

파우더 조성에 따른 PZT의 미세액적 토출 액추에이터 특성

김영재, 유영석, 박성준, 김순영, 심원철, 홍세원*, 정재우
 삼성전기주식회사, *디지털에코주식회사

The Properties of Fine Drop Jetting Actuator at Various PZT Powder Composition

Youngjae Kim, Youngseuck Yoo, Sungjun Park, Soonyoung Kim, Wonchul Sim, Saewon Hong*, Jaewoo Joung
 SAMSUNG ELECTRO-MECHANICS CO., LTD., *DIGITAL-ECHO CO., LTD.

Abstract : Three different composition 130um thickness PZT were fabricated by extrusion method and burned out at 550℃ and sintered at 1260℃/2.5hrs. Actuator was fabricated using glass and Si(100) wafer by MEMS process. From XRD data, in case of DECH, perovskite phase peak strength is higher than others. We were able to obtain the information of grain growth and porosity by SEM images. Also DECH PZT on glass membrane(100um thickness) have larger displacement than others.

Key Words : PZT, MEMS, actuator, jetting

1. 서 론

최근 들어 압전 특성을 갖는 재료의 압전/역압전 및 공진 특성을 이용한 소자 및 박막의 특성에 관한 연구가 활발히 진행 중이며, 특히 MEMS(Micro Electro Mechanical System)공정을 이용한 마이크로 센서 및 마이크로 액추에이터에 대한 연구 및 개발이 활발히 이루어지고 있다.[1]

압전재료를 이용한 마이크로 액추에이터는 낮은 구동 전압과 빠른 응답속도를 가짐과 동시에 큰 구동력을 얻을 수 있다. 액추에이터에 있어서 압전 후막 기술은 박막기술에 비해 경제적이며 신뢰성이 높고 간단한 제조공정 때문에 다양한 디바이스 개발이 가능하여 전자산업 부문에 있어서 그 응용범위가 확대되고 있다. [2~3]

본 연구에서는 미세액적 토출 장치의 액추에이터로 사용하기 위한 PZT 후막의 조성에 따른 미세구조 및 기계적 특성을 알아보았다.

2. 실험

실험을 위한 PZT 시편은 파우더를 바인더와 혼합하여 압출하는 방식으로 제작하였다. 각각의 시편을 제작하기 위한 조성식은 표.1과 같으며 DECH, DECA, DECP라 명명하였다. 먼저 각각의 조성비로 준비된 파우더 혼합→바인더 혼합(파우더:바인더 = 10:1)하고 에이징 → 압출 → 건조(25℃) → 바인더 burn out(550℃ 24시간) → 소결(1260℃ 2.5시간) → 그라인딩 → 전극형성(Ag 페이스트) → 전극소결(650℃) → 플라잉(1kV, 100℃)의 공정을 통해 PZT를 제작 하였다. 진동판(상부기판)은 pyrex glass를 두께가 100um가 되도록 에칭 가공하였으며 하부기판은 Si(100)기판을 TMAH (TetraMethylAmmonium Hydroxide)습식 에칭과 건식 에칭법을 이용하는 MEMS공정으로 제작하였다.

표 1. 각 샘플의 PZT 파우더 제조 조성비.

	DECH		DECA		DECP	
	원료	조성비 (wt%)	원료	조성비 (wt%)	원료	조성비 (wt%)
원료 및 조성비 (wt%)	PbZrO ₃	23	Pb ₃ O ₄	66	PbO	70
	PbTiO ₃	42	ZrO ₂	20	TiO ₂	10
	PbNb ₂ O ₃	30	TiO ₂	11	ZrO ₂	15
	NiO	2	SrCo ₃	3	Sb ₂ O ₃	3
	ZnO	2			MnO ₂	1
	Al ₂ O ₃	1			Al ₂ O ₃	1

이렇게 제조된 시편에서 각종류별 PZT의 미세구조를 관찰하기 위해 FE-SEM(Field Emission Secondary electron microscopy)분석을 실시하였으며 결정구조를 분석하기 위해 XRD(X-Ray Diffraction)분석을 수행하였다. 또한 액추에이터의 기계적인 진동특성을 알아보기 위해 LDV(Laser Doppler Vibromter)를 이용하여 진동의 변위를 측정하였다.

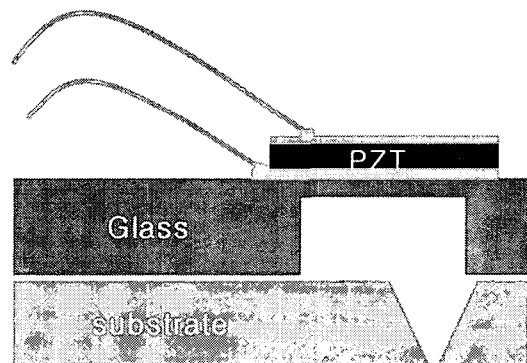


그림 1. 제작된 미세액적 토출 장치의 단면도

3. 결과 및 검토

그림 1에서와 같이 챔버(Glass)의 면적을 1mm x 4.75mm로 형성하고 비전도성 에폭시를 이용하여 실버 페이스트로 상하부 전극처리된 135um 두께의 PZT를 접합하였다. 그림 3은 파우더 조성에 따른 상형성 과정을 알아보기 위한 X선 회절 분석 결과이다. 세 가지 시편 모두 $2\theta = 29.5$ 근처의 pyrochlore (222)면에 대한 peak이 거의 나타나지 않고 perovskite(101)면에 대한 peak이 모두 검출되었다. 또한 DECH 시편의 경우 다른 시편에 비해 perovskite(101)면의 intensity가 더욱 증가함을 볼 수 있다.

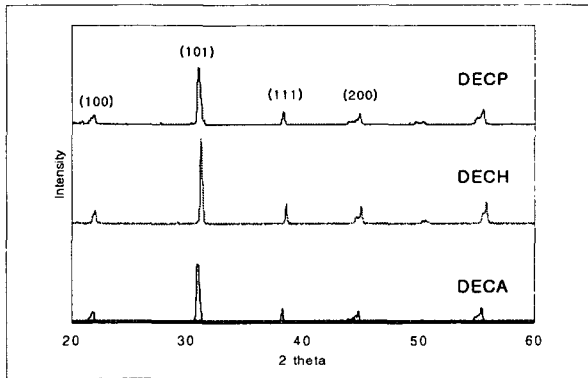


그림 3. 파우더 조성에 따른 시편의 XRD 결과

그림 4는 각 시편의 단면 미세구조를 확인한 SEM 사진이다. DECA의 경우 결정입자의 성장이 잘 이루어졌으나 전체적으로 치밀하지 못하고 pore의 형상을 관찰할 수 있다. DECH의 경우는 결정입자의 성장이 매우 잘 이루어졌으며 치밀화율도 상당히 높은 것을 알 수 있다. DECP의 경우는 결정입자의 성장이 제대로 이루어지지 않았으며 침상구조를 갖는 결정입자를 확인할 수 있다. 이는 과다한 Pb의 영향으로 사료된다. [4]

표 2는 각 시편에 대한 진동특성을 알아보기 위해 LDV 측정을 한 데이터이다. 입력파형은 4kHz, 10Vpp의 sine파를 이용하였다. 표에서 알 수 있듯이 DECH의 경우가 높은 변위를 나타내고 있다.

4. 결론

본 연구에서는 파우더 조성에 따른 PZT의 미세액적 토

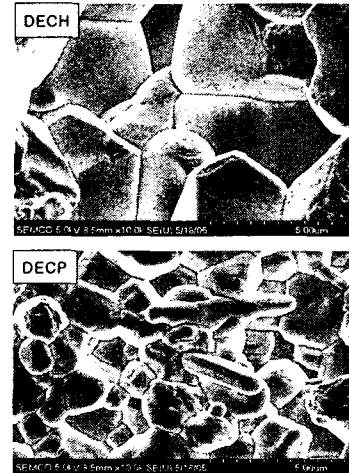


그림 4. 파우더 조성에 따른 시편의 미세구조

표 2. 각 시편의 진동 변위(@4kHz sine wave, 10Vpp).

unit : nm

	1	2	3	4	5
DECH	11.27	9.36	9.75	9.02	10.23
DECA	7.93	7.55	6.4	6.1	6.38
DCCP	5.98	4.98	4.5	4.97	3.39

출 장치 액추에이터로서의 특성을 알아보기 위한 실험을 진행하였다. XRD분석 결과 각각의 조성비율을 비슷하게 제작한 DECH의 경우가 perovskite상으로의 전이가 잘 이루어졌으며 SEM 이미지 분석결과 DECA나 DECP의 경우보다 DECH의 경우가 결정입자의 성장이 잘 이루어지고 치밀화율도 높게 나타났다. 이러한 결과가 진동특성에 미치는 영향은 LDV 측정결과에서 확인할 수 있었다. 즉 perovskite의 상전이 및 결정립계의 안정적인 성장 그리고 높은 치밀화율이 압전특성에 영향을 미침을 확인하였다.

참고 문헌

- [1] Kevin Y. Yasumura, Timothy D. Stowe, Eugene M. Chow and Daniel Rugar, "Quality factors in micron- and submicron-thick cantilever", J. of MEMS, 9, 117-125(2000)
- [2] R. linnemann, P. Woias, C.-D. Senfft, and J. A. Ditterich "A Self-Priming and Bubble-Tolerant Piezoelectric Silicon Micropump for Liquids and Gases" IEEE/P532-537, (1998)
- [3] N. T. Nguyen, S. Schubert, S. Richter, W. Dotzel "Hybrid-assembled micro dosing system using silicon-based micropump/valve and mass flow sensor" Sensor and Actuator A 69 P.85-91, (1998)
- [4] Yukio. Fukuda, Katsuhiko. Aoki, Effect of Pb excess and substrate on crystallization process of amorphous PZT thin films prepared by RF magnetron sputtering Jpn. J. Phys. Vol. 36, pp. 5793-5798, 1997.