

Patent Information

- 발명자
김종현
- Patent Number
10-2021-0071265
(2021.06.02)

Keyword

- 변전효과 (flexoelectric effect)
- 액정
- 기전력
- 탄성변형
- 전기분극

Applications

- 에너지 하베스팅
- 초소형 전자기기
- 웨어러블 기기
- 디스플레이
- IoT 장비

Patentee & Contact Point



충남대학교
기술가치센터
042-821-7174
cnutlo@cnu.ac.kr

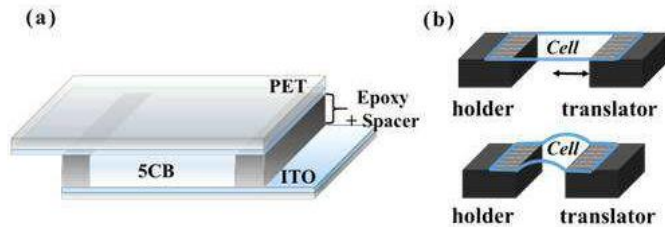
Technology Overview

액정 소자의 변전효과(flexoelectric effect)를 이용한 전기에너지 생성

- 초소형 전자기기(microelectronics), 디지털 치료기기(DTx), 웨어러블 기기(wearable device) 개발이 본격화되고 있으며, 이에 따라 배터리 교체 없이 기기를 작동하는 에너지 자립적인 스마트 기기 개발 요구
- 전기에너지 생성 액정 소자는 재료의 변형 구배(deformation gradient)로 인해 발생하는 전기 분극 (electric polarization) 현상을 이용한 변전효과(flexoelectric effect)에 의해 전기에너지 생성

전기에너지 생성 액정 소자 구조 및 기전력 발생을 위한 액정 셀 변형 유도 과정

- 생성되는 기전력은 액정 변형 정도 및 그에 따른 전기 분극의 변화에 따라 달라질 수 있음
- (a) 액정 소자는 액정 셀(cell), 두 개의 유연성 전극 및 액정 세포를 둘러싼 절연성 측벽으로 구성됨
- (b) 기전력 발생을 위해 전극의 양단부 중 holder 부분을 고정시키고, translator 부분을 변 방향 이동

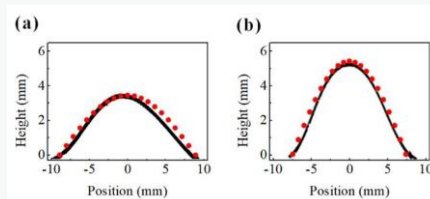


<전기에너지 생성 액정 소자 구조>

Technology Highlights

이동 변위에 따른 액정 셀 변형

- 아래 그림은 액정 셀이 이동하면서 변형되는 정도를 나타내며, 변형 정도는 이동에 따른 액정 셀의 높이 변화를 나타내며, 높이가 0일 때는 액정 셀이 변형되기 전, 기준 상태를 의미함
- (a) 이동 변위가 2mm일 때의 액정 셀의 변형정도
- (b) 이동 변위가 5mm일 때의 액정 셀의 변형정도

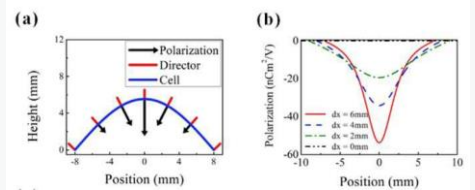


<이동 변위에 따른 액정 셀 변형>

액정 셀 변형에 따른 방향자 및 전기분극

- (a) 이동 변위 2mm일 때, 변형이 유도된 액정 소자에서, 아래 식에 따라 계산된, 스몰레이 변형이 발생한 액정의 방향자 및 전기분극
- (b) 변형이 일어난 액정 셀의 각 지점에서, 아래 식에 따라 계산된, 이동 변위에 따른 전기분극의 분포

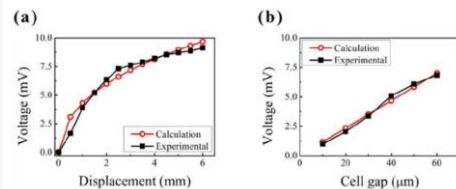
$$P = \frac{e_1 \pi^2 h}{L^2} \cos(\pi x/L) / \left(1 + \frac{\pi^2 h^2}{L^2} \sin^2(\pi x/L) \right)^{3/2} n$$



<액정 셀 변형에 따른 전기분극 변화>

이동 변위에 따른 기전력 측정 결과

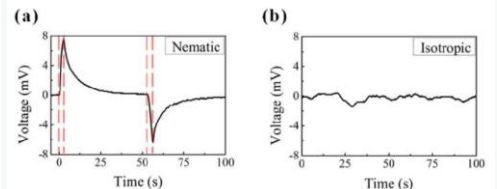
- (a) 이동 변위에 따른 액정 소자의 기전력을 측정 한 결과, 변위가 증가할수록 기전력도 증가하지만 그 증가 폭은 점차 감소하며, 이는 변형된 각 지점에서 전기분극 세기 차이가 줄어들기 때문
- (b) 이동 변위 4mm에서 액정 소자들의 기전력을 비교한 결과, 전극 간 이격 거리(Cell gap)가 클수록 더 큰 기전력이 생성되며, 이는 Cell gap 증가로 인해 전기분극 세기 차이가 더 커지기 때문



<이동 변위에 따른 기전력 측정 결과>

시간에 따른 기전력 변화

- (a) 네마틱(Nematic) 상에서 4mm 이동 변위에 따른 기전력 변화를 나타내며, 최대 약 8mV의 기전력이 생성된 후 시간이 지남에 따라 점차 감소하고, 액정이 원래 상태로 복원될 때 반대 방향의 기전력이 발생하며 최종적으로 0mV에 도달함
- (b) 아이소트로픽(Isotropic) 상에서 측정된 기전력 변화이며, 기전력이 작고, 시간에 따라 불규칙하게 변동하며 안정성이 낮음



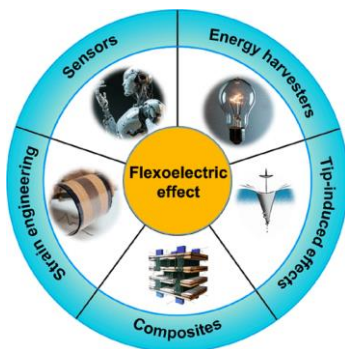
<시간에 따른 기전력 변화 비교>

Technology Readiness Level(TRL)



Technology Applications

변전효과 적용



웨어러블 기기



IoT 장비

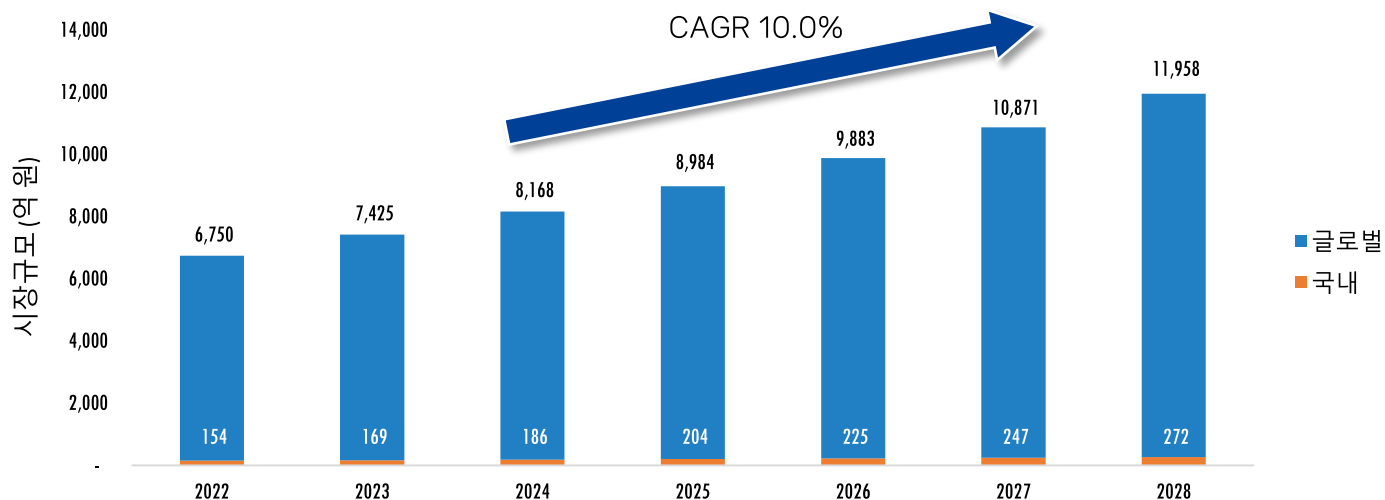


Market Trends

기술의 주요 적용 시장: 글로벌 에너지 하베스팅 시장

에너지 하베스팅 시장규모

- 글로벌 에너지 하베스팅 시장은 2022년 5억 달러(한화 6,750억 원) 규모에서 2028년 9억 달러(한화 1조 1,958억 원) 규모에 이를 것으로 예측되며, 예측 기간 중 연평균 성장률(CAGR; Compound Annual Growth Rate)은 10.0%로 전망됨
- 에너지 하베스팅 기술은 IoT 장비, 웨어러블 기기, 디지털 치료기기(DTx), 초소형 전자기기 및 디스플레이 등의 분야에서 활용될 수 있으며, 국내외에서 심장박동기, 뇌전증 치료기기 등에 에너지 하베스터를 활용하려는 연구 및 시도가 계속되고 있음
- 특히, 해당 기술은 전기에너지를 생성하는 액정 소자를 이용한 에너지 하베스팅으로, LCD 디스플레이를 포함하는 기술 분야에 적용될 수 있음



[국내외 에너지 하베스팅 시장규모]

(출처: Energy Harvesting System Market Size & Growth, 2023-2028, MarketsandMarkets)

- 국내 에너지 하베스팅 시장규모는 글로벌 에너지 하베스팅 시장의 2.3%를 차지하고 있으며, 2022년 154억 원 규모에서 연평균 10.0% 성장하여, 2028년 272억 원 규모에 달할 것으로 전망됨 (연구개발특구진흥재단, 에너지 하베스팅 시장 보고서, 2021.10)