

압전 디바이스의 시장 전망



고상기 수석연구원 (SKC 중앙연구소 무기소재개발실)

1. 서론

압전 (壓電) 소재는 전기적 에너지가 기계적 에너지로, 또는 그 반대로 기계적 에너지가 전기적 에너지로 변환되는 특성을 갖고 있는 재료이다. 에너지 변환방식에 따라 응용 소자/부품과 활용분야가 다양하다. 변환방식에 따른 용도를 살펴보면 전기→기계→전기 변환방식의 경우에는 주로 공진기, 필터 등 통신 분야에 사용되며 전기→기계의 변환방식의

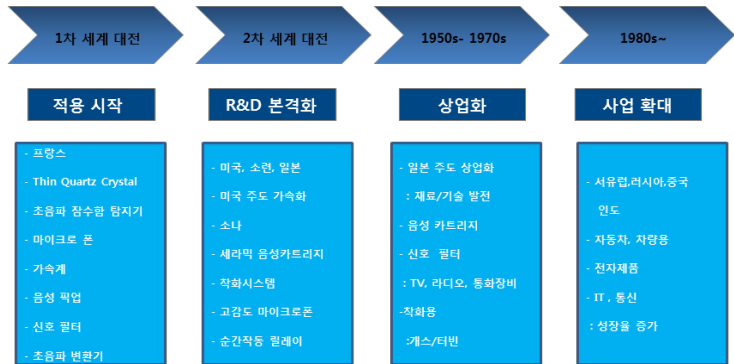


그림 2. 압전체의 시대별 동향.



그림 1. 압전소재의 응용.

경우에는 초음파기기, 액츄에이터로 적용이 가능하여 가정용기기, 의료기기 등에 주로 이용된다. 기계→전기 변환방식의 경우에는 센서, 픽업, 제너레이터 등 압전 착화소자에 응용된다 (그림 1).

압전 소자는 세계 1차 대전에 군수용 본격적으로 개발되어 적용되기 시작하였으며 세계 2차 대전 이후 미국 주도로 R&D가 본격화 되었다. 세계 2차 대전 이후에는 일본주도로 통신 분야 산업에 본격적으로 상업화되기 시작하여 1980년 이후부터는 통신 및 IT 시장, 반도체 분야 장비용 스테이지, 자동차분야로 발전되었다. 2000년 이후에는 일본은 주로 압전 소자 재료에 강점을 가지고 있으나 압전 액츄에이터 및 압전 모터 관련 압전 소자 디바이스



는 자동차, 의료기기, 반도체 장비 등의 기술이 발달된 독일, 미국, 프랑스 등이 시장을 주도하고 있으며 미래에는 로봇용 센서 및 액추에이터 부품, 화재, 재난 관찰 및 정부 수집을 위한 첩보용 비행물체 분야, 에너지 하베스트 분야로의 확대가 예상된다 (그림 2).

2. 압전 디바이스 시장의 향후 전망

Acmite market intelligence June 2011의 시장조사 자료에 의하면 압전 소자의 마켓규모는 압전 디바이스 관점에서 볼 때 2010년에는 14조 8천억 원 규모이었으나 연평균 8%로 성장하고 있으므로 2018년에는 27조 규모가 될 것으로 예상된다 (그림 3).

2.1 재료별 분류

재료별 관점에서 살펴보면 결정성장에 의한 크리스털 부품이 38%, 피에조 세라믹이 49%, 피에조 폴리머가 9%, 피에조 복합체가 4% 규모이다. 크리스털 부품들은 주로 통신과 관계된 기준 주파수발생, 필터, 표면탄성과 (SAW: Saw acoustic wave), 벌크 탄성과 (BAW: Bulk acoustic wave)용으로 사용된다. 피에조 세라믹의 경우 크린 에너지 및 친환경 산업 등의 시대적 요구에 따라 무연계 압전 세라믹 제품이 개발 중이지만 아직까지는 압전 정수가 높고 안정적인 압전 특성을 갖는 PZT 계열의 압전 세라믹이 주로 공진기, 센서, 액추에이터 등으로 주로 사용된다. 피에조 폴리머는 PVDF 재질이 주로 사용되지만 압전정수가 낮아 압전 특성을 갖기 위해서는 넓은 면적이 필요하므로 스피커 등 플렉시블 음향기기에 등에 제한적으로 사용된다. 피에조 복합체의 경우 음향 매칭 소나, NDT, 의료영상기술 분야에 점진적인 성장이 예상된다 (그림 4).

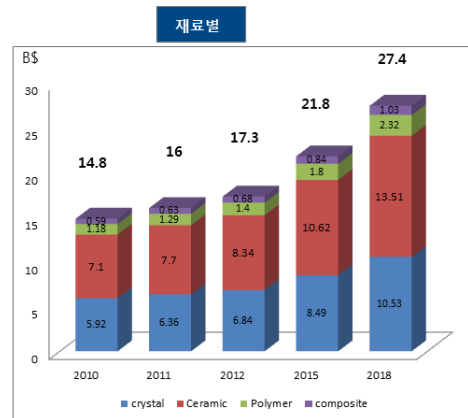


그림 3. 압전체의 재료별 시장 규모.

종류	재료	응용
Crystal (38%)	Quartz (SiO ₂)	주파수, 시간 측정용, 레이저, X-ray 광학, 전압 증폭시스템
	GaPO ₄	인공합성, Quartz와 특성이 유사하나 고온특성이 우수 (~900℃)
	LGS (Lanthanum Gallium Silicate)	BAW, SAW부품에 적용 (Quartz보다 K값, 고온특성이 우수)
	Li ₂ B ₄ O ₇	BAW, SAW 필터, 레조네이터, 고주파 부품의 온도보상 재료
	LiTaO ₃	비선형 광학, 적외선센서
Piezo-ceramic (49%)	LiNbO ₃	SAW부품, 전기-광학 도파관 기판
	BaTiO ₃	Ba 위치에 Pb나 Ca 치환에 의해 다양한 온도 범위 사용가능
	Pb[ZrxTi1-x]O ₃ (0<x<1)	가장 많이 사용, 조음파 변환기, 센서, 액추에이터, 세라믹 공진기
Piezo Polymer (9%)	PbTiO ₃	10 MHz의 세라믹 필터 및 공진기
	Pb-free Piezo ceramic	KNN, BiFeO ₃ 환경문제로 대두 : 가격, 특성이 Pb계 압전체 보다 열등
Piezo composite (4%)	PVDF, PVDF copolymer	가볍고 플렉시블한 엔지니어링 플라스틱으로 세라믹보다 특성이 낮아 사용이 제한되지만 일부 액추에이터로 사용
	0-3 composite	세라믹고립 연결 0, 폴리머 매트릭스 3차원 연결, 압력 민감 패드
	1-3 composite	세라믹 로드 연결 1, 폴리머 매트릭스 3차원 연결, 음향 매칭 소나, NDT, 의료영상기술

그림 4. 압전체의 재료별 용도.

2.2 제품별 분류

사용되는 제품별 관점에서 살펴보면 압전 디바이스 시장에서 sensor 33%, actuator 20%, transducer 7%, generator 6%, motor

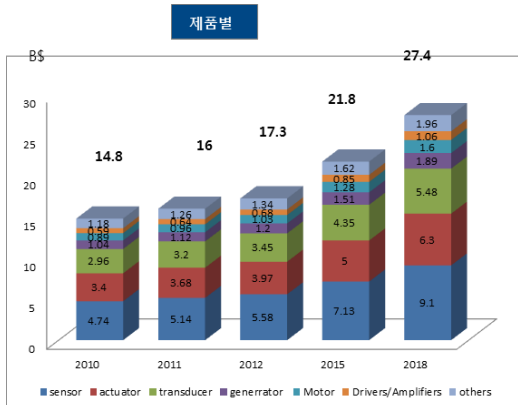


그림 5. 압전체의 용도별 시장 규모.

4%, Drivers/Amplifiers 7%으로 시장을 구성하고 있다 (그림 5).

제품별 응용처를 살펴보면 sensor는 의료, 항공, 핵장비, 휴대기기의 측정기, 자동차의 연소모니터, 실린더헤드, 스파크 센서, 접촉 마이크로폰 -음향기기 픽업, 소나파 발진과 검출로 의료용/비파괴 화상처리, 감도가 높은 화학 및 생물학 센서의 마이크로 발란스 등에 이용되는 부품을 말한다. Actuator는 산업, 로봇분야 정밀 위치제어, 디지털 산업 분야의 컴퓨터 디스크 드라이버, 휴대기기, 디지털 카메라 등, 의료 장비분야의 진단, 미세 수술 장비, 잉크젯 프린터/자동차 연료분사 시스템 등에 이용되는 부품을 말한다. Transducer는 오디오 관련 장치의 스피커, 마이크로폰, 이동수단의 노이즈 감소제, 의료용, 비파괴 검사의 초음파 발생장비, 가정용/산업용의 착화제, 현미경 등 측정 장비 등에 이용되는 부품을 말한다.

Generator는 그린에너지/ 재생 에너지, 에너지 하비스트- 도로의 차량, 승객, 기차 이용 의료기, 가스 착화기 등 자가 충전 등에 이용되는 부품을 말한다. Motor는 로봇 컨트롤, 카메라 자동초점, 마이크로, 나노 변위 컨트롤 등에 이용되는 부품을 말한다. Drivers/Amplifiers는 고압이 필요한 장치에

제품	형태	재료	응용
Sensor (33%)	위치 센서 (31%) 속도/가속도 센서 (24%) 압력 센서 (16%) 힘 센서 (16%)	세라믹-PZT계 단결정-GaP, 수정 Tourmaline Polymer	제조/엔지니어링-자동차-의료-정보통신 순으로, 항공, 핵장비, 휴대기기의 측정 기구 자동차의 연소모니터, 실린더헤드, 스파크 센서 접촉 마이크로폰 -음향기기 픽업 소나파 발진과 검출로 의료용/비파괴 화상처리 감도가 높은 화학 및 생물학 센서의 마이크로 발란스
Actuator (20%)	Stack-선형 (52%) Tube-길이, 측면 (21%) Disk-평면운동 (12%)	세라믹-BT, PZT계 단결정-수정, LiNbO3 LiTaO3	제조/엔지니어링-자동차-의료-정보통신 순산업, 로봇분야 정밀 위치제어 디지털 산업 분야의 컴퓨터 디스크 드라이버, 휴대기기, 디지털 카메라 등 의료 장비분야의 진단, 미세 수술 장비 잉크젯 프린터/자동차 연료분사 시스템
Transducer (7%)	접촉방식 (62%) 침적방식 (32%)	세라믹-BT, PZT계 단결정-수정	오디오 관련 장치의 스피커, 마이크로폰, 이동수단의 노이즈 감소제 의료용, 비파괴 검사의 초음파 발생장비, 가정용/산업용의 착화제 현미경 등 측정 장비
Generator (6%)	Single layer (23%) 2-layer (45%) Multilayer (32%)		그린에너지/ 재생 에너지 에너지 하비스트- 도로의 차량, 승객, 기차 이용 의료기, 가스 착화기 등 자가 충전
Motor (4%)	Liner (70%) Rotating (30%)		로봇컨트롤 카메라 자동초점 마이크로, 나노 변위 컨트롤
Drivers/Amplifiers (7%)	정밀위치제어 (39%) 정밀이동제어 (21%) 공정 모니터 링 (14%) 예측 관리 (11%)		고압이 필요한 장치에 전원 공급 마이크로 유체 흐름 제어를 위한 마이크로 펌프 정밀하고 빠르게 개폐가 필요한 증기나 스팀 Valve

그림 6. 압전체의 디바이스별 형태 및 응용.

전원 공급, 마이크로 유체 흐름제어를 위한 마이크로 펌프, 정밀하고 빠르게 개폐가 필요한 증기나 스팀 valve 등에 이용되는 부품을 말한다.

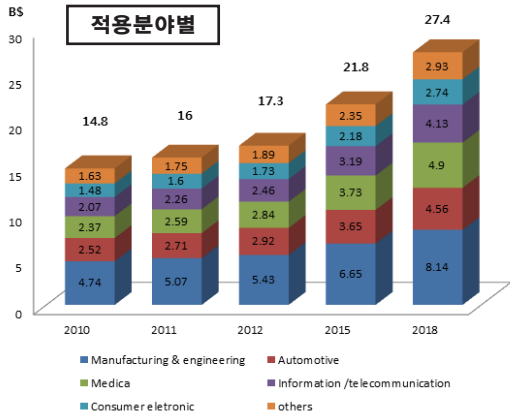


그림 7. 적용분야별 시장규모.

하지만 압전 actuator는 압전 소재에 전기를 가하면 정밀한 기계적 변위가 발생하는 성질을 이용 정밀한 변위 제어를 위한 기구물의 부품으로 사용하는 것을 의미하므로 압전 actuator 시장은 transducer, motor 및 Drivers/Amplifiers 시장을 포함하고 있다고 말할 수도 있다. 따라서 시장 조사기관에 따라서는 전체 디바이스 시장 중에서 압전 시장 분류를 크게 3분류로 대별하기도 하며 시장 규모별로는 actuator 시장, sensor 시장, 착화 소자를 이용하는 generator 시장 순으로 표현하기도 한다 (그림 6).

2.3 적용 분야별 분류

사용되는 분야별 관점에서 살펴보면 제조 및 엔지니어링 분야가 32%, 자동차분야가 17%, 의료기 분야가 16%, 정보통신분야가 14%, 가전 제품분야가 10%, 기타분야가 11% 시장을 구성하고 있다 (그림 7).

제조 및 엔지니어링 분야는 주로 정밀위치 제어, 정밀 이동제어, 공정 모니터링, 유지 보수 예측 등에 이용된다. 자동차 분야에서는 주로 미션 조절 유닛, 연료 분사, 엔진 조정, 주차보조시스템 등에 이용된다. 의료기 분야에서는 주로 초음파영상, 진단장비, 수술 장비, 이식전자 장비, 치과용 등에 이용된다. 정보통신분야에서는 주로 컴퓨터, 휴대

제품	목적	재료	응용
Manufacturing & Engineering (32%)	자동화 정밀제어 생산품질 향상	Crystal (47%) 세라믹 (41%) 기타 (12%)	정밀위치제어 (39%) 정밀 이동제어 (21%) 공정 모니터링 (14%) 유지보수 예측 (11%)
Automotive (17%)	엔진 조정, 연료분사 스파크 점화 주차보조-시스템 식별, 위치, 항법 기능 충격 센서	Crystal (46%) 세라믹 (41%) 기타 (13%)	미션 조절 유닛 (32%) 연료 분사 (20%) 엔진 조정 (17%) 주차보조시스템 (8%) 기타 (23%)
Medical (16%)	초음파 진단 초음파 처리	Crystal (34%) 세라믹 (51%) 기타 (15%)	초음파영상 (28%) 진단장비 (21%) 수술 장비 (16%) 이식전자 장비 (14%) 치과용 (6%) 기타 (15%)
Information & Telecommunication (14%)	정보 통신기기용 센서, 필터, 변압기	Crystal (35%) 세라믹 (54%) 기타 (11%)	컴퓨터 (34%) 휴대폰 (25%) 프린터 (16%) 터치패드 (8%) 기타 (17%)
Consumer Electronics (10%)	고기능 소형, 경량화 소비자제품: 탐지, 부저	Crystal (40%) 세라믹 (52%) 기타 (8%)	디지털카메라 (35%) 점화장치 (13%) 음악/음향장치 (19%) 안전 (15%) 기타 (18%)
Others (11%)	항법장치, 센서		항공&군용-액츄에이터, 자이로스코프, 충격 가속센서, 가스, 주유소용 - 밸브, 초음파수위센서 안전설비 에너지 하비스트 과학 탐구용 - 광학용 빔 얼라인먼트

그림 8. 적용분야별 용도.

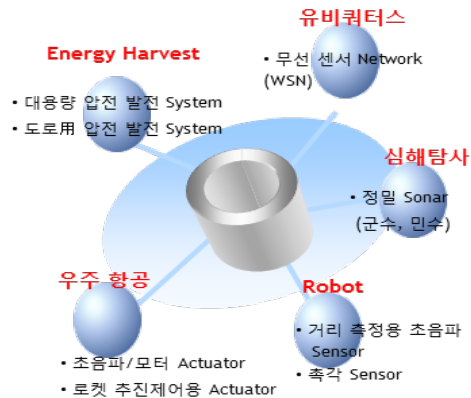


그림 9. 압전분야의 향후 응용분야.





폰, 프린터, 터치패드 등 이용된다, 가전 제품분야에서는 주로 디지털카메라, 점화장치, 음악/음향장치, 안전등에 사용되는 분야를 말한다. 기타 분야로는 항공&군용-액추에이터, 자이로스코프, 충격가속센서, 가스, 주유소용-밸브, 초음파수위센서, 안전설비에너지 하비스트 과학 탐구용 -광학용 빔 얼라인먼트 등이 있다 (그림 8).

3. 결론

현재 actuator, speaker, sensor 등 다양한 응용 분야에 사용 중이지만 무연화 (Pb free), 복합화 소재 (폴리머+세라믹), 기술적인 트렌드에 따라 로켓추진 제어용 actuator, 촉각센서로 사물의 인간의 오감처럼 인지하고 느끼는 로봇 센서, 풍력, 조력 등 자연의 힘을 이용하거나 도로용 발전을 이용하는 energy harvest 등 다양한 응용 분야로 발전해 나갈 것으로 예상된다 (그림 9).

참고 문헌

- [1] "World Piezoelectric device market" Acmite Market Intelligence (June ,2011)
- [2] "압전 세라믹스" 2002.12 한국과학기술정보원

저자약력



성명 : 고상기

◆ 학력

- 1984년 - 1990년
성균관대학교 공과대학/대학원
금속공학과 공학사/공학석사
- 1999년
고려대학교 대학원
재료공학과 박사 졸업

◆ 경력

- 1990년 - 1994년 대우전자 특산 개발부 대리
- 2000년 - 2003년 제원 전자 LTCC PKG 개발
- 2003년 - 2009년 코미코 (주) 부장 Probe card용
LTCC ST 개발
- 2009년 - 2012년 SKC 솔믹스(주) 수석연구원
AIN 기판, HTCC PKG 개발
- 2013년 - 현재 SKC 중앙연구소
무기소재개발실 수석연구원

