



# 형태 가변 고분자 촉각 소재의 제조방법

2021. 09. 14.(화)

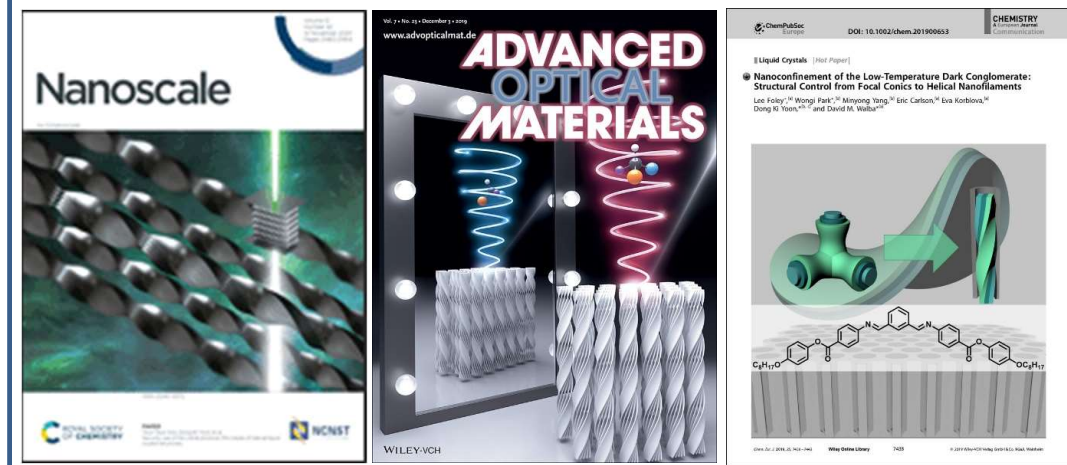
화학과 윤동기 교수

# 연구실 소개 – 연성 재료 조립 연구실

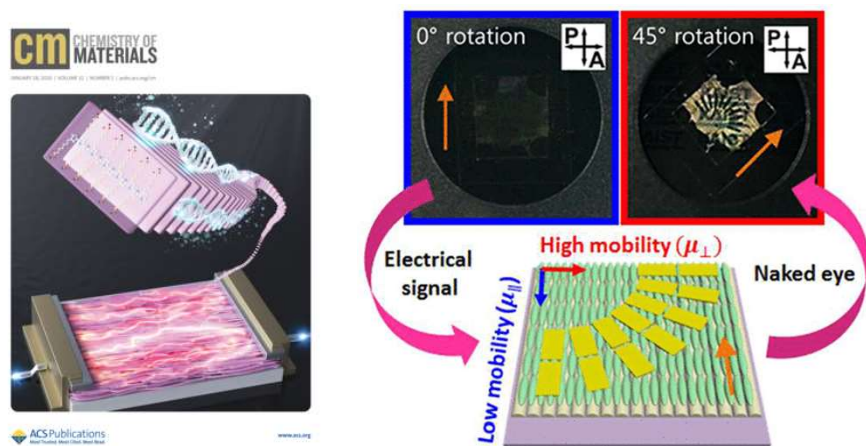
## Nano- and microfabrication



## Chiral nanostructures



## LC-based organic electronics



## Biomaterial fabrication



## Contents

1. 기술 배경 및 종래 기술의 문제점
2. 본 발명의 특징
3. 관련 논문 및 특허



# 1. 기술 배경 및 종래기술의 문제점

2021 KAIST 기술이전 설명회 기술 제안

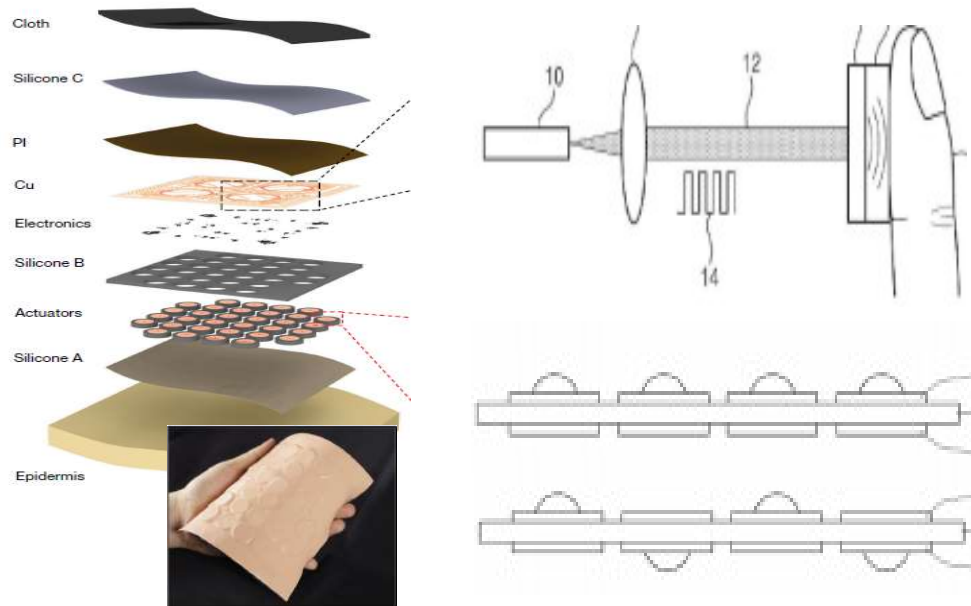


- 시각적인 디자인 뿐만 아니라, 소비자에게 색다른 느낌을 주는 요소로 촉감이 중요한 역할을 함
- 더 나아가 능동 촉각 소재가 개발이 된다면 가상 현실의 발전, 촉감 원격 통신, 촉감 재활 치료, 가변형 점자 패드 등이 가능하게 될 것임
- 피부를 자극하는 질감을 미세하게 능동적으로 표현하는 것은 나노미터 수준의 구조 변화가 요구되어 매우 어려운 일로 여겨지고 있음.

# 1. 종래기술의 문제점

2021 KAIST 기술이전 설명회 기술 제안

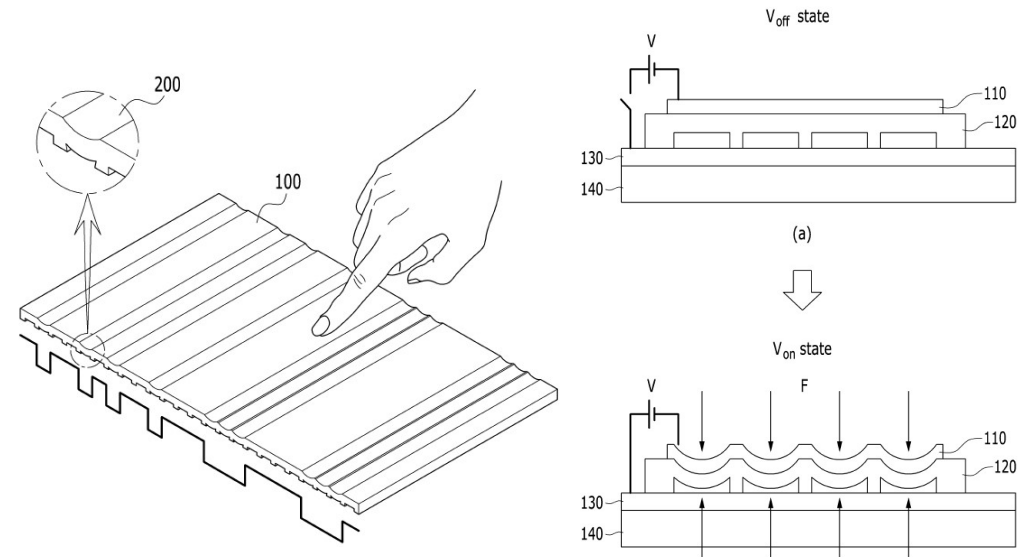
## 역감 인터페이스



-현재 많은 연구와 특허들은 주로 근육을 자극하는 역감 (kinesthesia) 제시 장치가 주를 이룸.

-이러한 연구들이 채택하는 진동이나 큰 규모의 구조 변화로는 질감을 표현할 수 없음.

## 질감제시장치 특허



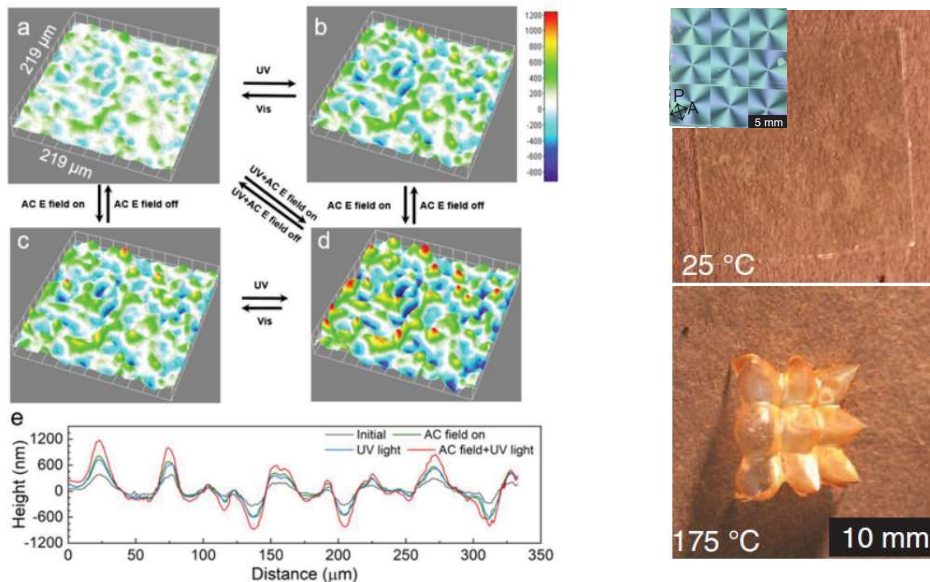
-현재 공개된 질감 제시를 위한 특허는 1차원적인 주름과 같은 비교적 간단한 형태만을 조절하고 구현할 수 있음.

-더 생동감 있는 질감의 표현을 위해선 복잡한 모양의 정교한 질감도 표현할 수 있어야함.

# 1. 종래기술의 문제점

2021 KAIST 기술이전 설명회 기술 제안

## 미세 표면 능동 변화 연구



-복잡한 미세 표면 능동 변화를 하는 연구들의 여러 기법은 불규칙적인 거칠기만 변화시킬 수 있음.

-우측의 광배향막 기술은 하나의 패턴을 위한 각각의 마스크를 제작 해야 하기 때문에 범용성이 떨어짐

## 차세대 능동 촉각 소재

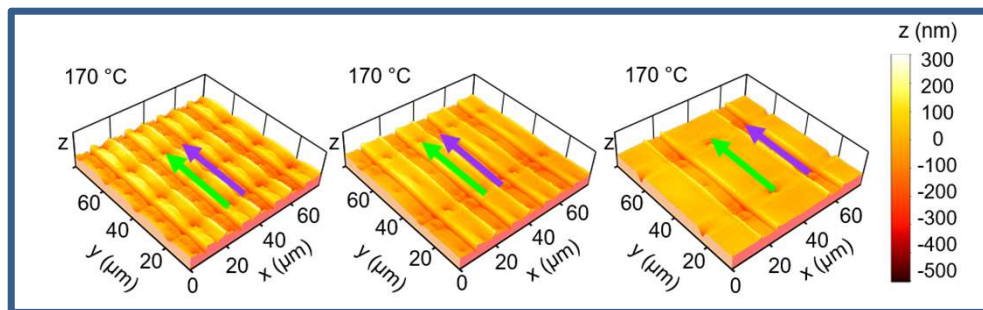
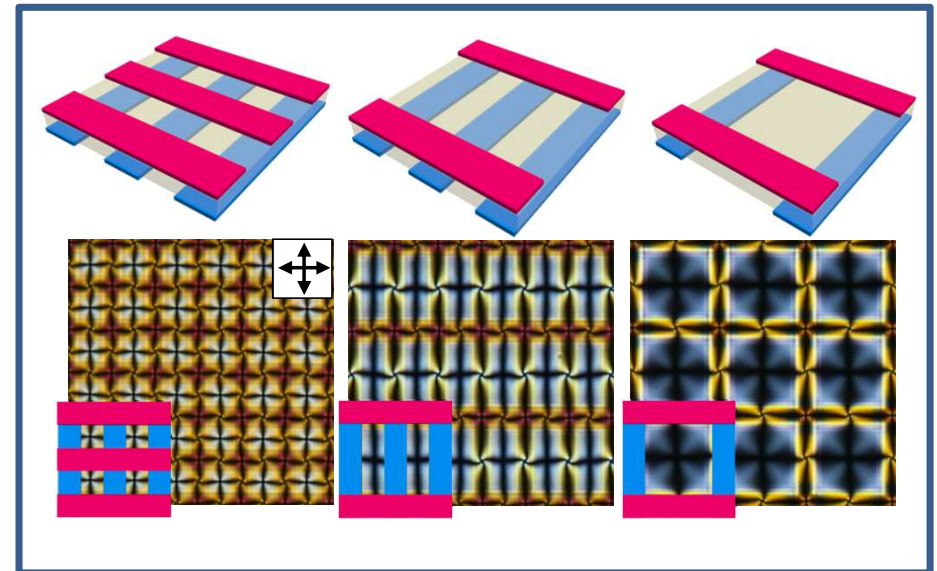
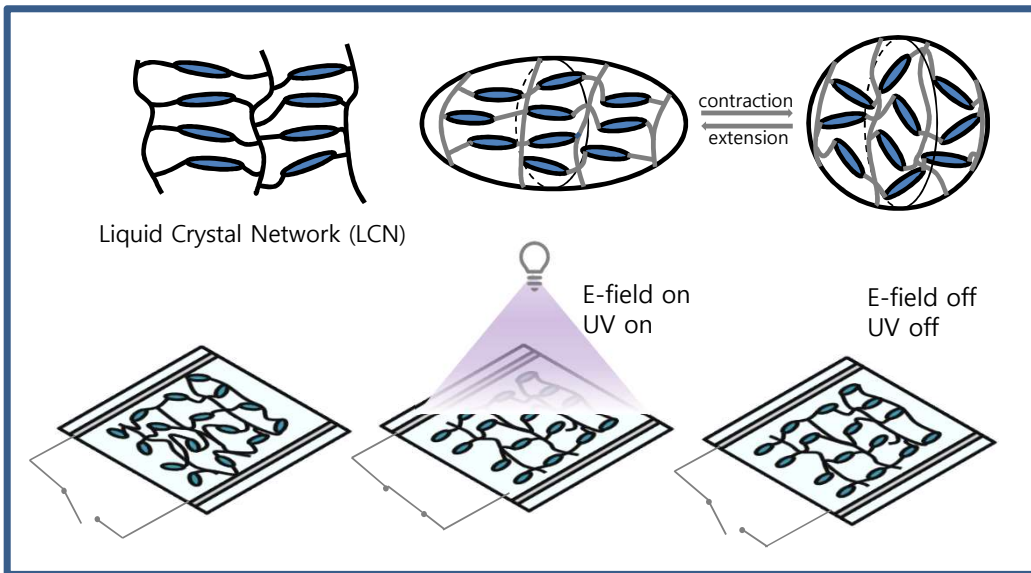


1. 외부 자극에 의해 원하는 때에 형태 변형 가능
2. Nano 수준의 변형을 programming 가능
3. 높은 화학적, 열적, 기계적 안정성
4. Wearable device에 응용될 만한 소재

## 2. 본 발명의 특징

2021 KAIST 기술이전 설명회 기술 제안

### 특징



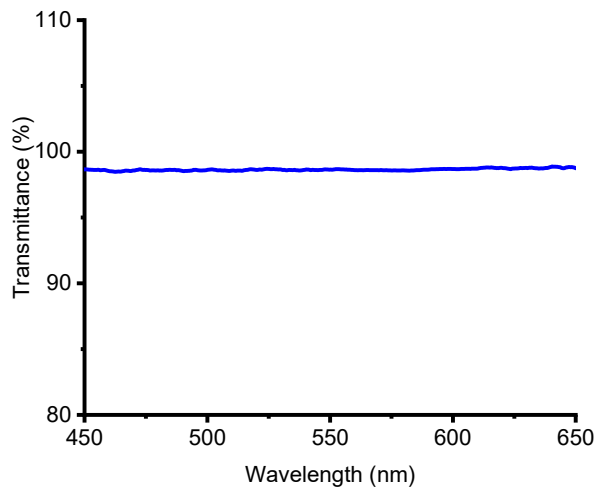
-본 발명에서는 액정 고분자의 미세 패터닝을 위해 전극 셀들을 디자인하고 이를 통해 완성된 박막의 표면 변화가 능동적으로 수백 나노미터 수준에서 가능하다는 것을 확인하였음.



## 2. 본 발명의 특징

2021 KAIST 기술이전 설명회 기술 제안

### 특징



-본 발명의 필름은 가시광선 영역에서 **98% 이상의 투명도**를 보임



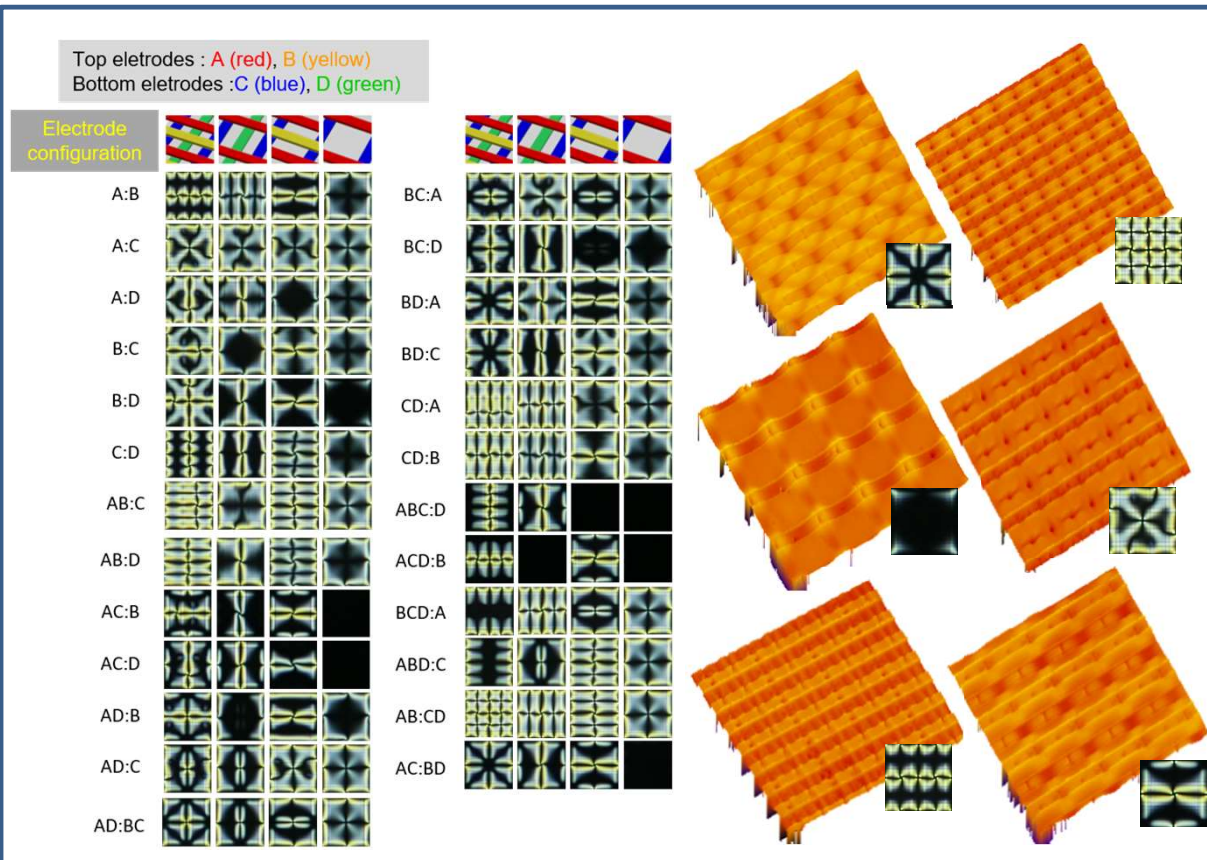
-디바이스 고유의 시각적 디자인을 해치지 않고 다양하게 자유로운 코팅 가능



## 2. 본 발명의 특징

2021 KAIST 기술이전 설명회 기술 제안

### 특징



-한 가지의 전극 셀에서 인가해주는 전기장의 종류만 바꿔주더라도 수십가지의 패턴이 구현 가능함.

-이러한 표면 변화들은 규칙적이고 복잡한 구조들의 미세조절이 가능.

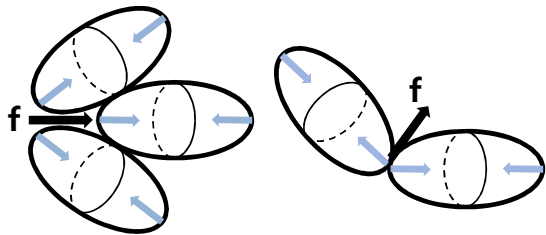
-또한 여러가지 패턴을 만드는 데 있어서 각각의 마스크를 제작할 필요가 없다는 것은 종래 기술들과 큰 차이점임.

## 2. 본 발명의 특징

2021 KAIST 기술이전 설명회 기술 제안

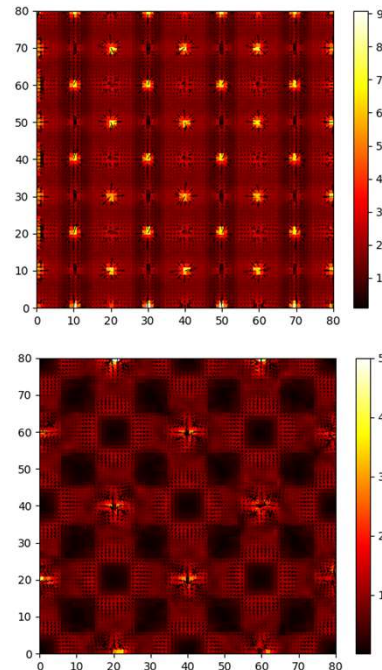
### 특징

Activation Force Density ( $\mathbf{f}$ )

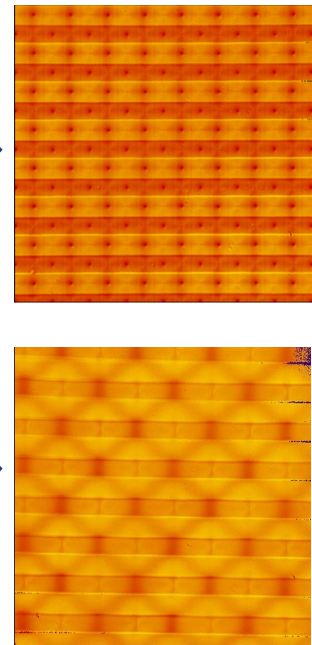


$$\mathbf{f} = \alpha(\hat{\mathbf{n}}\text{div}\hat{\mathbf{n}} - \hat{\mathbf{n}} \times \text{curl}\hat{\mathbf{n}})$$

<Simulation>



<experiment>



-이러한 각각의 표면 변형들은 모두 activation force density 시뮬레이션을 통해서 계산 및 예측이 가능함.

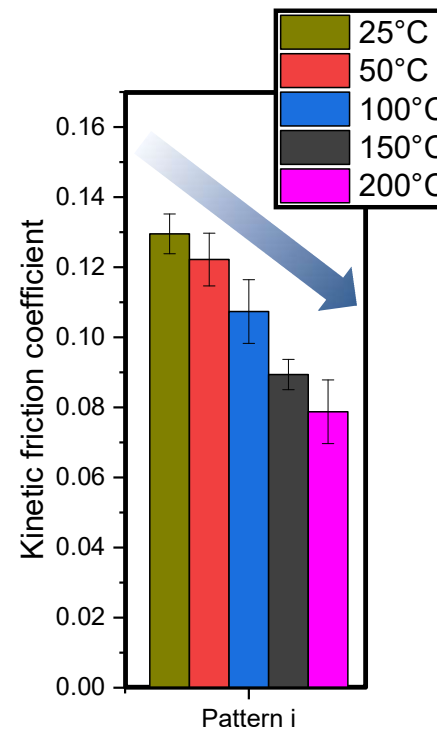
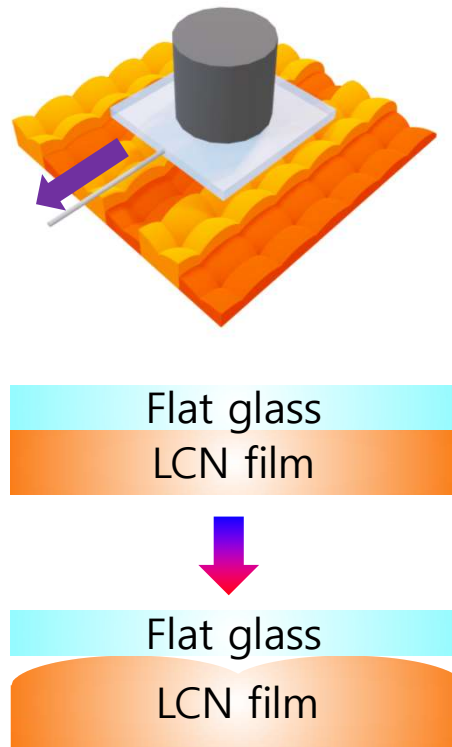
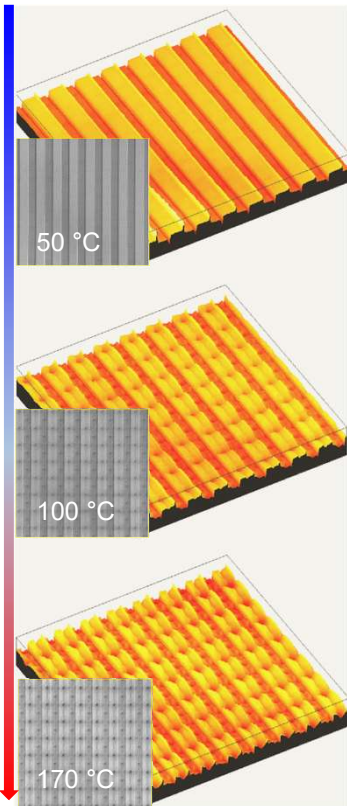
-종래 연구들의 불규칙적인 표면 변화들은 정확한 예측이 힘들어 맞춤형 질감을 디자인함에 한계가 있음.

-반면, 본 발명은 원하는 질감 표현과 미세 표면구조의 관계를 체계적으로 연구를 할 수 있음.

## 2. 본 발명의 특징

2021 KAIST 기술이전 설명회 기술 제안

### 효과



-가해주는 자극(ex. 온도)에 따라서 마찰계수가 40% 내외로 변화하는 것을 확인하였음. 특정 패턴에서는 **60%까지도 감소함.**

-이를 통해 원하는 질감을 특정 신호에 의해서 능동적으로 구현해낼 수 있을 것이라 기대함.

-따라서 본 발명이 능동 촉각 인터페이스의 핵심 제작 방법으로 자리 잡을 것으로 기대함.



## 2. 본 발명의 특징

2021 KAIST 기술이전 설명회 기술 제안

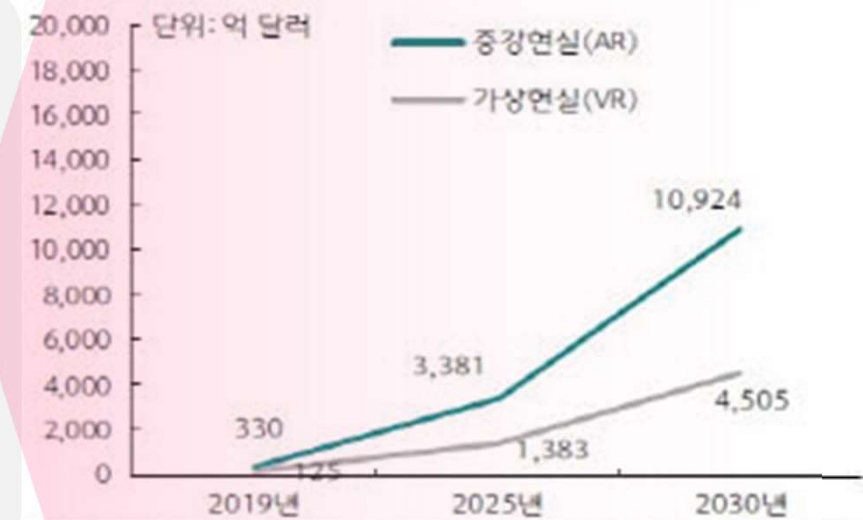
### 산업분야 및 시장규모



Haptic Interface Market 2019 Global Analysis, Industry Size, Share Leaders, Current Status by Major Key vendors and Trends by Forecast to 2023  
출처 : <http://www.digitaljournal.com/pr/4129523?noredir=1>

촉각소재 기반  
고차원의 차세대  
메타버스 개발

그림2 | 메타버스 시장 전망(AR 및 VR)



자료 : PwC, 아나금융경영연구소

- 촉각 소재와 AR 및 VR의 메타버스 시장은 현재 빠르게 증가하고 있고, 미래에 더 커질 예정임.
- 따라서 시각과 청각 제시장치를 넘어선 고차원의 메타버스 인터페이스의 개발은 필수적일 것이고, 본 발명은 차세대 메타버스를 위한 촉각 제시장치의 핵심기술로 자리잡을 것임.

## 2. 본 발명의 특징

2021 KAIST 기술이전 설명회 기술 제안

### 사업화 방안



1. 2022년까지의 기초 연구를 마무리.
2. 2025년까지 기존 여러 제품에 능동 촉각 인터페이스를 첨가시켜 소비자들에게 차별화된 경험을 제공하는 핵심 기술로 주목  
-> 증가하는 촉각 소재 시장 추이에 따라 5조원 이상의 수익을 낼 것이라 기대
3. 2030년까지 차세대 고차원 메타버스를 위한 필수 기술로 발전  
-> 메타버스의 시장 규모 예상치에 따라 20조원 이상의 수익을 낼 것이라 기대

### 3. 관련 논문 및 특허 현황

2021 KAIST 기술이전 설명회 기술 제안

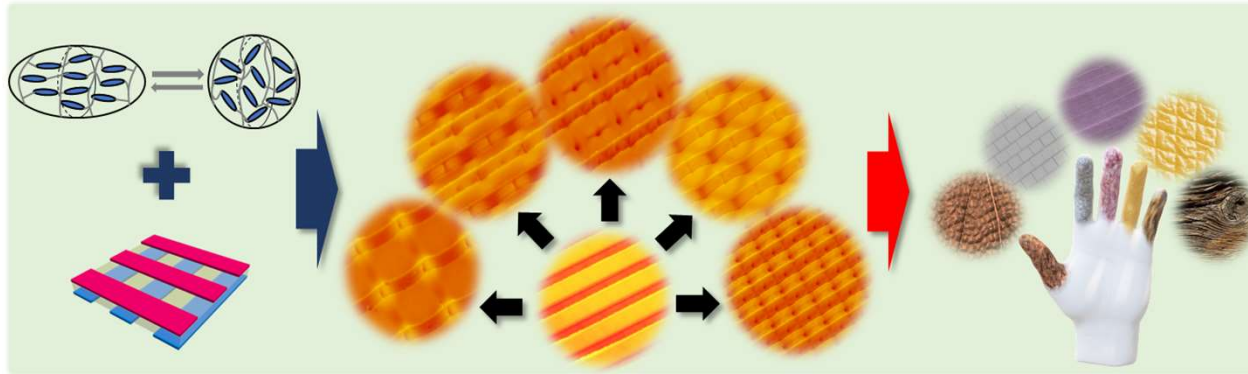
#### 관련 논문

No.	논문지	게재일	명칭
1	<i>ACS Applied Materials &amp; Interfaces</i>	2021/07/26	Programmable Liquid Crystal Defect Arrays via Electric Field Modulation for Mechanically Functional Liquid Crystal Networks
2			

#### 관련 특허

No.	국가	출원 번호	명칭
1	대한민국	10-2020-0110959	전기장 기법을 이용한 형태 가변형 마이크로 패턴화 고분자 촉각 소재 기술 개발
2	PCT	PCT/IB2021/054499	전기장 기법을 이용한 형태 가변형 마이크로 패턴화 고분자 촉각 소재 기술 개발
3	대한민국(우선권)	출원예정	전기장 기법을 이용한 형태 가변형 마이크로 패턴화 고분자 촉각 소재 기술 개발
4	미국	출원예정	Method of Preparing Shape-Variable Micropatterned Polymer Tactile Material Using Electric Field Application
5	일본	출원예정	Method of Preparing Shape-Variable Micropatterned Polymer Tactile Material Using Electric Field Application





1. 외부 자극에 의해 원하는 때에 형태 변형 가능

2. Nano 수준의 변형을 programming 가능

3. 높은 화학적, 열적, 기계적 안정성

4. Wearable device에 응용될 만한 소재

- 본 발명의 기술은 단 하나의 전극 셀당 수십개가 넘는 규칙적이고 복잡한 미세 표면 패터닝이 가능하며 나노미터 수준의 깊이 및 표면의 거칠기의 조절은 특정 신호에 의해 능동적으로 ON/OFF 및 조절이 가능함
- 투명한 고분자 기반 소재이기 때문에 코팅의 자유도가 높음
- 각각의 구조 변화양상은 시뮬레이션을 통해 계산과 예측이 가능하므로 표면 구조와 마찰력 및 질감과의 관계에 대한 연구 및 개발을 체계적으로 수행할 수 있음
- 본 발명은 최근 각광받는 메타버스와 촉감 인터페이스 시장의 시너지로 2030년까지 약 20조원 규모의 시장에 중요한 역할을 할 것으로 기대됨.

### 3. 공동 발명자



Ra You

Samsung Electronics (2020~)  
Integrated M.S.&Ph.D in Department of Chemistry,  
KAIST (2020)  
B.S. in Fine Chemical Engineering, Chungnam  
national University(2014)

Email: youra0609@kaist.ac.kr



Changjae Lee

M.S. Candidate, KAIST (2020~)  
B.S. Chemistry, Hanyang University (2020)

Email: zzajae2@kaist.ac.kr



# THANK YOU

**KAIST**

**KAIST ITVC**  
KAIST INSTITUTE OF TECHNOLOGY VALUE CREATION