

요 지

압전형 액추에이터(Piezoelectric Actuator)는 입력전압에 대하여 압전소자의 변위를 출력변위로 변환하고 증폭시키는 기구로 초소형, 고성능, 저전압 소모를 동시에 만족시켜 기계-전기 복합시스템에 널리 사용되고 있다. 과거 압전형 액추에이터 설계과정에는 설계자의 직관 및 경험에 따라 기구부의 탄성 구조물을 설계하여 시행착오의 반복으로 인한 많은 시간과 노력이 필요하였다. 따라서 유한요소법을 이용한 압전형 액추에이터의 형상파라미터를 최적화하는 연구나 구조적 성능을 향상시키기 위하여 위상최적설계 방법을 활용한 컴플라이언트 메커니즘(Compliant Mechanism)설계를 통해 출력변위를 최대화하는 형상설계 방법 등이 제안되었다. 그러나 재료의 탄성변형만으로 출력변위를 증가시키는 것은 한계가 있으므로 분극방향에 따라 재료의 성질이 결정되는 압전재료의 특성을 위상최적설계에 적용하여 출력변위를 향상시키고자 한다.

기존 연구에서는 가상의 탄성계수값을 사용하는 밀도법을 도입하였는데 결과에 대한 이론적 배경이 미약하므로 복합재역학 이론에 근거한 균질화설계법을 사용하여 분극방향을 고려했을 경우 동일한 성능향상이 가능한지 여부를 확인하고 그 결과를 밀도법과 비교 분석한다. 또한 위상최적설계 방법을 적용하는데 있어서 바둑판 모양(Checkerboard Pattern)의 발생과 같은 수치적 불안정성 문제가 여전히 존재하여 최적구조형태를 제품설계 및 제작에 반영

하는데 어려움이 있다. 이러한 문제를 해결하고자 기존의 이산화된 요소 중심의 설계변수를 절점 중심으로 변경하여 절점 밀도값들로부터 근사된 요소 밀도값으로 균질화된 탄성계수를 계산하는 재료분포의 연속적인 근사방법 (CAMD: Continuous Approximation of Material Distribution)을 압전형 액추에이터 설계에 적용하여 최적형상을 도출하였다. 압전형 액추에이터 설계 시 출력방향으로의 유연성과 반력에 대한 강성을 고려하기 위해서 평균변환량과 평균 굴성의 비를 최대화하는 최적화 문제로 구성하였고 순차적 선형계획법 (Sequential Linear Programming)을 이용하여 최적화하였다. Moonie 액추에이터와 Swing Arm 형태 액추에이터의 PZT 지지부 설계예제를 통해 제작이 가능한 레이아웃을 도출하고 성능향상을 확인하였다. 최적방향이 알려지지 않은 설계 시 기존의 실험에 의해 알아낸 것과 다르게 직접 최적방향을 찾아낼 수 있다는 점에서 효과적이라고 생각되며 CAMD방법이 다양한 분야에서 활용될 것으로 기대된다.