

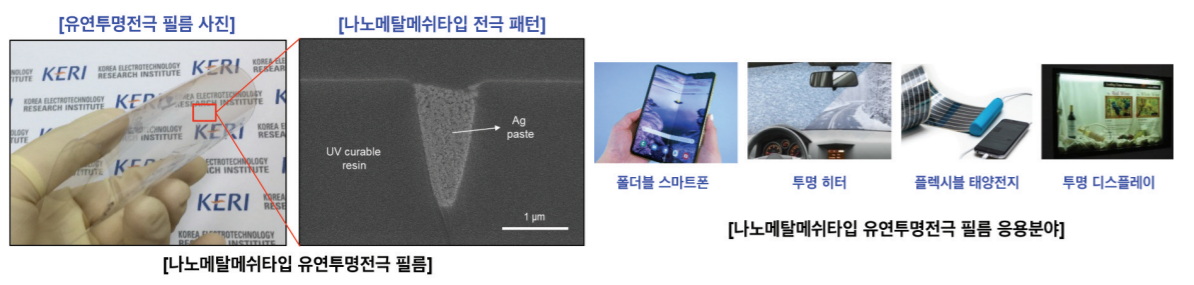
# 092 나노메탈메쉬기반 유연투명전극기술

나노융합연구센터 | 정성일

○ 본 기술은 금속 전극을 나노메쉬 형태로 패터닝하여 높은 광투과율을 가지면서도 금속 자체의 높은 전도도를 그대로 유지할 수 있는 유연투명전극 필름을 제조하는 기술임. 이는 현재 거의 전량을 일본에서 수입하고 있는 고품질 ITO (Indium Tin Oxide) 필름과 같은 금속 산화물 투명 전극을 대체할 수 있는 재료로서, 폴더블 스마트폰, 플렉시블 태양전지, 투명 히터, 투명 디스플레이 등 다양한 분야에 활용이 가능함.

## 기술개념 및 구성

- 기술개념
  - ▶ 본 기술은 금속 전극을 나노메쉬 형태로 패터닝하여 높은 광투과율을 가지면서도 금속 자체의 높은 전도도를 그대로 유지할 수 있는 유연투명전극필름을 제조하는 기술임.
- 기술의 구성도
  - ▶ 나노 금형 및 자외선 경화 수지를 이용하여 음각 형태의 트렌치 패턴을 제작한 후, 트렌치 내부에 금속 재료를 충전하는 방법으로 투명 전극 필름을 제작



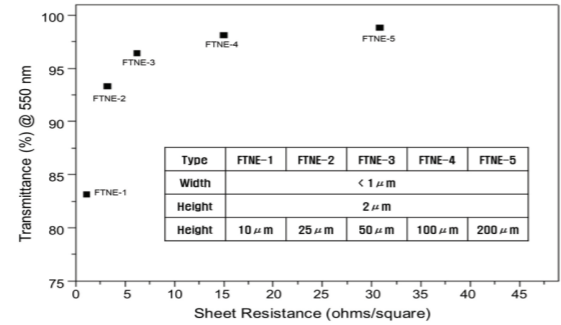
## 1. 기술 개요

- 기술개발의 필요성
  - ▶ 현재 투명전극 재료로 가장 널리 사용되는 물질은 ITO (Indium Tin Oxide)와 같은 금속 산화물인데, 해당 재료는 아래와 같은 기술적인 한계를 가지고 있음.
    - 금속 산화물 특성 상, 취성이 강해 폴더블 스마트폰과 같은 유연 디스플레이 제품에 적용하는데 어려움이 있음.
    - 금속 산화물의 경우, 금속 재료 대비 상대적으로 높은 면저항 때문에 대면적을 갖는 디스플레이 제품에는 적용이 불가함.
  - ▶ 대면적 터치 스크린 제품의 경우, 마이크로 크기를 갖는 메탈 메쉬 타입의 투명 전극 필름이 널리 활용되고 있으나, 투명 디스플레이와 같은 고해상도 제품의 경우, 나노 크기를 갖는 메탈 메쉬 타입의 투명 전극 필름이 필요하며, 이러한 나노메탈메쉬 기반의 투명전극 기술은 최근에 각광을 받고 있는 폴더블 스마트폰에도 적용이 가능함.

## 2. 기술 내용

- 기술의 특징
  - ▶ 기술의 특징점
    - 메쉬 패턴의 선포 및 간격 변화를 통해 투명전극 필름의 광투과율 및 면저항을 자유롭게 조절 가능
    - 음각 형태의 트렌치 내부에 금속 재료가 충전되는 구조로 제작되어, 일반적인 양각 형태의 투명전극에 비해 플렉시블 특성이 좋음.
    - 나노 패턴으로 구성된 전극 패턴이 사람의 눈으로는 식별이 불가능해 고해상도를 요구하는 스마트폰 및 투명 디스플레이에 적합.
    - ITO나 Ag Nanowire에 비해 동일 광투과율에서 낮은 면저항값 구현이 가능하기 때문에 대면적 제품으로의 적용에 유리함.

### ▶ 기술의 상세 규격



### ■ 경쟁기술과 차별성

▶ 국내외 유사·경쟁 기술 현황

- Ag Paste based Nano Metal Mesh

구분	기술명	기술 내용
국내	기술명	Sputtered Cu based Micro Metal Mesh
	기술 내용	진공 증착 및 습식 식각 기반 메탈 메쉬 제작 기술 (선포 한계: 3μ m)
국외	기술명	Ag Paste based Micro Metal Mesh
	기술 내용	일반적인 포토리소그래피 공정 기반 마이크로 크기를 갖는 투명 전극 필름 제작 공정 (선포 한계: 3μ m)
국외	기술명	Plasma Etching based Nano Metal Mesh
	기술 내용	증착 및 플라즈마 식각 공정을 이용한 나노 메쉬 제작 기술

### ▶ 경쟁 기술 대비 우수성

경쟁기술	본 기술의 우수성
Micro Metal Mesh	• 본 기술에서 제작된 Ag paste based Nano Metal Mesh의 경우, 전극 패턴이 육안으로 식별이 불가하여 고해상도 디스플레이 제품에 적용 가능
PE based Nano Metal Mesh	• 플라즈마 식각 장비와 같은 진공 장비없이 용액 공정으로만 대면적 Nano Metal Mesh이 제작이 가능하여 가격 경쟁력이 높음.

## 3. 기술의 시장성

### ■ 기술 응용분야 및 제품

- 터치스크린 시장 - 스마트폰 및 디스플레이
- 배터리 - 플렉시블 배터리

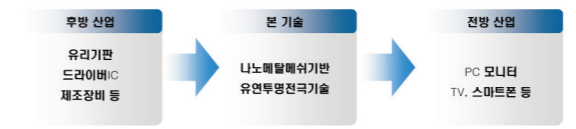


### ■ 시장이슈

- 터치스크린의 핵심소재인 ITO 필름에서 벗어나기 위해 사용하였던 메탈 메쉬 및 나노 등의 다양한 터치스크린 소재에 대해, 최근의 플렉시블 트렌드에 있어 기기의 슬림화 및 내구성향상을 위한 부품 기술 발전에 관련 기업들이 관심을 기울이고 있는 상황
- 기존의 디스플레이뿐만 아닌, 폴더블 폰과 투명 디스플레이를 이용한 다양한 제품 확장 등의 시장 확대가 이루어지면서 나노메탈메쉬 기술을 이용하는 산업군이 확대될 것으로 전망됨
- 메탈메쉬, 은나노와이어 등의 국가핵심산업의 중심 기술에 대해 소재부품 기술개발사업 등의 기술지원사업을 바탕으로 지원이 이루어지는 상태

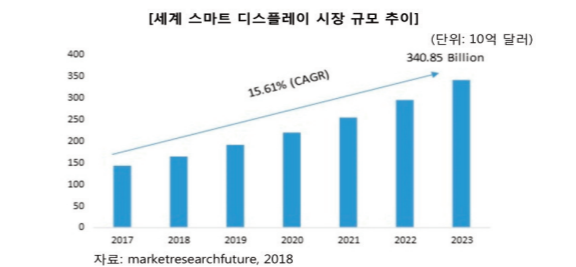
### ■ Supply chain

- 나노메탈메쉬기반의 투명전극기술은 투명 디스플레이와 더불어 고해상도 스마트폰, 폴더블 스마트폰, 투명디스플레이를 바탕으로 한 전자기기 제품들에 공급될 수 있음



### ■ 수요전망

- 글로벌 스마트 디스플레이 시장은 2017년부터 2023년까지 15.61%의 성장률로 1452억 달러 규모에서 3408억 달러 규모로 성장이 전망되고 있음
- 커넥티드 차량에 따른 수요 증가와 구글 홈 허브등에 탑재되는 디스플레이로 하여금 스마트 디스플레이 시장의 확장이 촉진되고 있음



## 4. 주요 연구성과

### ■ 특허 출원 및 등록 현황

구분	특허명	국가	번호	년도
등록	터치 패널용 투명전극 제조 방법	한국	10-1641144	2016
출원	투명유연전극의 제조장치 및 제조방법	한국	10-2015-0123296	2015
출원	배선전극을 가지는 투명전극의 제조방법	한국	10-2015-0123916	2015

### ■ 기술의 완성도

- ▶ TRL 6 수준의 기술완성도 단계 : 터치 패널용 유연투명전극 필름 시제품 제작
- ▶ 개발 기술 범위 : Ag Paste based 나노메탈메쉬기반 유연 투명전극 제작 기술
  - 자외선 기반 대면적 나노 금형 제작 기술
  - 나노 금형을 이용한 나노 트렌치 필름 제작 기술
  - Ag Paste 충전 기술 및 이를 이용한 유연투명전극 제작 기술
  - 유연투명전극 필름 평가 기술
- ▶ 기술개발 완료 시기
  - 2018년 12월 : 터치 패널용 유연투명전극 필름 제작 완료
  - 현재는 다른 분야로의 응용 가능성 확인 중

## 5. 기대 효과

### ■ 기술 도입 효과

- ▶ 경제적 효과
  - 유연투명전극 시장은 2020년에 세계 50억 달러 이상의 시장 규모를 형성할 것으로 예측되고 있으며, 터치 스크린 패널, 조명용 OLED, 유연 태양전지, 스마트 윈도우, 투명 히터 등 다양한 분야에 활용이 가능함.
  - 자외선 기반 대면적 나노 금형 제작 및 용액 공정 기반 유연 투명 전극 제조 기술 개발을 통해 기존의 진공 장비를 사용하여 제작되고 있는 유연투명전극 대비 가격 경쟁력을 확보할 수 있음.

### ■ 기술·산업적 파급 효과

- ▶ 기술적 파급 효과
  - 폴더블 스마트폰, 대면적 고해상도 투명디스플레이와 같이 기존의 제품과 차별화된 제품을 시장에 출시하기 위해서는 신기술과의 융합이 필수적인데, 본 기술은 나노 패턴 제작 기술과의 접목을 통해 새로운 시장을 창출할 수 있음.
  - 해당 기술은 나노 금형 제작 기술, 나노 임프린팅 기술, Ag Paste 충전 기술 등이 융합된 토탈 솔루션으로서, 해당 분야의 기술 선점을 통해 향후 나노 패턴 응용 고기능성 필름 제품으로의 확장성을 가질 수 있음.