무수 알콜 용매와 함께 넣고 지르코니아 볼을 사용하여 2시간 내지 24시간 동안 분쇄하는 것을 특징으로 하는 적층형 액츄에이터의 제조 방법.
- [청구항 4] 제2항에 있어서, 상기 제2 밀링 공정은 상기 예비  $\text{Na}_x\text{K}_{1-x}\text{Nb}_{1-y}(\text{Cu},\text{Mn})_y\text{O}_3$  분말을 나일론 자르(nylon jar)에 무수 알콜 용매와 함께 넣고 지르코니아 볼을 사용하여 48시간 내지 72시간 동안 분쇄하는 것을 특징으로 하는 적층형 액츄에이터의 제조 방법.
- [청구항 5] 제2항에 있어서, 상기 성형체를 소결하여 압전체를 형성하는 단계는 920 내지 1,020°C의 온도에서 0.5시간 내지 20시간 동안 수행되는 것을 특징으로 하는 적층형 액츄에이터의 제조 방법.

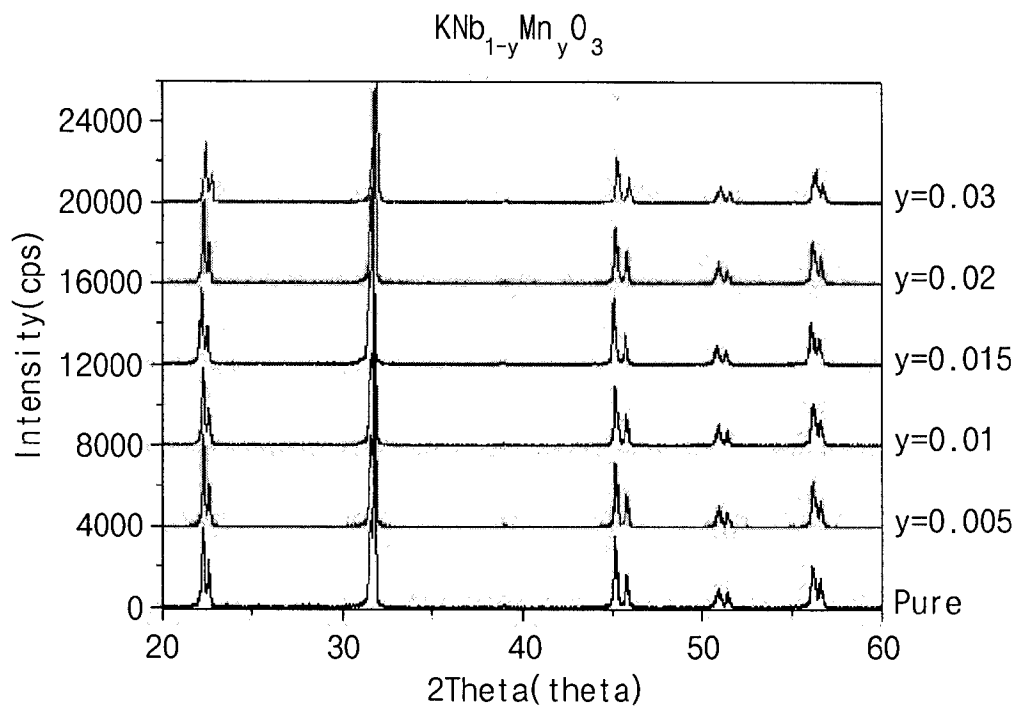
[도1]



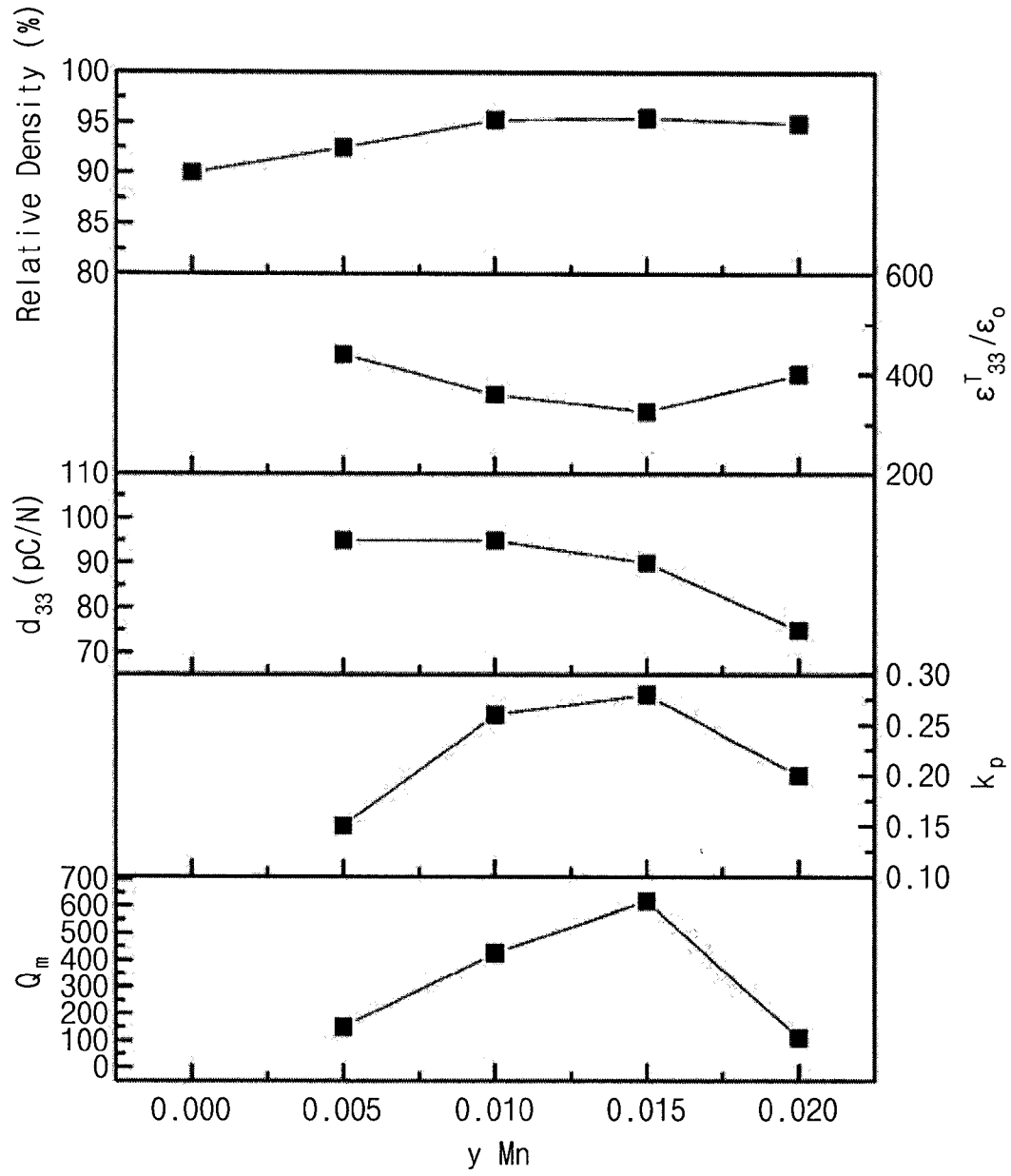
[도2]

|                              |        |
|------------------------------|--------|
| 배치 (Batch)                   | (S100) |
| 평량 (Weighting)               | (S110) |
| 1차 볼밀링 (First ball-milling)  | (S120) |
| 건조 (Drying)                  | (S130) |
| 상 합성 (Calcination)           | (S140) |
| 2차 볼밀링 (Second ball-milling) | (S150) |
| 건조 (Drying)                  | (S160) |
| 선별 (Sieving)                 | (S170) |
| 압축성형 (Pressing)              | (S180) |
| 소결 (Sintering)               | (S190) |
| 폴링 (Poling)                  | (S200) |

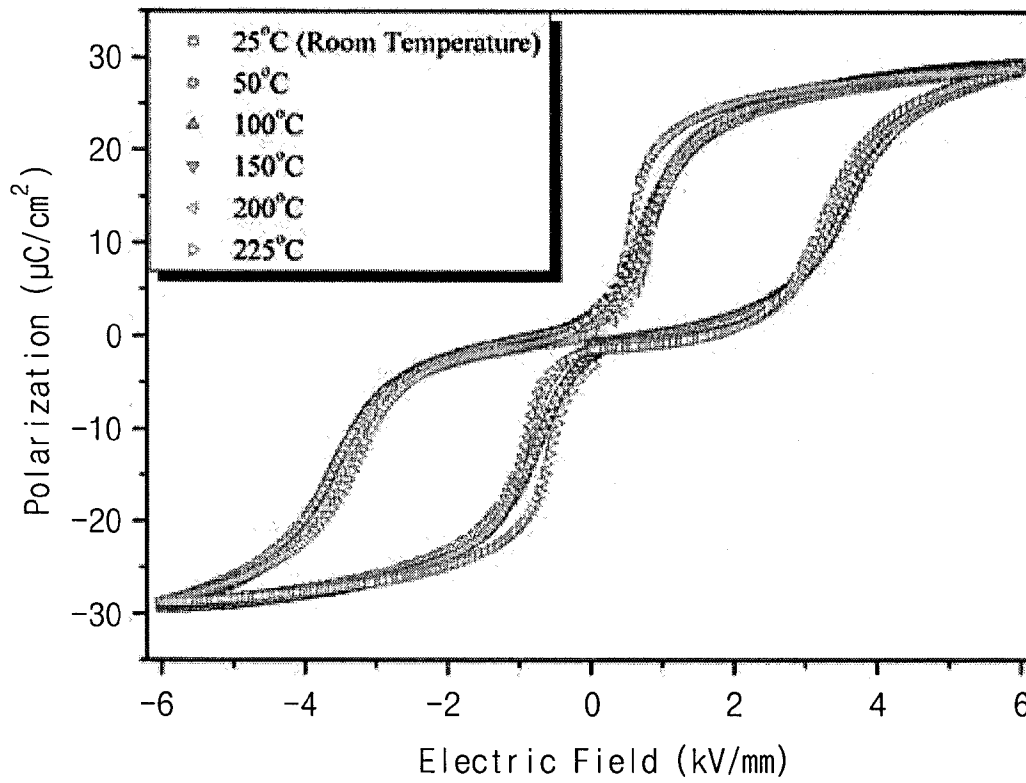
[도3]



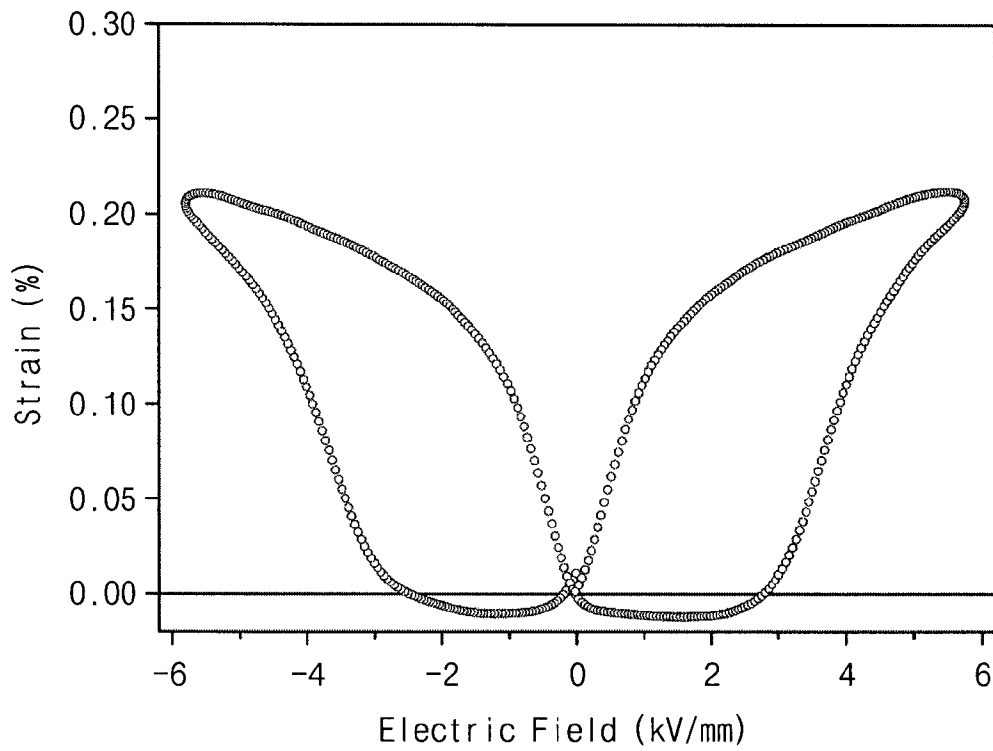
[도4]



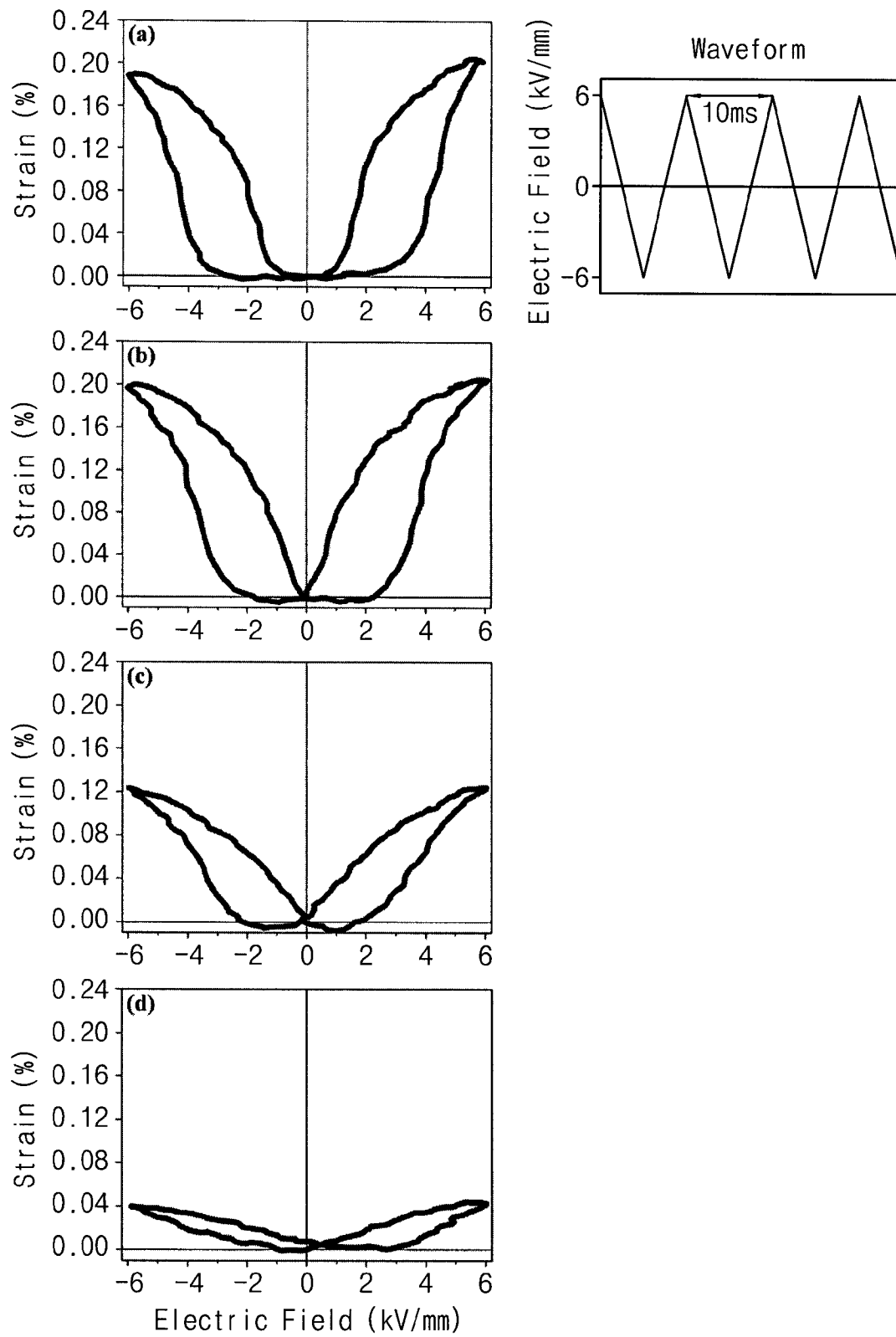
[도5]



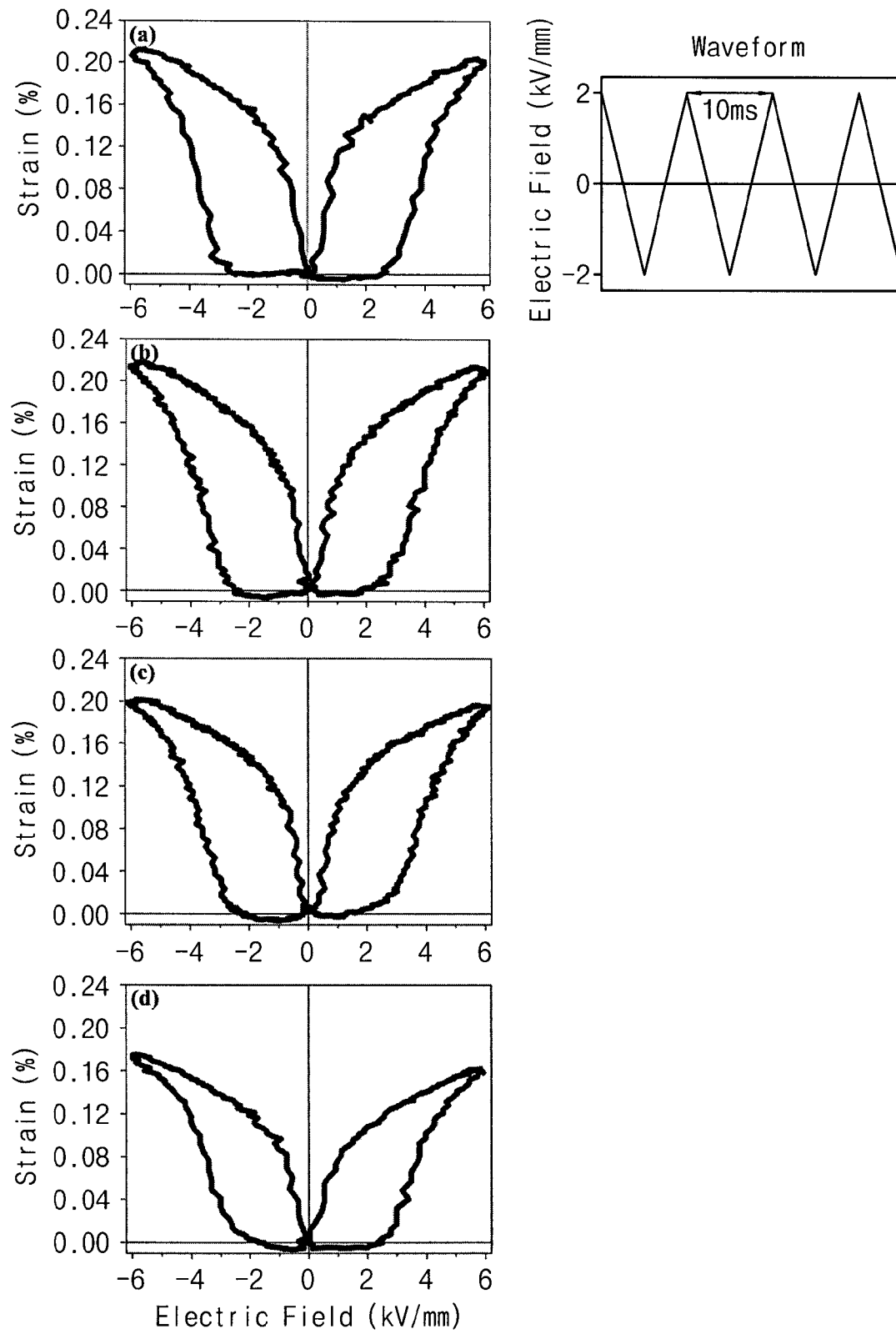
[도6]



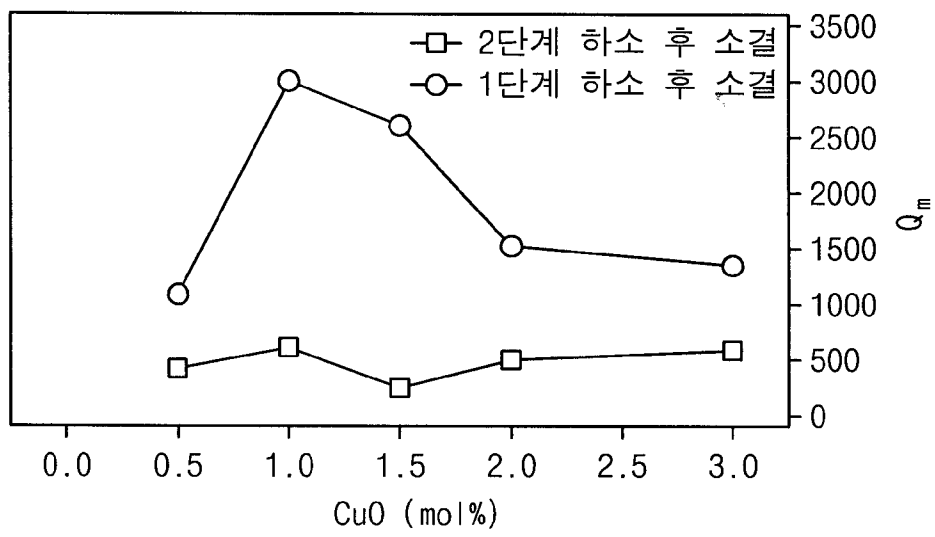
[도7]



[도8]



[도9]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

**PCT/KR2016/003194****A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****H01L 41/09(2006.01)i, H01L 41/18(2006.01)i, H01L 41/22(2006.01)i, H01L 41/27(2013.01)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)

H01L 41/09; C04B 35/495; H01L 41/187; A61H 23/00; H01L 41/22; H01L 41/27

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) &amp; Keywords: piezoelectric, lead-free, doping

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages                                                                                                                                                           | Relevant to claim No. |
|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| X         | TAN, X. et al., "Structural Dependence of Piezoelectric, Dielectric and Ferroelectric Properties of Lead-free Ceramics with High Qm", Materials Research Bulletin, 47 (2012) 4472-4477, 02 October 2012<br>See abstract and 2. Experimental. | 1-5                   |
| A         | KIZAKI, Y. et al., "Defect Control for Low Leakage Current in Single Crystals", APPLIED PHYSICS LETTERS, 89 (2006) 142910, 04 October 2006<br>See pages 142910-1 - 142910-3.                                                                 | 1-5                   |
| A         | KR 10-2010-0135536 A (INNOCHIPS TECHNOLOGY) 27 December 2010<br>See paragraphs [0023]-[0030] and figure 1.                                                                                                                                   | 1-5                   |
| A         | KR 10-2010-0033002 A (ULSAN TECHNOPARK) 29 March 2010<br>See paragraphs [0021]-[0053] and figures 1, 2.                                                                                                                                      | 1-5                   |
| A         | KR 10-2014-0106330 A (SEMYUNG UNIVERSITY DIVISION OF INDUSTRY-ACADEMY COOPERATION GROUP) 03 September 2014<br>See paragraphs [0016]-[0050] and figures 1-8.                                                                                  | 1-5                   |



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

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

26 JULY 2016 (26.07.2016)

Date of mailing of the international search report

**29 JULY 2016 (29.07.2016)**

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/KR2016/003194

| Patent document<br>cited in search report | Publication<br>date | Patent family<br>member | Publication<br>date |
|-------------------------------------------|---------------------|-------------------------|---------------------|
| KR 10-2010-0135536 A                      | 27/12/2010          | NONE                    |                     |
| KR 10-2010-0033002 A                      | 29/03/2010          | KR 10-1043041 B1        | 21/06/2011          |
| KR 10-2014-0106330 A                      | 03/09/2014          | KR 10-1493142 B1        | 13/02/2015          |

**A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))**

H01L 41/09(2006.01)i, H01L 41/18(2006.01)i, H01L 41/22(2006.01)i, H01L 41/27(2013.01)i

**B. 조사된 분야**

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)

H01L 41/09; C04B 35/495; H01L 41/187; A61H 23/00; H01L 41/22; H01L 41/27

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: 압전, 무연, 도핑

**C. 관련 문헌**

| 카테고리* | 인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재                                                                                                                                                                                               | 관련 청구항 |
|-------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| X     | X. TAN 등, 'Structural dependence of piezoelectric, dielectric and ferroelectric properties of lead-free ceramics with high Qm', Materials Research Bulletin, 47 (2012) 4472-4477, 2012.10.02<br>초록 및 2. Experimental 참조. | 1-5    |
| A     | Y. KIZAKI 등, 'Defect control for low leakage current in single crystals', APPLIED PHYSICS LETTERS, 89 (2006) 142910, 2006.10.04<br>페이지 142910-1 - 142910-3 참조.                                                           | 1-5    |
| A     | KR 10-2010-0135536 A (주식회사 이노칩테크놀로지) 2010.12.27<br>단락 [0023]-[0030] 및 도면 1 참조.                                                                                                                                           | 1-5    |
| A     | KR 10-2010-0033002 A ((재)울산테크노파크) 2010.03.29<br>단락 [0021]-[0053] 및 도면 1, 2 참조.                                                                                                                                           | 1-5    |
| A     | KR 10-2014-0106330 A (세명대학교 산학협력단) 2014.09.03<br>단락 [0016]-[0050] 및 도면 1-8 참조.                                                                                                                                           | 1-5    |

☐ 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 07월 26일 (26.07.2016)

국제조사보고서 발송일

2016년 07월 29일 (29.07.2016)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소



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

팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관

이은규

전화번호 +82-42-481-3580



국제출원번호  
**PCT/KR2016/003194**

| 국제조사보고서에서<br>인용된 특허문헌 | 공개일        | 대응특허문헌           | 공개일        |
|-----------------------|------------|------------------|------------|
| KR 10-2010-0135536 A  | 2010/12/27 | 없음               |            |
| KR 10-2010-0033002 A  | 2010/03/29 | KR 10-1043041 B1 | 2011/06/21 |
| KR 10-2014-0106330 A  | 2014/09/03 | KR 10-1493142 B1 | 2015/02/13 |