

대분류		전기·전자	적용산업	정밀기계, 의료기기
RFP명		TGG 결정립 배향 공정을 적용한 공압 밸브용 고변위·고응답 Cantilever 압전 액추에이터 개발		
기초·원천기술 과제명		TGG 기반 Hard 압전 재료 및 초음파 트랜스듀서 개발		
	과제고유번호	2020M3H4A3105594	과제수행기관	한국과학기술연구원
	총괄책임자	허성훈	연락처	hur@kist.re.kr / 02-958-5689
기술개요	개념	<ul style="list-style-type: none"> ○ 본 과제는 Templated Grain Growth(TGG) 결정립 배향 공정을 적용하여 기존 다결정 압전소재의 성능 한계를 극복하고, 단결정 수준의 높은 압전 특성을 구현한 고성능 압전 소재 및 이를 활용한 고변위·고응답 Bending형 액추에이터를 개발하는 것을 목표로 함 ○ 특히, 기존 압전 액추에이터의 변위 한계를 극복하기 위해 결정립 배향 제어 기반 고변형 압전 소재를 구현하고, 이를 적층 구조 및 벤딩 메커니즘과 결합하여 공압 밸브 구동이 가능한 수준의 변위 및 구동력을 확보하고자 함 ○ 최종적으로 개발된 액추에이터는 공압 제어 밸브에 적용하여 고속 응답, 저전력, 소형화 특성을 갖는 차세대 공압 제어 솔루션으로 검증하며, 압전 액추에이터의 국산화 및 수출형 고부가가치 산업 창출을 목표로 함 		
	내용	<p><개요></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Templated Grain Growth 결정립 배향 공정을 적용하여 다결정 압전 세라믹의 결정립을 특정 방향으로 정렬함으로써, 다결정 소재의 기계적 안정성과 단결정 수준의 우수한 압전 특성을 동시에 구현하는 차세대 압전 소재 원천기술 확보 ○ TGG 배향 공정을 이용한 압전 벌크형 세라믹 Cantilever 개발로 기존 내부 전극 설계, 세라믹-전극 동시소결(Co-firing) 기술을 대체할 수 있는 저비용 고성능 압전소재 제조 기술 개발 ○ 고변위 고압 발생을 위한 벤더형 액추에이터 FEM 시뮬레이션 이용한 내부전극 없는 Cantilever 액추에이터 구조 최적화 설계 기술 개발 ○ 고속 응답, 저전력, 소형화 특성을 갖는 차세대 공압 제어 밸브 기술 개발 <p><연구개발 내용></p> <ul style="list-style-type: none"> ○ TGG 결정립 배향 공정에 적합한 고변위 특성의 압전 세라믹 조성 설계 및 개발 ○ FEM 시뮬레이션 기반 압전 Cantilever 액추에이터 구조 최적화 설계 및 시작품 제작 ○ TGG 기반 압전 세라믹 Cantilever를 이용한 저비용 고성능 공압 밸브 		

	설계 및 제작																				
	<p><연차별 연구개발 내용></p> <p>○ (1차년도) TGG용 고변위 압전 세라믹 조성 개발</p> <ul style="list-style-type: none">- TGG 공정 적용을 위한 판상형 Template seed 합성- 고변위 특성 압전 세라믹 조성 설계- 비정상 입자 성장 억제 및 치밀화 제어 열처리 기술 개발- 고상법 기반 압전 소재 합성 및 특성 평가 <p>○ (2차년도) TGG 압전 세라믹 공정 기술 및 적층형 액추에이터 개발</p> <ul style="list-style-type: none">- Seed 분산 및 고품질 슬러리 제조 기술 개발- TGG 압전 후막 및 적층 공정 개발- 내부 전극 있는 적층형 압전 Cantilever, 내부 전극 없는 bulk 압전 Cantilever 비교 설계- TGG 기반 압전 Cantilever를 이용한 공압 제어밸브 설계- 결정립 배향도 향상 공정 기술 확보- 공압 제어 밸브용 압전 액추에이터 시작품 제작- TGG 기반 압전 Cantilever를 이용한 공압 제어밸브 시작품 제작- FEM 기반 Bending 액추에이터 구조 최적화 설계 향상 및 수정 설계 <p>○ (3차년도) TGG 압전 세라믹 적층형 액추에이터 성능 최적화</p> <ul style="list-style-type: none">- 적층형 압전 액추에이터 시작품 제작- 구동 신호에 따른 변위 특성 및 장기 신뢰성 평가- 양산 공정 기술 확보 및 신뢰성 개선 방안 도출- 공압 제어 밸브 적용 및 실 환경 성능 검증- 공정 수율 향상 및 양산성 확보- 상용화 기반 기술 확보																				
목표	<p>○ (최종목표) TGG 결정립 배향 공정을 기반으로 한 고성능 압전소재 및 이를 적용한 고변위·고응답 Cantilever 압전 액추에이터를 개발하고, 공압 밸브 구동 성능을 실증</p> <ul style="list-style-type: none">- TGG 기반 고성능 압전 소재 기술 확보- TGG 기반 압전 액추에이터 설계 및 제작 기술 확보- TGG 기반 압전 액추에이터를 이용한 공압 밸브 설계 및 제작기술 확보 <p>○ 개발 목표</p> <table><tr><th colspan="2">성능 지표</th><th>단위</th><th>달성 목표</th></tr><tr><td>1</td><td>압전 상수 (d_{33})</td><td>pC/N</td><td>800 이상</td></tr><tr><td>2</td><td>전기기계결합계수 (k_p)</td><td>%</td><td>65 이상</td></tr><tr><td>3</td><td>Cantilever 액추에이터* 변위</td><td>μm</td><td>100 이상</td></tr><tr><td>4</td><td>밸브 Switching time</td><td>ms</td><td>5 이하</td></tr></table> <p>* 길이 25, 두께 0.7mm 이하</p>	성능 지표		단위	달성 목표	1	압전 상수 (d_{33})	pC/N	800 이상	2	전기기계결합계수 (k_p)	%	65 이상	3	Cantilever 액추에이터* 변위	μm	100 이상	4	밸브 Switching time	ms	5 이하
성능 지표		단위	달성 목표																		
1	압전 상수 (d_{33})	pC/N	800 이상																		
2	전기기계결합계수 (k_p)	%	65 이상																		
3	Cantilever 액추에이터* 변위	μm	100 이상																		
4	밸브 Switching time	ms	5 이하																		

<p>지원필요성</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 고성능 압전소자 시장은 독일, 미국, 일본 등 선진국이 기술을 독점하고 있으며, 저가 시장은 중국이 점유하고 있어 기술 격차 극복을 위한 원천기술 확보가 시급함 ○ 기존 다결정 압전소재는 성능 한계가 존재하고, 단결정 소재는 고비용 및 제조 한계로 인해 산업 적용에 제약이 있음 ○ TGG 기반 결정립 배향 기술은 이러한 한계를 극복할 수 있는 핵심 기술로, 고성능과 경제성을 동시에 확보할 수 있는 차세대 압전소재 기술임 ○ 특히 압전 액추에이터는 고속 응답, 저전력, 무소음, 소형화 특성을 가지며, 공압 제어 밸브 등 정밀 제어 시스템에 적합한 핵심 부품으로 활용 가능함 ○ 현재 국내 압전 액추에이터 시장은 수입 의존도가 높아 국산화 및 기술 자립이 절실하며, 본 과제를 통해 핵심 소재 및 소자 기술 확보와 함께 산업 경쟁력 강화가 기대됨
<p>활용(응용)분야</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ TGG 압전소재 적용 시 고출력 트랜스듀서, 초소형 압전 변압기, 저주파 장거리 sonar 등 고부가가치 제품 개발 가능 ○ 압전 액추에이터는 의료용 미세 유량 제어, 반도체 공정 가스 제어, 마이크로 플루이딕스, 소형 펌프 및 밸브 시스템 등 다양한 정밀 공압 제어 분야에 적용 가능
<p>지원기간</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ 개발기간: 24개월 ○ 정부출연금: 총 정부지원연구개발비 10억 원 이내 (1차년도: 1.67억원 이내) ○ 주관연구개발기관: 중소기업 (기초·원천기술 보유자 및 소속기관의 공동연구개발기관 참여 필수) ○ 기술료 징수여부: 징수