

저온소결 PZW-PMN-PZT 세라믹을 이용한 적층액츄에이터 및 선형초음파 모터의 전기적 특성

이일하, 류주현, 홍재일¹, 정영호², 윤현상³
세명대학교, 동서울대학¹, 충주대학교², 국제대학³

Electrical properties of multilayer actuator and linear ultrasonic motor using low temperature PZW-PMN-PZT ceramics

Ilha Lee, Juhyun Yoo, Jaeil Hong¹, Yeongho Jeong² and Hyunsang Yoon³
Semyung Univ., Dongseoul Coll.¹, Chungju Univ.² and Kookje Coll.³

Abstract : 압전소자를 이용한 초음파 모터는 전자기적 원리로 동작하는 기존의 모터에 비해 구조가 간단하고 소형, 경량화가 가능하며 저속에서 큰 토크가 가능하고 μm 단위 까지 정밀제어가 가능하다는 장점 등으로 인해 그 응용 분야가 점차 확대되고 있다. 초음파 모터의 원리는 수평과 수직방향에서 변위가 타원형 운동을 형성하는 것이다. 따라서 선택한 타원운동의 방식에 의해서 모터의 형상이 달라진다. 초음파 모터는 액츄에이터를 사용하여 만들기 때문에 액츄에이터의 특성은 모터의 타원변위나 토크에 영향을 미친다. 단판형 액츄에이터에 비하여 적층 액츄에이터는 입력 임피던스를 낮추어 낮은 구동전압에서 구동이 가능하며 큰 변위와 토크를 발생하기 때문에 진동자의 수명 향상과 구동전압을 낮추기에 적합하다. 적층 액츄에이터는 변위량이나 응력 등을 개선하기 위해서 전기기계 결합계수(kp) 및 압전 d상수가 큰 재료가 요구되며, 고전압에서 장시간 구동 시 마찰에 의한 열손실을 감소시키기 위해 높은 기계적 품질계수(Qm)를 가져야한다. 적층 시 내부전극으로 사용하는 Pd, Pt가 함유된 전극은 가격이 비싸 제조비용을 상승시킨다. 상대적으로 값싼 Ag전극을 사용하면 비용절감을 할 수 있지만 용점이 낮아서 저온소결이 불가피하다. 따라서, 특성이 우수한 적층 액츄에이터를 제조하기 위해서 저손실, 저온소결 할 수 있는 액츄에이터 재료가 필요한 실정이다. L1-B4형 선형 초음파 모터는 L1모드와 B4모드의 공진 주파수가 일치하여야 큰 변위를 얻을 수 있는데 이전의 논문에서 Atila를 이용한 시뮬레이션 결과를 분석한 바 있다. 적층 액츄에이터의 층수를 5,7,9,11,13,15층으로 하여 L1-B4모드에서의 공진주파수를 비교한 결과 13층일 때 두 모드가 비슷한 공진주파수를 보였고, 타원변위계적도 다른 층수에 비해 크게 나타났다. 본 연구에서는 시뮬레이션 결과 가장 좋은 특성을 보인 13층 액츄에이터로 선형 초음파 모터를 제작하였다. 또한, 액츄에이터는 압전 및 유전특성이 우수한 저온소결 PZW-PMN-PZT세라믹을 이용하여 제작하였고, 내부전극으로 Ag전극을 사용하였다. 제작된 13층 선형초음파모터를 가지고 프리로드 및 전압에 따른 속도를 조사하였고, 시뮬레이션 결과와 비교해 보았다.

Key Words : Low temperature sintering, PZW-PMN-PZT ceramics, Linear ultrasonic motor