

★ 2018. 6. 19.(화) 조간(온라인 6. 18.(월) 12:00)부터 보도하여 주시기 바랍니다.

보도자료



한국연구재단
National Research Foundation of Korea

<홍보실> 실장 김한기, 담당 장효정 ☎ 042-869-6116

<자료문의> 광주과학기술원 신소재공학부 고흥조 교수(062-715-2310)

맹점 없는 전방향 이미지센서 개발 **- 고분자프레임의 유연성을 이용한 베젤 없는 입체 센서 -**

- 국내 연구진이 맹점이 없는 360도(°) 이미지센서를 구현하는 데 성공했다. 고흥조 교수(광주과학기술원) 연구팀은 플렉시블 전자소자의 3차원 변형을 통해 베젤과 전기 배선에 의한 맹점이 원천적으로 제거된 카메라 센서를 제작했다고 한국연구재단은 밝혔다.
- CCTV, 블랙박스, 홀로그래피, 무인자동화시스템 등 영상산업이 발전하면서 모든 방향으로 촬영되는 카메라의 수요도 커지고 있다. 현재 출시되는 전방향 카메라는 평면 광센서를 여러 방향으로 배열하기 위한 베젤(테두리)과 전기 배선이 존재하고 있어, 이들에 의해 불가피하게 광학적 맹점이 발생하게 된다.
- 베젤을 제거한 입체적 이미지센서를 위해서 연구팀은 10 마이크로미터(μm)보다 얇은 플렉시블 전자소자를 제작한 뒤 이를 입체적인 사면체 구조로 변형시켰다.
 - 연구팀은 아크릴로나이트릴 부타디엔 스타이렌(Acrylonitrile butadiene styrene) 공중합체로 프레임을 제작하고, 용매 증기를 가하여 휘어질 수 있게 만드는 기술을 개발했다.

- 특히 유연해진 고분자프레임의 유동성에 의해 변형 시 전자소자가 받는 응력이 현저히 감소되어, 전자소자의 생존률이 높아졌다.
- 이와 같이 박막형 전자소자를 제작한 뒤 형태변형을 제어하는 방법은 성능이나 해상도가 저하되지 않을 뿐더러 기존 반도체 공정장비를 대부분 사용할 수 있는 장점이 있다.

□ 고흥조 교수는 “이 연구는 2차원 평면에서 개발되는 고성능의 전자소자를 손상 없이 손쉽게 3차원으로 변형할 수 있는 기술을 제시한 것”이라고 연구의 의의를 설명하며, “향후 사면체를 넘어 십이면체, 이십면체 등의 구체와 유사한 형태의 다면체 이미지센서를 연구할 계획이다”라고 후속연구 계획을 밝혔다.

□ 이 연구 성과는 과학기술정보통신부·한국연구재단 기초연구사업 (중견연구)와 광주과학기술원 개발과제(창조적도전과제) 지원으로 수행되었다. 신소재 분야 국제학술지 어드밴스드 머티리얼즈 (**Advanced Materials**) 6월 7일 자 논문으로 게재되었다.

<참고자료> : 1. 주요내용 설명
3. 연구 이야기

2. 그림 설명
4. 연구자 소개

1 주요내용 설명

□ 논문명, 저자정보

논문명	A bezel-less tetrahedral image sensor formed by solvent-assisted plasticization and transformation of an acrylonitrile butadiene styrene framework (아크릴로나이트릴 부타디엔 스타이렌 프레임의 용매 가소화 및 변형을 통해 구성된 베젤리스 사면체 이미지센서)
저자	고홍조 교수(교신저자, 광주과학기술원), 장훈수 박사과정(공동1저자, 광주과학기술원), 김기관 석박사통합과정(공동1저자, 광주과학기술원), 강성현 석사(광주과학기술원), 김영민 석사과정(광주과학기술원), 유정일 박사과정(광주과학기술원), 유성광 석박사통합과정(광주과학기술원), 김건국 연구원(광주과학기술원), 정창수 박사(광주과학기술원)

□ 연구의 주요내용

1. 연구의 필요성

- 전방향 카메라는 차세대 영상산업에서 중요한 요소이다. 출시된 전방향 카메라는 평면 이미지센서 모듈을 베젤을 다각도로 부착시키는 방법을 사용하나, 베젤과 모듈간의 연결을 위한 배선의 존재는 광학적으로 맹점에 해당하여 효과적인 이미지를 얻는데 방해가 된다. 상업화된 제품은 맹점을 제거하기 위해 어안렌즈와 같은 초광각렌즈를 사용해 화각을 보완하나, 이는 수차, 이미지의 왜곡 및 해상도의 균일성 문제를 유발한다.
- 베젤이 없이 전방향 촬영이 가능한 이미지센서를 구현하기 위해서, 입체구조를 가지는 이미지센서를 개발하는 방법이 있다. 3D 프린팅과 같은 직접적 제조 방법의 경우 입체 구조에 여러 소재의 성장, 도포, 식각(etching), 패터닝(patterning)과 같은 공정에서 균일성과 패턴의 해상도에 제약이 있어 상용화 수준의 이미지센서를 만들기 힘들다. 반면, 반도체 공정을 통해 박막형 플렉시블 전자소자를 제작한 후 이를 입체구조로 변형시키는 방법은 기존에 개발된 반도체 공정 장비를 대부분 사용할 수 있다는 장점을 갖기 때문에 상용화 수준의 입체 이미지센서의 개발이 가능하다.

- 플렉시블 전자소자의 입체변형과정에서 가장 중요한 이슈는 형태변형을 제어하는 변형기술과 변형 시 전자소자의 생존율이다. 초박막 기반의 플렉시블 전자소자는 매우 유연하여, 그 자체로는 입체구조로 변형을 제어하기 어렵고, 변형 후 형태 유지도 힘들다. 따라서 플렉시블 전자소자의 변형을 적절하게 제어하기 위한 공정 개발이 필수적이다.

2. 연구내용

- 이 연구에서는 아크릴로나이트릴 부타디엔 스타이렌(ABS, Acrylonitrile butadiene styrene) 공중합체의 프레임을 제작하고, 아세톤(acetone) 증기로 가소화(plasticization)*시켜 박막형 전자소자를 접합 및 선택적으로 쉽게 형태 변형을 할 수 있는 방법을 개발하였다. ABS 프레임은 아세톤 증기에 충분히 노출시킬 경우, 영률(Young's modulus)이 대략 1/1000 수준으로 감소하고 변형 시 고분자 사슬들의 유동성이 높아 박막형 전자소자 층에 응력을 현저히 감소시켜, 결과적으로 소자의 생존율을 높일 수 있다. ABS 프레임에 잔존하는 아세톤은 쉽게 공기 증으로 증발시킬 수 있어 원래의 딱딱한 프레임으로 복원시켜 변형 후 최종 형태를 유지시킬 수 있다.

* 가소화 : 플라스틱 소재에 가소제 또는 열을 가해 유연성을 부여하는 방법

- 일반적으로 소자를 물리적 변형으로부터 보호하기 위해 양면을 보호층으로 코팅하여 소자를 기계적 중립면(neutral mechanical plane)*에 위치시키는 방법을 이용하나, 이 방법을 통해 전자소자의 양면에 별도의 보호층을 구성하지 않아도 소자를 보호할 수 있어, 전자소자 디자인에 상당한 자유도를 준다.

* 기계적 중립면 : 휘어지는 사물의 한쪽 면은 인장응력을, 다른 면은 압축응력을 받게 되는데 이 둘의 접면에서 응력이 0이 되는 면

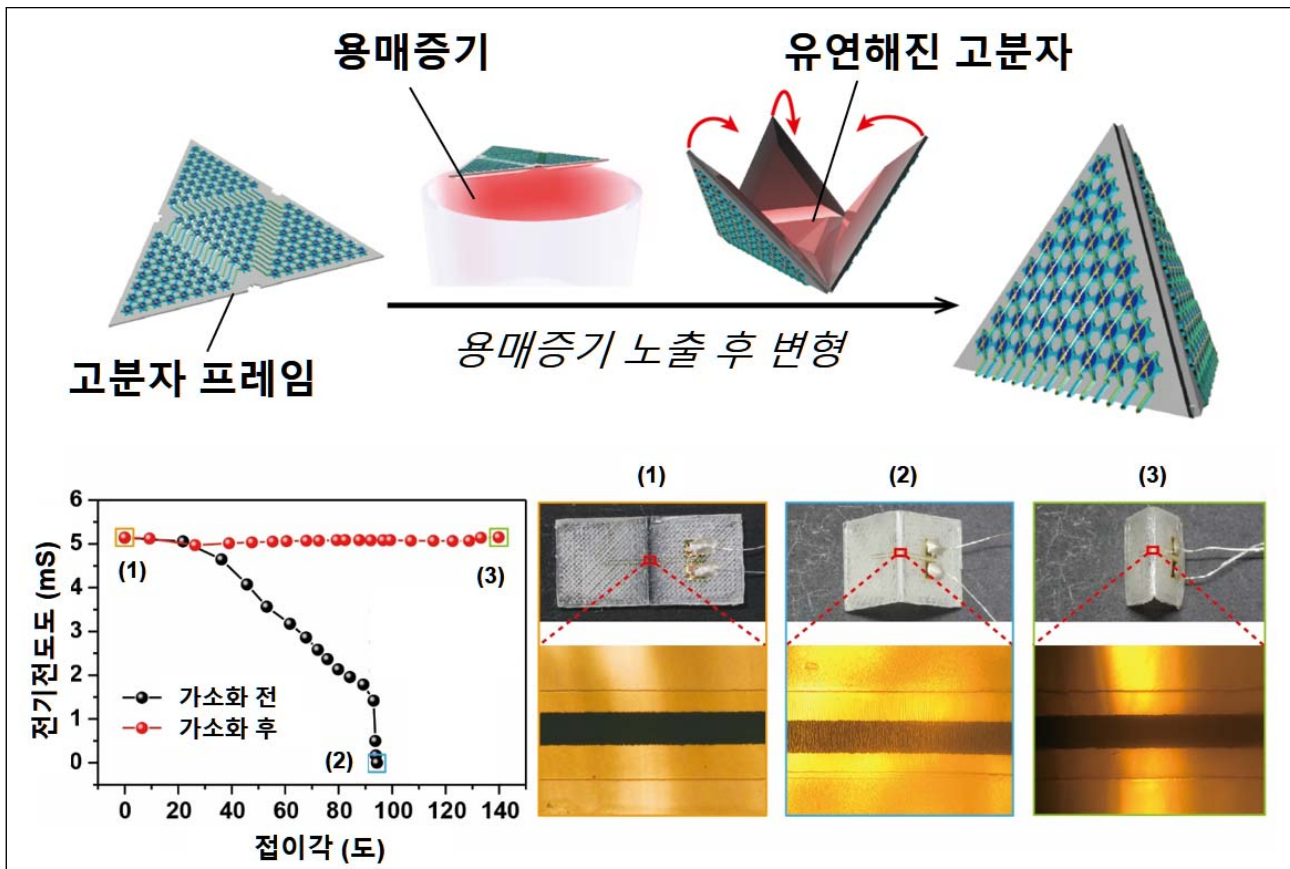
- 연구팀은 점소성(viscoplastic)* 모델을 기초로 한 시뮬레이션을 통해 가소화된 프레임의 유동성이 소자에 가해지는 스트레스를 현저히 감소시켜 변형으로부터 전극을 보호하는 것을 확인하였다. 이는 전극이 기계적 중립면에 위치하지 않고 프레임의 표면에 위치하더라도 변형시 전극의 전기적 특성을 유지할 수 있음을 의미한다. 이 방법을 통해 99.3%의 픽셀 수율을 갖는 사면체 이미지센서를 개발하고 이미지 촬영을 통해 베젤리스 전방향 이미지센서를 성공적으로 구현하였다.

* 점소성 : 점성과 소성의 특성을 동시에 보이는 물성

3. 연구성과/기대효과

- 이 연구에서 개발한 용매가소화 공정을 통한 입체변형제어 기술은 전개도 형태의 소자로부터 출발하기 때문에, 평면 공정의 이점을 최대한 유지하면서 입체 전자소자의 개발을 가능하게 한다. 이 기술은 모든 플렉시블 박막형 전자소자에 적용 가능하기 때문에 헬스케어 센서, 디스플레이, 태양전지 등 다양한 분야에 응용 가능하다.
- 특히, 이 방법을 통해 베젤이 없는 전방향카메라의 개발이 가능해져, 다방향으로 배열된 이미지센서의 개발이 가능하게 되었다. 다방향으로 배열된 이미지센서는 어안렌즈와 같은 초광각 렌즈 없이도 전방향 촬영이 가능해, 촬영 시 이미지왜곡 및 해상도의 비균일성을 최소화 시키는 것이 가능하다. 또한 베젤을 없애는 것이 가능하므로 초소형 전방향 카메라의 개발도 가능할 것으로 생각된다.

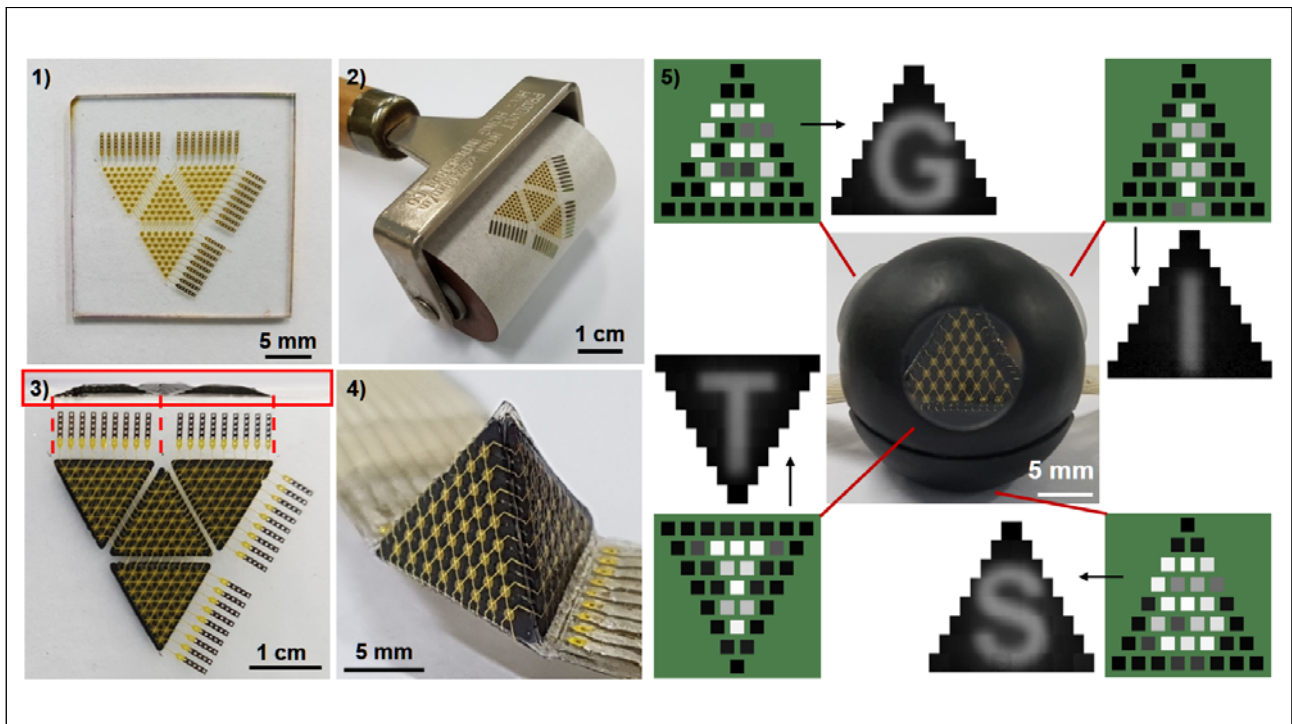
2 그림 설명



(그림1) 용매증기 가소화 공정도 및 가소화의 전극보호 효과

상) 이 연구에서 개발한 고분자 프레임의 용매가소화 공정도

하) 가소화 없이 구부린 프레임 위의 전극은 파열이 발생하여 전기전도도를 잃어버리는 반면 가소화한 프레임 위의 전극은 140°이상 구부려도 파열이 없는 것을 확인한 그래프와 광학현미경 사진



(그림2) 플렉시블 전자소자의 입체변형 및 베젤리스 사면체 이미지센서의 전방향 이미지촬영

- 1) 플렉시블 이미지센서의 사진
- 2-3) 수용성테이프를 통해 고분자프레임에 이미지센서를 전사 인쇄하는 사진
- 4) 용매증기가소화공정을 통해 구현한 사면체 이미지센서의 사진
- 5) 사면체 이미지센서를 통해 전방향 이미지를 촬영한 사진 (화살표는 100장의 촬영이미지를 합쳐 선명하게 만든 사진을 나타냄)

3 연구 이야기

□ 연구를 시작한 계기나 배경은?

플렉시블 전자소자는 기존에 평면에서 벗어나 새로운 가능성을 지닌 차세대 전자소자로서 많은 연구가 진행되고 있는데, 대부분의 연구는 플렉시블 전자소자를 개발하는 방법에 초점이 맞추어져 있다. 우리 연구실에서는 플렉시블 전자소자를 이용하면 기존의 평면전자소자가 해결할 수 없는 문제들을 해결할 수 있을 것이라 보았고, 특히 다방향성을 지니는 광센서가 평면 광센서에 비해 광학적 이점을 지닐 것이라는 생각을 갖고 입체 이미지센서를 개발하게 되었다.

□ 연구하면서 어려웠던 점이나 장애요소는 무엇인지? 어떻게 극복(해결)하였는지?

고분자 프레임의 가소화에 따른 전자소자의 응력분포를 알아내기 위해서는 시뮬레이션을 통해야 하는데, 아직까지 시도한 사례를 발견하지 못했다. 이를 해결하기 위해서 가소화 정도에 따른 고분자의 인장실험을 통해, 탄성 및 소성 변형 영역에서의 항복점, 영률, 경화계수를 모두 파악하고 시뮬레이션 분석을 해야 했다. 사면체 이미지센서는 기존에 존재하지 않는 플랫폼이기 때문에, 이를 실제로 구동하기 위한 배선연결, 구동프로그램, 광학실험도구 등을 구현하는 것이 어려웠다.

□ 이번 성과, 무엇이 다른가?

광학소자의 경우 표면에 배치되어 있어야 광손실을 최소화 할 수 있다. 하지만 일반적으로 기판이 변형될 때, 표면은 높은 장력을 받게 되어, 표면에 전자소자가 배열될 시 생존률이 급격하게 떨어지게 문제가 생긴다. 이 연구에서 개발한 용매증기 가소화 공정을 이용하면 영률이 현저히 낮아짐과 동시에 유동성이 생겨 전자소자에 생기는 응력을 현저히 완화시킬 수 있다. 이런 효과로 인해 플렉시블 전자소자가 기판의 어느 위치에도 자유롭게 배치되어도 변형시 전자소자의 성능을 유지시킬 수 있다.

□ 실용화된다면 어떻게 활용될 수 있나? 실용화를 위한 과제는?

현재 이 연구해서 개발한 공정기술의 국내특허출원을 완료하였으며, 해외특허출원도 진행 중에 있다. 이를 통해 원천기술을 확보하면 이로부터 실용화를 위한 정부 또는 기업 과제를 추진하여 실용화 가능성을 모색해 볼 계획이다.

□ 꼭 이루고 싶은 목표나 후속 연구계획은?

현재 후속연구로 다면체 이미지센서를 개발하는 작업을 진행하고 있다. 또한 용매증기가소화 방법 뿐 만 아니라 다양한 방법을 통해 기판을 유연하게 만들고 이로부터 전자소자를 보호하는 효과에 대한 심층적인 분석을 진행하고 있다.

4 연구자 소개

<고흥조 교수, 교신저자>



1. 인적사항

- 소 속 : 광주과학기술원 신소재공학부
- 전 화 : 062-715-2310
- e-mail : heungcho@gist.ac.kr

2. 학력

- 1999 ~ 2003 박사, 서강대학교 화학과
- 1996 ~ 1998 석사, 서강대학교 화학과
- 1988 ~ 1996 학사, 서강대학교 화학과

3. 경력사항

- 1998 ~ 1999 한국과학기술연구원(KIST), Facilitated Transport Membranes Center (위촉연구원)
- 2003 ~ 2004 서강대학교 화학과, 박사 후 연구원
- 2004 ~ 2009 University of Illinois at Urbana Champaign(UIUC), 재료공학과, 박사 후 연구원 (advisor: Professor John A. Rogers)
- 2009 ~ 2013 광주과학기술원 신소재공학부 조교수
- 2013 ~ 현재 광주과학기술원 신소재공학부 부교수

4. 전문분야 정보

- 플렉시블 전기전자 소재 및 소자
- Nature 표지논문 1편 외 50편

5. 연구지원 정보

- 2018 ~ 현재 과학기술정보통신부·한국연구재단 기초연구사업(중견연구자)
- 2017 ~ 현재 광주과학기술원 GIST개발과제
- 2013 ~ 2016 과학기술정보통신부·한국연구재단 기초연구사업(중견연구자)

<장훈수 박사과정, 공동1저자>



1. 인적사항

- 소 속 : 광주과학기술원 신소재공학부
- 전 화 : 062-715-3218
- e-mail : hsjang@gist.ac.kr

2. 학력

- 2000 ~ 2008 한양대학교 학사 (재료공학)
- 2008 ~ 2010 광주과학기술원 석사 (신소재공학)
- 2010 ~ 현재 광주과학기술원 박사과정 (신소재공학)

3. 전문분야 정보

- 신소재공학 (유연소자 역학 해석, 고분자 물성, 수열합성)

<김기관 석박사통합과정, 공동1저자>



1. 인적사항

- 소 속 : 광주과학기술원 신소재공학부
- 전 화 : 062-715-3218
- e-mail : ggkim@gist.ac.kr

2. 학력

- 2006 ~ 2010 전북대학교 학사 (물리학과)
- 2010 ~ 현재 광주과학기술원 석박사통합과정 (신소재공학)

3. 전문분야 정보

- 반도체공학 (실리콘 기반 플렉시블 이미지센서 개발)