The Role of Transparent Conductive Electrodes in Smart Window

김 은 미

한국생산기술연구원
Korea Institute of Industrial Technology

2024. 05. 15.

목차

I. Smart Window 개요

II. Smart Window 동향

III. Smart Window 기술

IV. 연구분야

V. 기관 소개

Smart Window

01. 개 요

스마트 윈도우 필요성

- 제로에너지 건축물 (Zero energy building)
  건축물에 필요한 <u>에너지 부하를 최소화</u> 하고 <u>신에너지 및 재생에너지를 활용</u>하여 에너지 소요량을 최소화 하는 녹색 건축물 (출처 : 녹색건축물 조성지원법 제 2조 4호)

[출처: 한국에너지공단]

[출처: 선랩에너지]

[출처: 불릿센터(미국)]

[출처: 아산중앙도서관]

[출처: 세종특별자치선거관리위원회]

01. 개 요

스마트 윈도우 필요성

국가에너지의 용량 중 건물에너지
선진국: 40%, 국내: 25%

원인

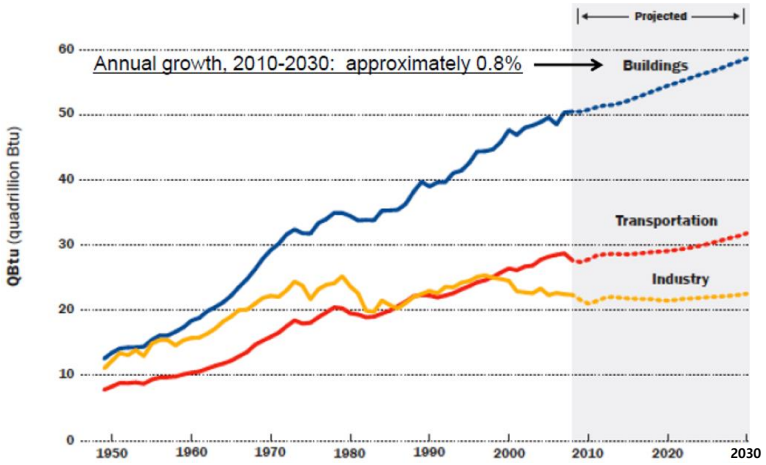
건물 외피면적당 창호 비율 증가
건물의 에너지 성능 향상 ISSUE

대안책

냉난방, 조명, 에너지 소비절약 등
에너지 유입 조절 가능한 스마트윈도우

효과

빌딩 에너지 절약 40% 이상
냉난방시스템 용량 25% 감소
빌딩 관리비 25% 감소



미국 건물의 에너지 소비량

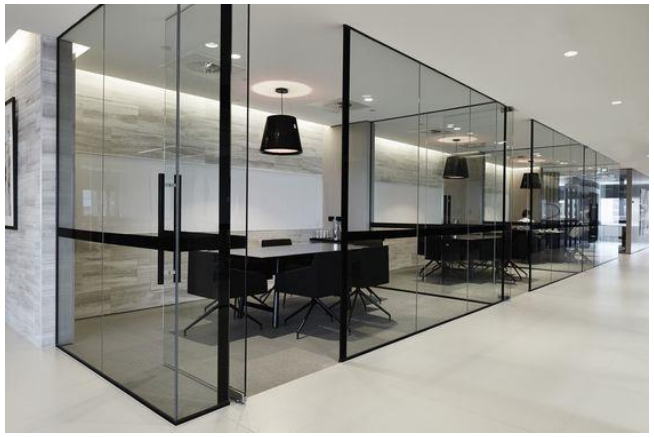
(출처: Research Frontiers, inc)

주택 전력사용량 및 에너지 손실량

01. 개 요

스마트 윈도우 필요성

현대의 건축물 트랜드



통유리 건축물 (가시성 및 채광 우수)

01. 개 요

스마트 윈도우 필요성

통유리 건축물의 현실과 규제

- **유리 외벽은 온실가스 배출 주범! : 열차단 문제, 에너지 효율 저하**
- 강한 반사광(빛 반사 피해), 야생조류 충돌 문제(동물 보호 차원)
- 그린뉴딜 정책의 일환으로 유리 외벽 고층 건물 신축 금지하는 규제 도입 (미국, 뉴욕)
- 기존 유리 건물도 새로운 규제에 따라 리모델링 (2030년부터 100만 달러 벌금 부과)
- 온실가스 배출량 상위권 도시인 뉴욕 규제 시작으로 전 세계적 확산 – 한국 검토 필요성 제기
- 외벽을 전면유리로 시공하는 이른바 '통유리 건축물'은 앞으로 에너지절감을 위해

햇볕을 차단하는 차양막 설치 의무화 ➔ 일사(日射) 조절장치 설치

돌파구

스마트 윈도우

01. 개 요

스마트 윈도우 필요성

에너지를 절약해 주는 창문이 있다? 스마트 윈도우 기술

2020. 8. 26. 12:09

가끔 TV에서 버튼 조작만으로 유리창이 투명해졌다가 불투명해지는 장면을 보신 적이 있으실 텐데요. 이와 같은 윈도우를 '스마트 윈도우'라고 합니다. 주로 전기적인 자극을 주어 햇빛의 투과율을 자유롭게 조절해 에너지를 절약할 수 있도록 해주는 기능을 수행하는데요. 스마트 윈도우 기술을 삽입한 유리나 필름 형태로 제작되고 있습니다.

태양 복사열을 막아주는 스마트 윈도우 개발

노영환 기자 | 입력 2022.01.24 11:18 | 댓글 0

Fraunhofer(프라운호퍼 연구소)

Fraunhofer(프라운호퍼 연구소) 연구진이 햇빛을 받으면 어두워지는 유리창용 지능형 코팅기술을 개발했다. 전기와 열에 반응하는 전기변색과 열변색 물질을 활용한 이 기술은 넓은 면적의 유리 외관 건물에서 태양 복사열 때문에 실내가 지나치게 더워지는 것을 막아줘 에너지 소비가 큰 에어컨 가동을 줄여준다.

이 코팅은 롤투롤(roll-to-roll) 공정을 사용해 제조되며 전기 변색 필름의 두께는 수백 마이크로미터에 불과하고 열변색 얇은 유리 기판도 극도로 얇다.

건물은 온실가스의 가장 큰 배출원 가운데 하나다. 독일 환경청에 따르면, 이산화탄소 배출량의 약 30%가 빌딩에서 나오고, 최종 에너지 소비량의 35%는 빌딩에서 소비된다고 발표한 바 있다. 도시에서 주를 이루는 오피스 타워같이 큰 면적의 유리 외관과 지붕으로 된 빌딩들은 특히 문제가 많다. 이 건물들은 특히 여름에 태양 빛에 의해 뜨겁게 데워진다.

하지만, 블라인드나 가리막 사용은 별로 인기가 없다. 유리 외관의 미적 매력을 떨어뜨리고 바깥 경치를 가리기 때문이다. 또한 건물 내부를 에어컨으로 냉각시켜야 하기 때문에, 엄청난 양의 전기를 소비시켜 건물의 탄소 발생량도 크게 늘린다.

디폰, '스마트 윈도우 필름' 개발… 투과율 조절, 에너지 절감 등 사용자 맞춤형

빌딩일 : 2022-07-07 13:04 지면 : 2022-07-08 A20면

디폰이 개발한 스마트 윈도우 필름을 부착한 윈도우 모습. 불투명한 윈도우(사진 왼쪽)와 투명한 윈도우의 차이가 확인된다.

SKC, 美 '할리오' 투자… 스마트 윈도 통해 에너지 절감 사업 확장

이건오 기자 | 승인 2023.09.30 08:30 | 댓글 0

제조 노하우 수혈 통해 필름 기반 스마트 윈도 제품 성능 개선

[인더스트리뉴스 이건오 기자] SKC가 미국의 '스마트 윈도(Smart Window)' 기술 기업인 할리오(Halio) 사에 투자를 단행하며 '에너지 절감 솔루션' 사업을 확장한다.

SKC(대표 박원철)는 지난 26일, 이사회를 열고 할리오에 최대 7,000만달러를 투자하는 방안을 의결했다고 밝혔다. SKC는 이번 투자를 통해 스마트 윈도 기반의 에너지 절감 솔루션을 플라스틱 폐기물 저감에 기여하는 생분해 소재와 함께 친환경 사업의 양대 축으로 키울 계획이다.

전기를 이용해 건물 유리를 변색시켜 태양광 투과율을 조정하는 '스마트 윈도' [사진=할리오]

스마트 윈도우 산업 활성화 본격화

기사입력 2023.01.11 09:02

▲제1회 스마트 윈도우 산업기술교류회 참석자들이 기념촬영을 하고 있다.

재료硏, 스마트 윈도우 산업기술교류회 개최

01. 개 요

스마트 윈도우 정의

(출처: 뷰다이나믹글레스)

(출처: 월간 창호기술)

(출처: Vitswell)

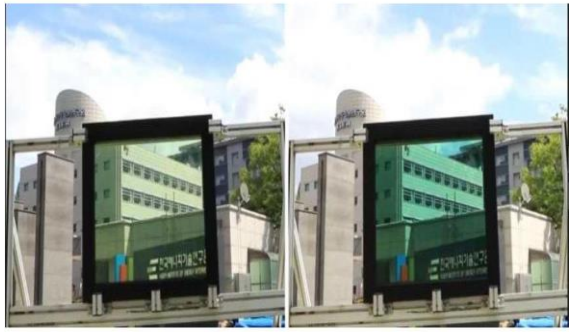
(출처: SWITCH Materials Inc)

(출처: 월간 창호기술)

- 외부에서 유입되는 **태양광의 투과 특성을 제어**하여 **에너지 손실을 줄이고 에너지 효율을 향상 시키며, 사용자에게는 쾌적한 주거 및 도시환경을 제공**할 수 있는 능동 제어 기술을 의미
- 전압, 열, 빛 등을 가하여 창문, 디스플레이 등의 빛 투과율을 가변적으로 제어 (**일반적 : 투명/불투명**) 할 수 있는 기능을 갖는 차세대 기능성 소자를 의미

02. 동 향

연구 동향



◦ 한국에너지기술연구원

- 광감응 자동 색변환 스마트 윈도우
- 전기변색 소자에 광흡수층을 일체형으로 삽입하는 기술
- 태양전지 기술과 전기변색 기술융합
- 조명. 냉방용 에너지 40% 감소

◦ 한국과학기술연구원

- 신축 변형을 통한 가시광 투과율 조절
- 3차원 구조의 필름을 늘리면 내부에 구멍이 생기면서 불투명 변화
- 가시광 투과율 16~90% 범위 조절

◦ 한국재료연구원

- 국내 최초 유기물 기반 스마트 창호 필름 개발
- 유기계 전기변색-태양전지 융합 모듈 제작

02. 동 향

산업 동향

Smart Glass 공급업체

- Saint-Gobain
- Pilkington/NSG Group
- Cardinal
- Guardian
- Asahi Glass
- AFG Industries
- PPG Industries
- Schott Glass
- Soladigm
- Sage Electronics
- Architectural Glass Projects Gentex

Smart Film 공급업체

- Switch Materials
- Ravenbrick
- Polytronix
- Pleotint
- US E-Chromics
- Beijing All Brilliant
- Sun-TEC
- Chromogenics
- DaiNippon Chemicals
- Hitach Chemicals
- 3M
- Solutia Performance Films
- GlasNovations
- Chiefway
- Citala

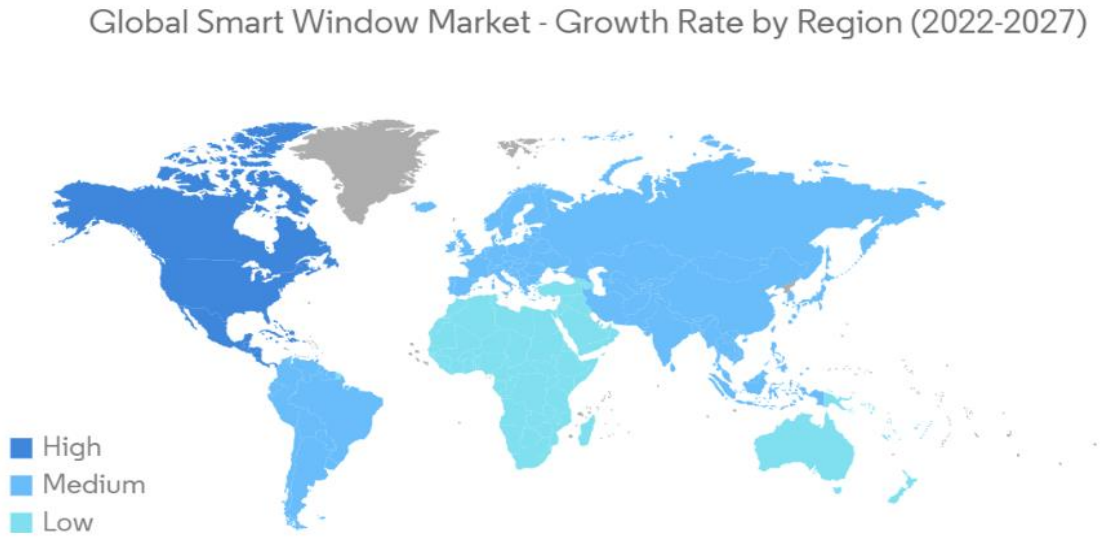
화학품 소재 공급업체

- DuPont Teijin Films (Film substrates)
- Toray(Film substrates)
- SKC(Film substrates)
- Dai Nippon Ink
- Landec Intelligent Materials
- Material Sciences Corp
- Momentive(Silicone)
- Dow(Silicone)
- Solutia Perfomance Films(ITO)
- Bayer MaterialScience

(출처: 한국과학기술정보연구원)

02. 동 향

시장 동향



- 스마트윈도우 시장은 연평균 성장률 44% 예상 (~2030) / (SKC –할리오(Halio) 7000만 달러 투자)
- 스마트 윈도우 세계 시장 규모는 USD 5.59B (2024년) – USD 8.89B (2029년) ➔ CAGR 9.75%
- 가장 큰 시장 : 북아메리카
- 가장 빠르게 성장하는 시장 : 유럽

03. 기 술

스마트 윈도우 분류

- **수동형 스마트 윈도우 (Passive Smart Window)**
  - **전기적/전자적 시스템 없이** 화학증착법, 스퍼터링법으로 특정 물질을 유리에 혼입하여 일정 파장의 태양광을 차폐 또는 투과시키는 방식
  - 자체적으로 UV 차단, 태양광으로부터 열/IR 흡수를 수행
  - 느린 응답시간
  - **Low-E 글래스** (일반유리 내부에 특수 금속막을 coating 시킨 유리)
  - **열변색(Thermochroic, TC), 광변색(Photochromic, PC)** 에 따라 가역적 변화

- **능동형 스마트 윈도우 (Active Smart Window)**
  - **전류와 같은 인위적인 외부 자극을 통해** 태양광의 투과율을 자유롭게 조절하는 방식
  - 신속한 응답시간, 에너지 보존/절약, 프라이버시 보호, 편리성 등
  - **분극 입자 배향형 소자 기술**(Suspended Particle Device, SPD)
  - **전기변색 기술**(Electrochromic, EC)에 따라 가역적 변화
  - **고분자 분산형 액정 기술**(Polymer Dispersed Liquid Crystal, PDLC)

03. 기 술

스마트 윈도우 분류

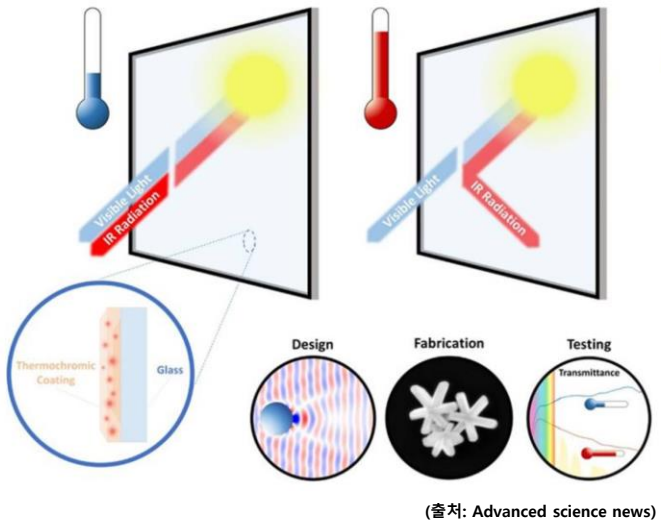
구분	수동형(Passive) 스마트 윈도우		능동형(Active) 스마트윈도우		
	열변색 (TC)	광변색 (PC)	분극입자배향형소자 (SPD)	전기변색 (EC)	고분자분산액정 (PDLC)
원리	상전이	광여기	분극입자배향 (광산란)	전하이동 (광흡수)	분극입자배향 (광산란)
주요소재	Mo doped VOx	AgCl, 유기물	분극입자	WO3/EL/PB 유기물	Nematic 액정
구동전압	열 30~40℃	광(UV)	AC 30~100V	DC 1.5V	AC 30~100V
응답속도 (30x30cm)	~3min	~5min	100 msec	~1min	10 msec
태양광 평균 투과율	10~30%	60~80%	5~50%	5~80%	70~80%
광차단성	보통	보통	우수	우수	미약
제조비용	우수	우수	보통	미약	보통

03. 기술

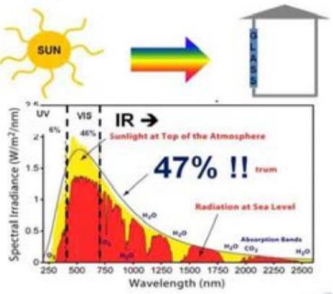
열변색 방식

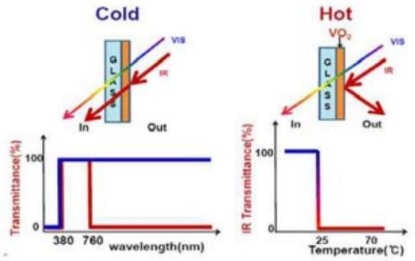
Thermochromic

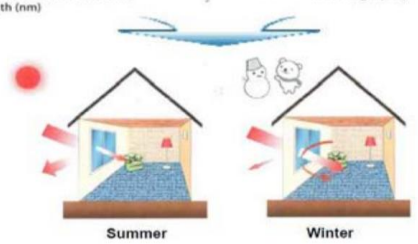
[TC]



(출처: Advanced science news)







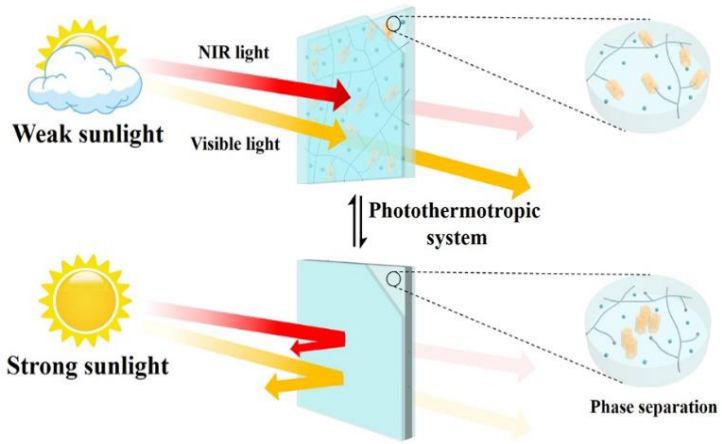
- 열에 의한, **외부 기온의 변화에 따라** 유리의 표면부의 물질이 자극되어 색이 변화하는 기술
- 고투명 단열 소재(VO_2 등)를 나노 박막 형태로 코팅하여 사용
- 유리 표면에 코팅하여 태양열이 창호를 통해 건물 내부로 유입되는 것을 차단
- 겨울철에는 햇빛의 열선을 그대로 통과시켜 실내온도 상승, 난방에너지 약 15~30% 절감
- 여름철에는 열선만을 선택적으로 차단하여 실내 온도 조절, 일사획득 약 30~40% 절감

03. 기술

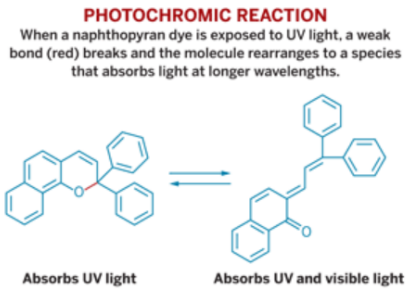
광변색 방식

Photochromic

[PC]



(출처: DOI:10.1002/solr.201800204)



(출처: 미국화학학회지)

(출처: seiko-opt.co.jp / 오클리)

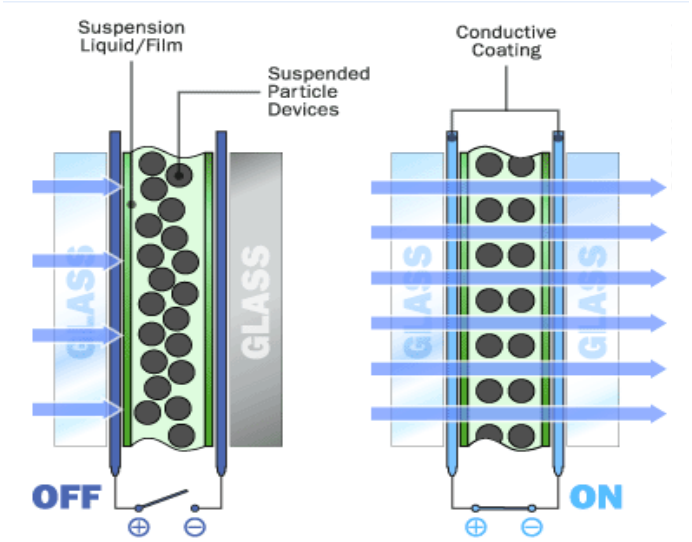
- 빛에 의한, **태양광 세기에 따라** 유리의 표면부의 물질이 자극되어 색이 변화하는 기술
- 햇빛을 쬐면 변색 또는 착색(darkening)되고 햇빛이 차단되면 퇴색(fading)되어 원상태로 변화
- 광화학적 가역반응을 일으키는 화합물 사용 → 자외선에 따른 광변색 염료의 분자 구조 변화
- 피리도벤자옥사진(Pyridobenzoxazines), 나프토피란(naphthopyrans), 스피로옥사진 (Spiro-Oxazine)

03. 기 술

분극입자배향형 소자

Suspended Particle Device

[SPD]



(출처: Polymer Science and Technology)

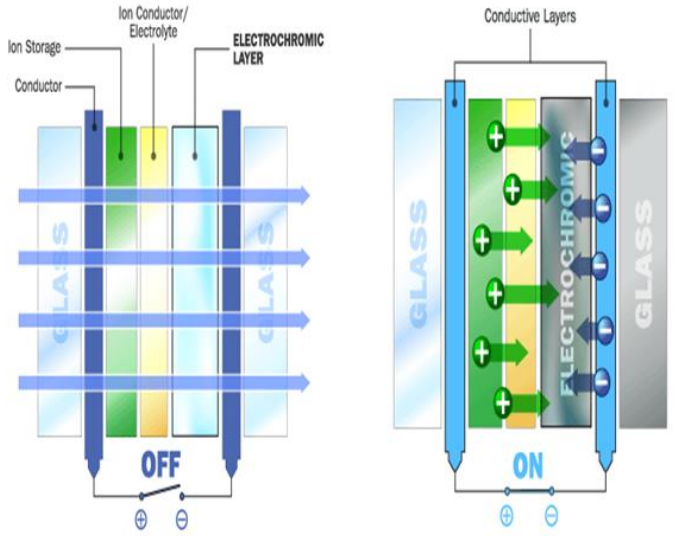
- 투명전극 기판 사이에 착색입자(침상/구형)가 유기용매에 부유해 있는 액티브 층(film) 이용
- 무작위 배향되어 있는 분산입자들이 전계 인가 후 유기 분극을 유도 ➔ 30~50% 투과율 변화
- 가시광에 대한 투과도 조절뿐만 아니라, 자외선 차단 및 근 적외선 반사 특성 이용하여 에너지 절감
- 구동전압 : AC 20~150V
- 응답속도가 빠르고, 대비 효과가 우수하며 넓은 온도범위 사용 가능
- 편광 입자의 응축, 내구성 및 수명 문제(열화), 고가의 분극 입자 및 긴 제조 공정

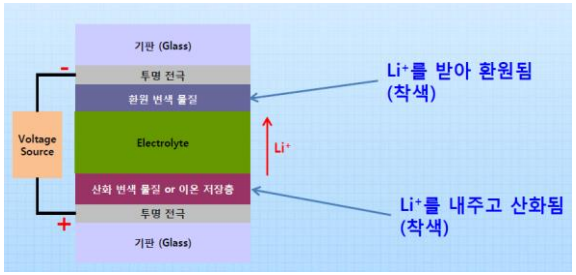
03. 기 술

전기변색방식

Electrochromic

[EC]





(출처: 스마트 글라스 (Halio smart glass)

- 화학적 외부 자극에 의해 착색(coloring), 탈색(bleaching)의 가역적 반응 (전해질 이온 확산)
- 전기 변색 물질 : 전이 금속산화물이 주로 사용되며 환원착색물질과 산화 착색물질로 구성
- 환원착색물질(WxOy, MoxOy, TaxOy, NbxOy, TixOy), 산화착색물질(VxOy, NixOy)
- 구동전압 : DC 1.5V
- 자연광의 흡수를 이용 → 눈부심 및 시야각 의존성 최소화, 낮은 소비전력
- 반응속도가 느리고 고가의 제조 비용

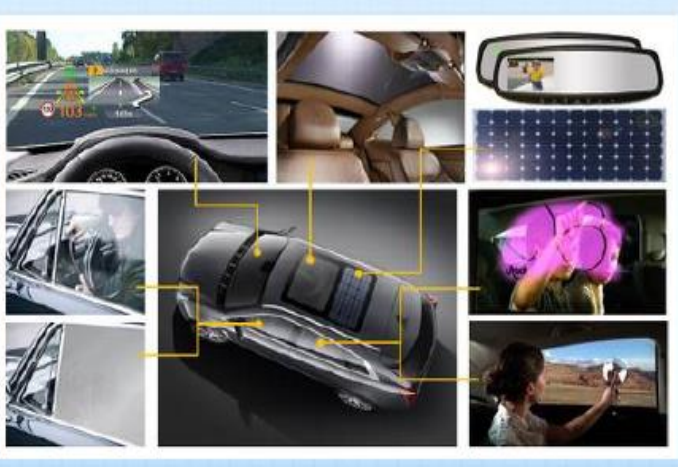
03. 기 술

전기변색방식

Electrochromic

[EC]

(출처: SAGE GLASS)



(출처: Polymer Science and Technology)

(출처: 보잉)

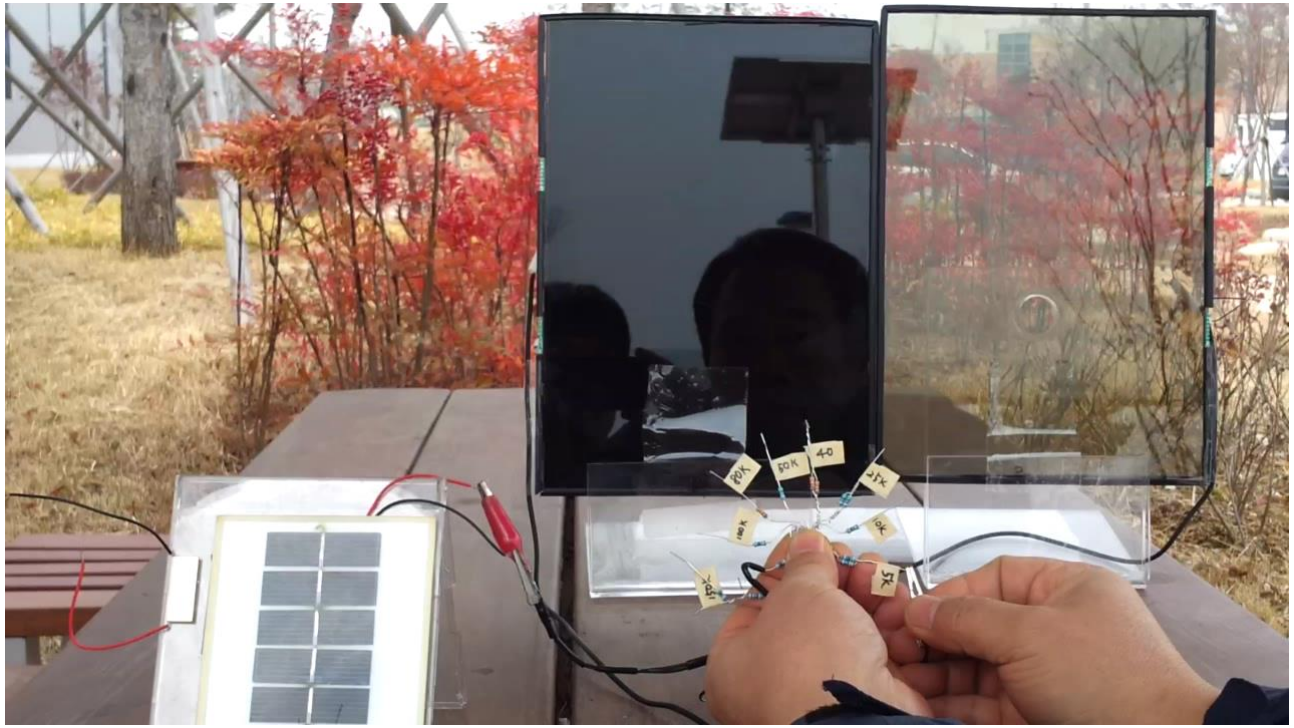
(출처: GENTEX)

03. 기술

전기변색방식

Electrochromic

[EC]



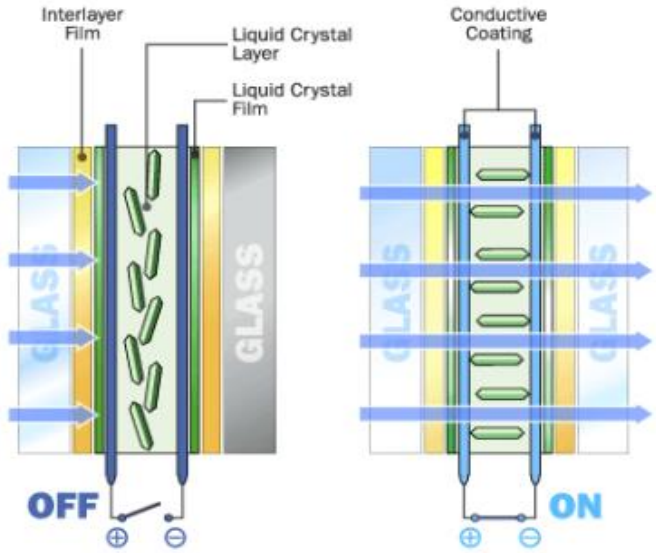
〈투과도 조절 스마트 윈도우 시제품〉

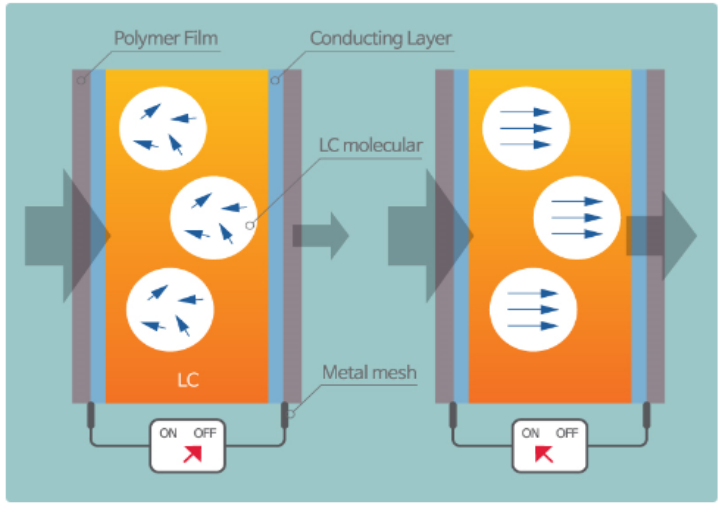
03. 기 술

고분자분산액정

Polymer Dispersed Liquid Crystal

[PDLC]





- 마이크론 크기의 액정 입자(droplets)들이 고분자 매트릭스 내에 고르게 분산되어 있는 구조
- 고분자 분산 액정 복합체가 전기장에 의해 입자들이 규칙적으로 배향되고 굴절률의 일치를 유도하여 투과율을 조절하는 기술
- 전기장 On : **액정 입자와 고분자 매트릭스 사이의 굴절률이 일치 ➔ 투명한 상태**
- 전기장 Off : **액정 입자와 고분자 매트릭스 사이의 굴절률이 불일치 ➔ 빛 산란 ➔ 불투명한 상태**
- 산란에 의한 빛의 차단과 전압 인가에 따른 투과도의 차이가 윈도우의 성능을 결정하는 핵심

03. 기 술

고분자분산액정

Polymer Dispersed Liquid Crystal

[PDLC]

(출처: q-sys.co.kr)

- 건축용, 자동차용, 가전제품용 등의 산업분야에서 사생활 보호 스마트 윈도우 사용
- 광학 셔터, 가변 액정(LC) 렌즈, 유연 디스플레이, **전자 커튼**, **프로젝션 스크린**, 기타 빛 조절 장치 등에 다양한 응용이 가능
- **건물용 창호, 실내의 개인 프라이버시를 위한 수요 증가**

03. 기 술

고분자분산액정

Polymer Dispersed Liquid Crystal

[PDLC]

(출처: DM Display)

<PDLC 스마트 윈도우 (SBS 하이에나)>

(출처: PDLC 그룹)

< 유리창과 스크린 혼합형 윈도우 (SPC 본사 파스쿠찌)>

03. 기 술

스마트 윈도우 가치

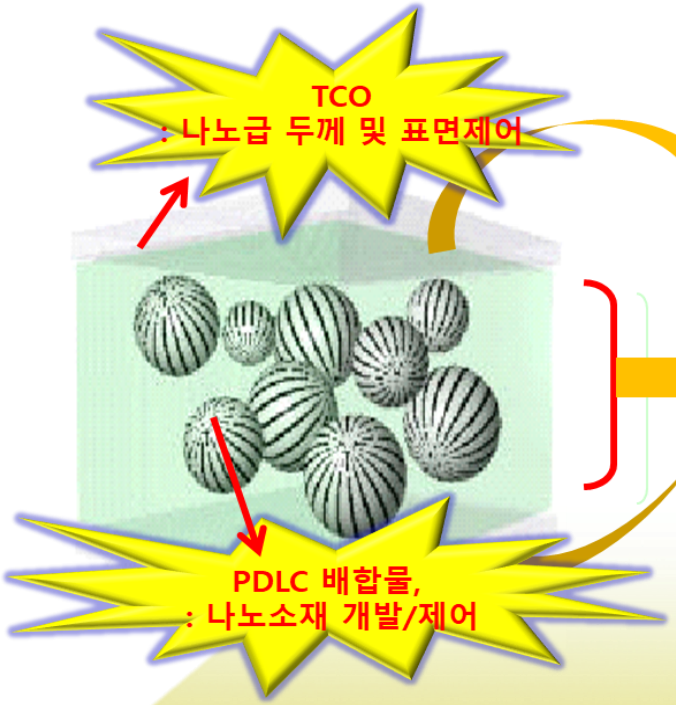
- 에너지효율이 높을 뿐 아니라 미적, 기능적으로 건설, 제조분야에서의 높은 활용성
- 사생활 보호 및 생활 편의성 제공
- 단순한 유리가 아니라 스마트폰, PC, TV 등 최첨단 디스플레이와 융합 발전 가능성
- 에너지의 경제적인 측면에서 기능적 대안
- 빌딩의 실내온도 제어 시스템의 구성 요소로 진화함에 따라 HVAC(냉난방공조) 제품, 블라인드, 커튼, 차양(shade) 제조업 및 조명 시스템 제조업 등 많은 산업에 직접적인 영향을 줄 것으로 기대

해결해야 할 과제

- 경제성 문제
- 구현 가능한 색상 및 내구성 문제
- 태양광 투과율을 자유자재로 조절하는 상용화 단계까지는 보완이 필요
- 광 투과율의 연속적 변화, 대면적화 공정 개발
- 재현성 요구

04. 연구 방향

PDLC 스마트 윈도우 구조 및 핵심 이슈



<PDLC 스마트 윈도우 일반 구조>

투명전극 glass/PET 기판 기술 : 전체 가격 ≥50%

1. Substrate : Glass, Polymer film (PET, PES, PC, etc.)
2. Transparent conductive layer : ITO etc.

PDLC layer : 고분자분산액정배합 및 접착제 기술

3. Polymer Matrix : Layer thickness = 10 ~ 25 micron
4. Liquid crystal droplets dispersed in Polymer Matrix
   : LC droplet size = a few micron

디바이스 : 모듈화 및 패키징 기술

5. UV 경화, 기판 패터닝, 구동 회로, 장기 안정성 등

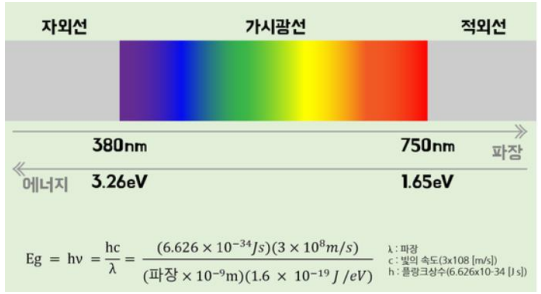
→ PDLC 스마트 윈도우 상용화 핵심 이슈 : 저가, 저전압 구동, 고효율, Film 타입, 다양한 색 구현

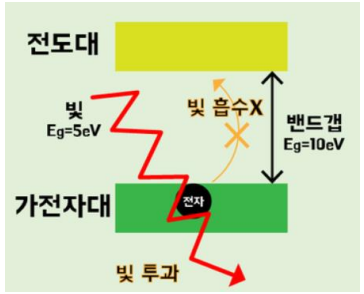
→ Focus : 투명전극 적용 PDLC 스마트 윈도우 개발

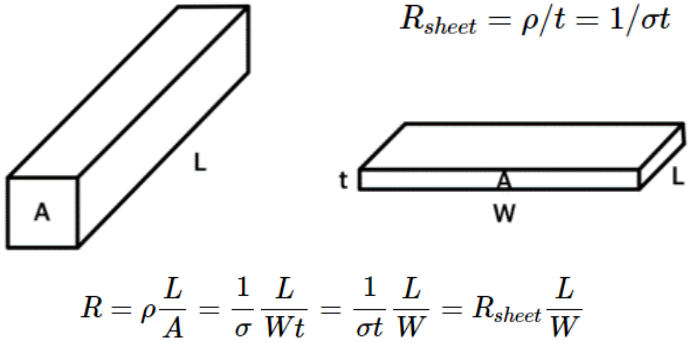
04. 연구 방향

투명 전도성 전극 (Transparent Conductive Electrode)

- 가시광선 영역의 빛을 투과시켜 투명하게 보이는 동시에 전기전도도가 좋은 특성을 나타내는 재료
- 낮은 면저항(~1000Ω/□), 가시광 영역에서 높은 광투과도(< 80% @550nm)







- 밴드갭 ↓ : [전도도 증가] – 투과도 ↓
- 밴드갭 ↑ : [전도도 감소] – 투과도 ↑

- 두께 ↑ : 면저항 ↓ (전도도 증가) – 투과도 ↓
- 두께 ↓ : 면저항 ↑ (전도도 감소) – 투과도 ↑

[Trade off !!]

Haacke’ s Figure Of Merit (FOM)

$\varphi TC = T_{av}^{10}/R_{sh}$

04. 연구 방향

투명 전도성 전극 (Transparent Conductive Electrode)

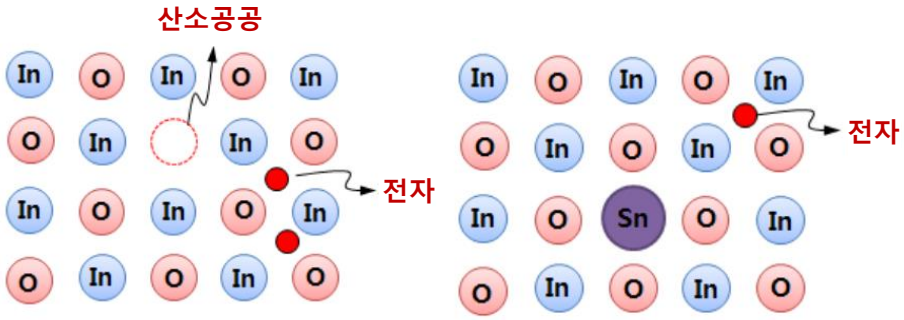
- **ITO (Indium Tin Oxide)** ➡ **R < 50Ω/□, T > 85%**

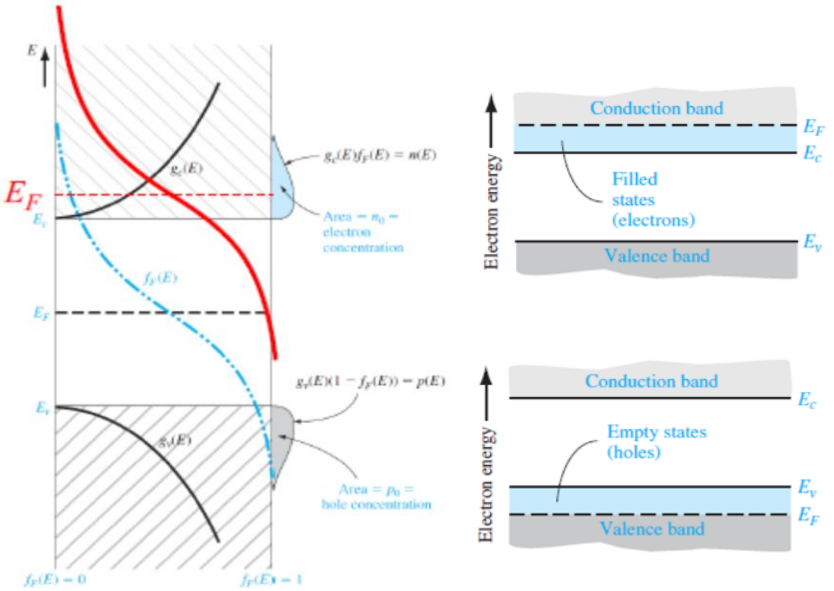
  : InSnO (In_2O_3 : SnO_3 = 90 : 10 (wt%))

  : High Transmittance (~ 3.75eV)

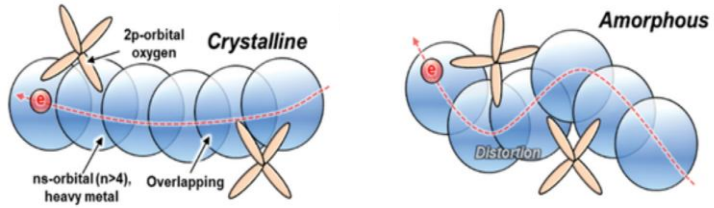
  : N-type semiconductor (In^{3+} → Sn^{4+} → electron)

  : Degenerate semiconductor (Sn 도핑, Sn 활성화)





< Degenerate Semiconductor (High doped Semiconductor)>



< Metal-oxide semiconductor>

- **한계**

  : 고온 공정 필요 (300℃ 이상)

  : 결정구조화 (Flexibility 감소)

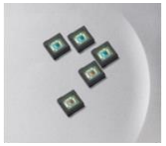
04. 연구 방향

투명 전도성 전극 (Transparent Conductive Electrode)

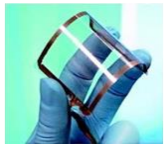
- 대체 투명전극 : Oxide/Metal/Oxide, Graphene, PEDOT:PSS, CNT, Metal gird 등
- 비정질 금속-산화물 : ZnO, AZO, GaO_3, GZO, IGZO 등

OLED

Touch panel



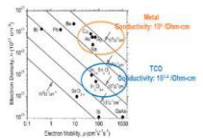
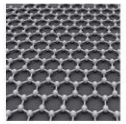
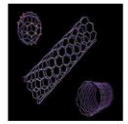
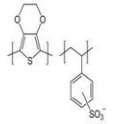
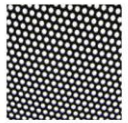
Sensor



Flexible

Smart Window

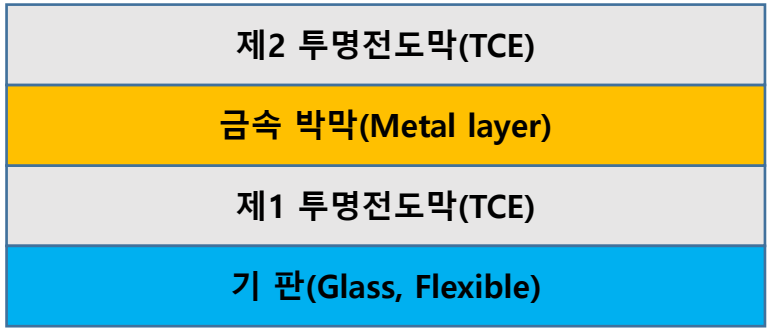
<투명 전도성 전극 응용분야>

Oxide-Metal-Oxide	Graphene	CNT	PEDOT:PSS	Metal grid
				
• 매우 낮은 면저항 • 높은 투과도 • 대면적 코팅가능 • 롤투롤 기반 양산 가능 • 우수한 유연성 • 다양한 산화물 재료	• 이론적으로 우수한 전기/광학적 특성 • 우수한 유연성우수한	• 유연성 • 대면적 코팅 가능 • 대기 안정성 우수	• 우수한 유연성 • 롤투롤 공정성 • 간단한 제조공정	• 매우 낮은 면저항 • 우수한 유연성
• 고가의 인듐 가격 • (Indium free TCO로 해결) • 습식 에칭기술 개발필요	• 복잡한 제조 공정 • 균일도 제어 기술 • 양산 기술 개발 문제 • 연구단계인 기술	• 높은 투과도와 낮은 면저항을 동시에 구현하기 어려움 • 누설전류 • Impurity 제어 어려움 • 습식 에칭기술 어려움 • Morphology 제어 문제	• 대기 안전성 부족 • Color • 낮은 투과도 • 신뢰성 • 높은 면저항	• 미세 패터닝 기반 고가 공정 • Uncovered area • 양산기술 개발필요

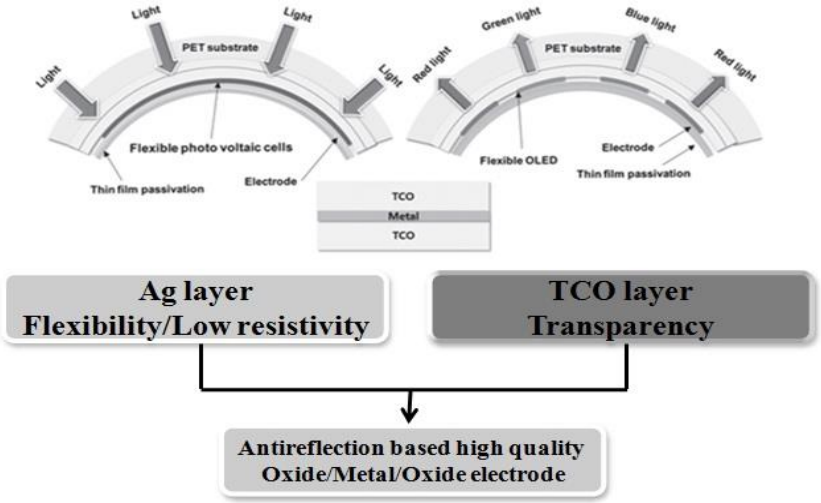
<ITO 대체를 위한 새로운 차세대 투명전도성전극>

04. 연구 방향

투명 전도성 전극 (Oxide/Metal/Oxide TCE)



<TCE 다층 투명전극 개념도>



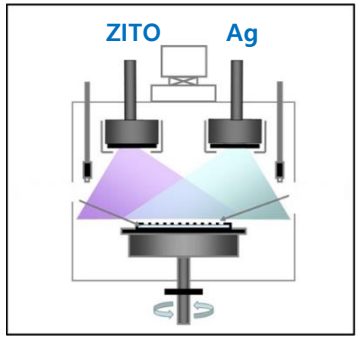
<산화물/금속/산화물 다층 구조의 플렉시블 투명전극>

- Metal thin film : Ag, Au, Ni, Cu 등 사용
- TCE film : ITO, IZO, ZnO, 다성분계 산화물(ZITO, TIZO 등) 사용

- 산화물/금속/산화물 구조의 두께를 조절하여 투과도를 최적화 가능
- 비저항이 낮은 금속을 삽입하여 상온에서도 저저항 투명전극을 제작 가능
- 유연성이 높은 금속층을 사용하여 플렉시블 투명전극에 응용이 가능

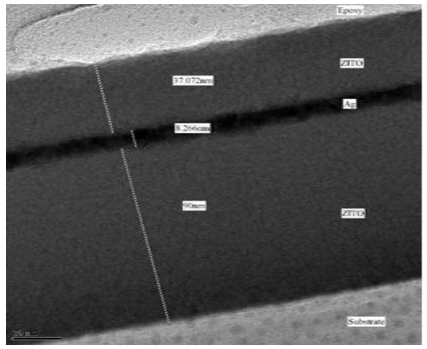
04. 연구 방향

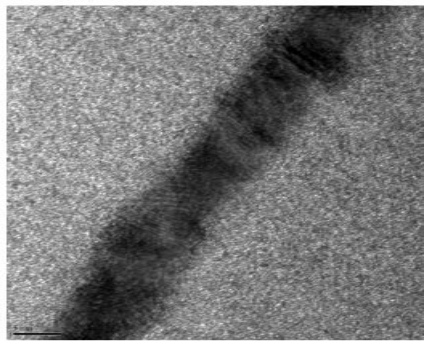
투명 전도성 전극 (Oxide/Metal/Oxide TCE)

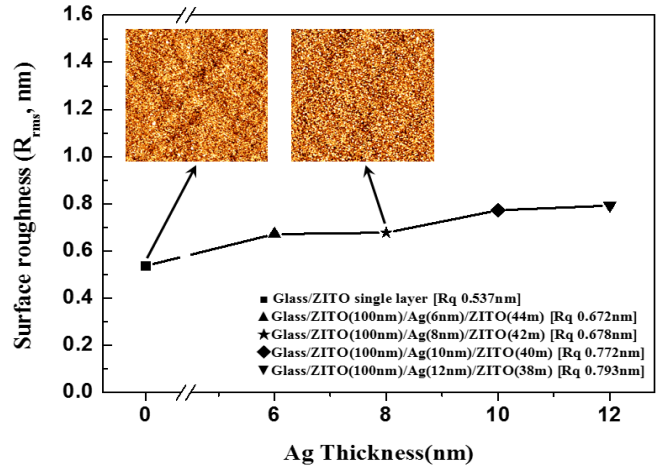


$ZnO-In_2O_3-SnO_2$ (16.1 : 75.5 : 8.4 at.%)

Ag (99.99%)





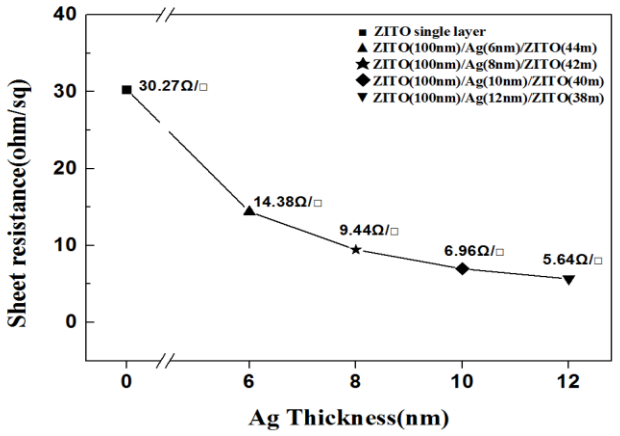


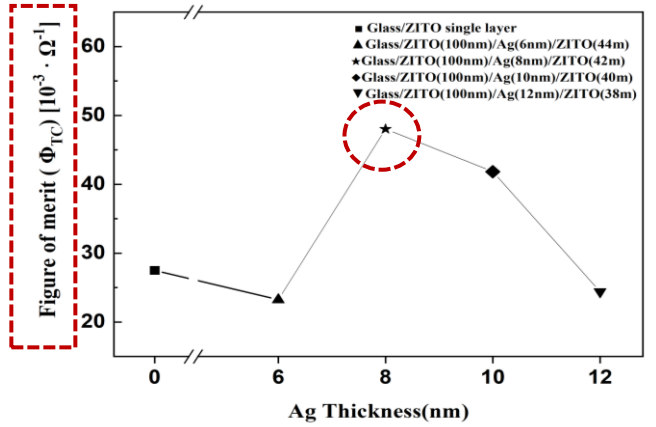
→ ZITO/Ag/ZITO 다층 박막 형성 (Ag 두께별 6nm ~ 12nm) : RF-DC magnetron sputtering system

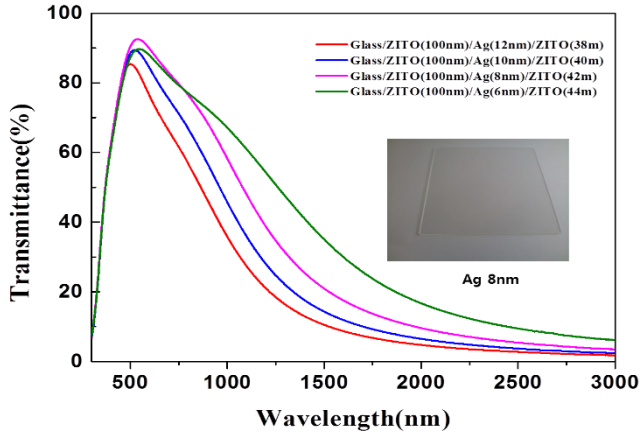
→ 다층 박막 구조 (HR-TEM), 표면 거칠기 (Rrms ≤ 0.8 nm)

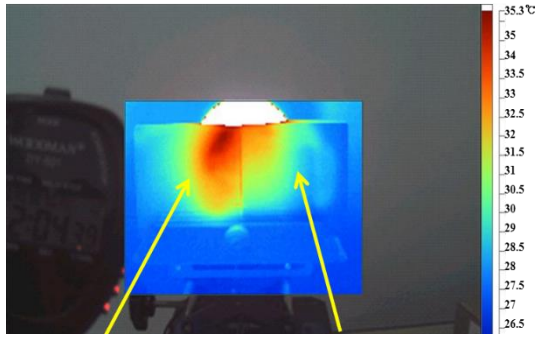
04. 연구 방향

투명 전도성 전극 (Oxide/Metal/Oxide TCE)







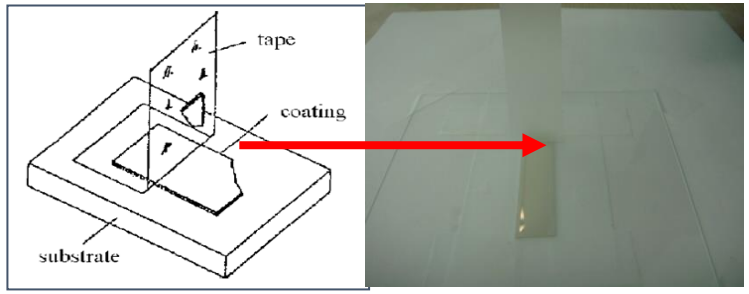


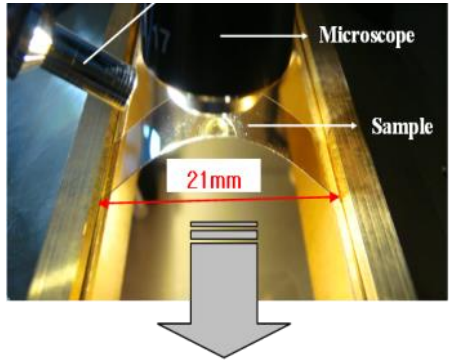
→ **면저항 ≤10Ω/□ , 투과도 ≥ 85%**

→ 적외선 영역에서 Ag 박막 두께 증가할수록, IR 차단율 증가

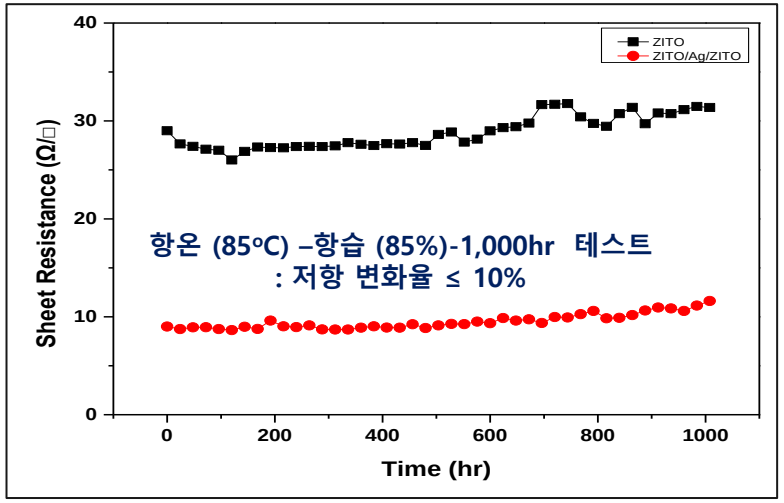
04. 연구 방향

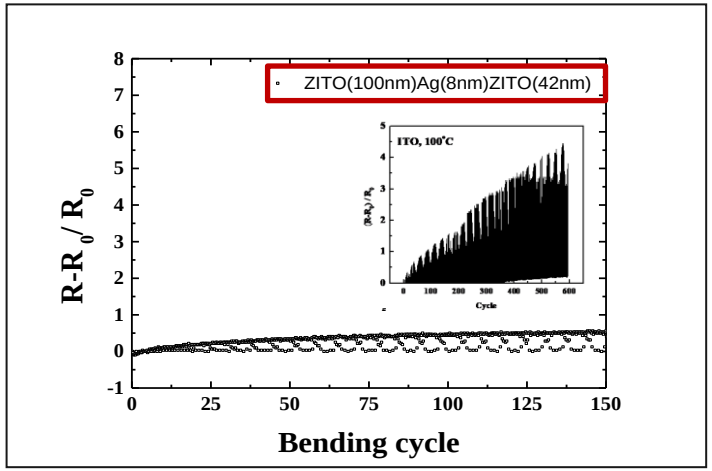
투명 전도성 전극 (Oxide/Metal/Oxide TCE)





- 표준저항변화 ΔR [= $(R-R_0) / R_0$],
  where R_0 : 초기 저항,
  R : 외부 구부림 사이클과 동시, 측정된 저항





→ 테이프 부착력 테스트, 항온 · 항습 테스트 △R < 10 %
→ 비정질-ZITO 및 ZITO/Ag/ZITO : 외부의 기계적 구부림 사이클에 대하여 안정적 구동

04. 연구 방향

LC Mixture 개발

→ Modified E7 LC mixture 개발

: E7 LC mixture(Merk社) 구성 성분 중 n-heptylcyanobiphenyl와 n-octyloxycyanobiphenyl

➔ fluorine기를 갖는 n-heptylfluorobiphenyl 및 n-octyloxyfluorobiphenyl 대체

→ 최종 개발 E7F2 LC mixture 특성

광경화 가능한 pre-polymer 개발

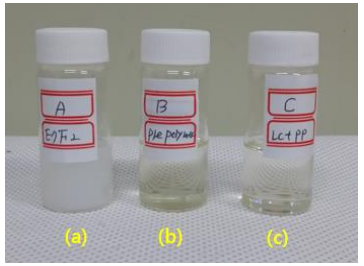
→ 굴절률 1.487을 갖는 prepolymer 개발

→ 구성 성분

- aliphatic urethane triacrylate (올리고머)
- 2-ethylhexylacrylate (모노머)
- 1,6-hexanediol diacrylate (가교제)
- 2,4,6-trimethylbenzoyl-diphenyl-phosphineoxide (광개시제)

최종 PDLC 배합물 구성

Component	Content (wt%)
Prepolymer (acrylates)	60
E7F2 LC mixture	40



* LC, Prepolymer 및 PDLC 배합물
(a) E7F2
(b) Prepolymer
(c) PDLC (E7F2+prepolymer)

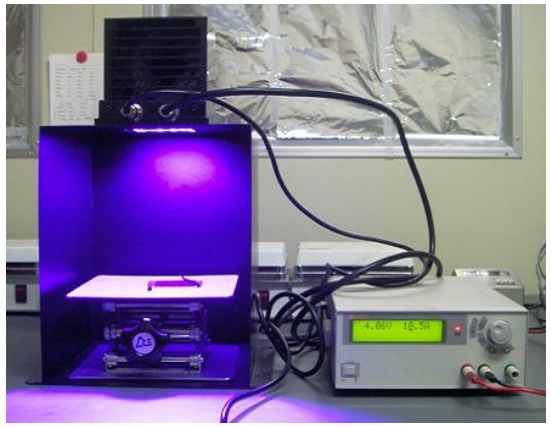
04. 연구 방향

PDLC cell 제작 및 경화조건 최적화

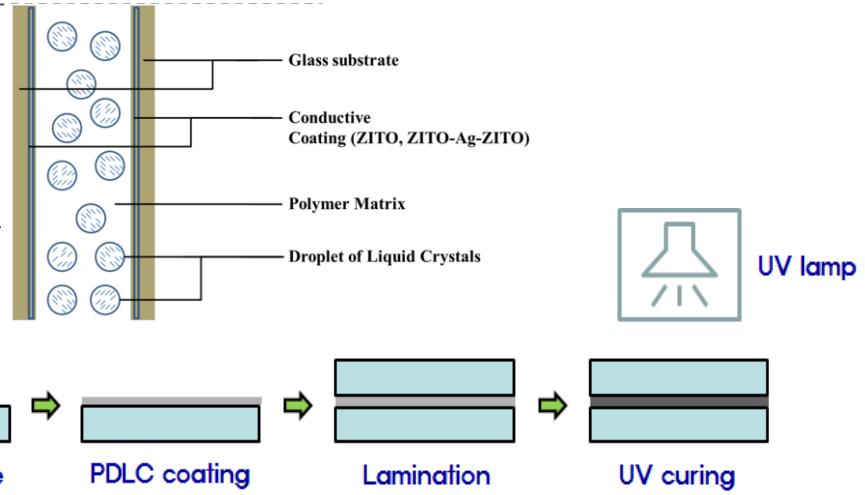
→ 도막두께 : 20 ㎛

→ UV 파장 : 365 nm

→ UV 에너지 : 360~450 mJ/cm²

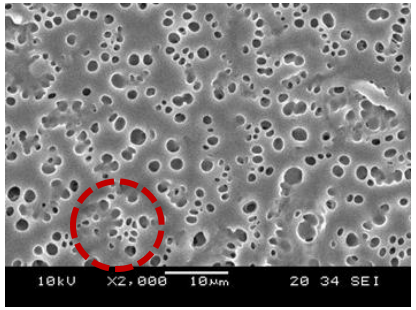


< PDLC cell 제작용 UV 경화 장치>



<UV 경화 방식의 PDLC cell 제작 공정도>

LC droplet(약 1~2 ㎛) 고르게 분포



<PDLC cell의 고분자 매트릭스 표면의 SEM 사진>

<ZITO/Ag/ZITO 투명전극 적용 PDLC cell의 on/off 상태 이미지>

04. 연구 방향

PDLC 스마트 윈도우 구동

<PDLC 스마트 윈도우 시제품>

<투명 OLED + PDLC 스마트 윈도우 시제품>

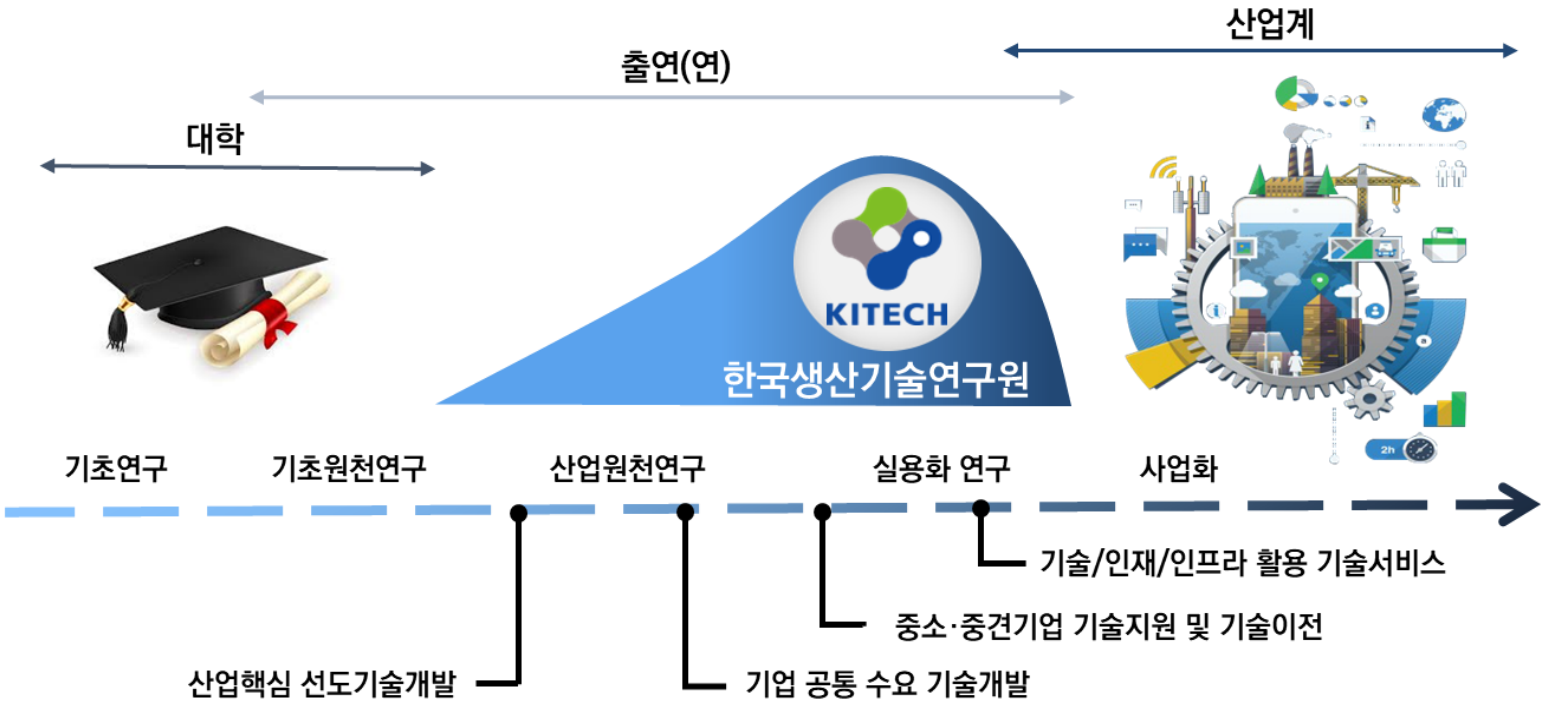
한국생산기술연구원(KITECH)
서남기술실용화본부
&
나노기술집적센터

05. KITECH

기관 소개

생산기술분야의 산업원천기술 개발 및 실용화, 중소·중견기업의 기술지원 및 성과확산 등을 통하여 국가산업발전에 기여 (생기원 정관 제1조)

VISION "제조혁신을 선도하는 실용화 중심 Global KITECH"



생산기술 3대 중점영역의 연구개발과 실용화, 기술지원을 통해 중소·중견기업 육성 집중

기관 임무	주요 기능(정관 4조)	중점 연구영역
생산기술 분야 연구개발	주물, 금형, 열처리, 표면처리, 소성가공, 용접·접합 등 뿌리기술 연구개발	뿌리기술
	생산시스템의 통합, 친환경화, 고효율화, 자동화·지능화 등 청정생산시스템 연구개발	청정생산 시스템기술
	新산업 창출을 지원하는 융복합 생산기술 연구개발	융합 생산기술
중소·중견기업 기술지원	지역분산형 기술지원 체제를 통한 중소·중견기업 기술지원 지식기반 기술지원 체제를 통한 중소·중견기업 기술지원	기업 기술지원

05. KITECH

기관 소개

국가 연구개발 분야(뿌리,융합,청정) 3개 연구소와 7개 지역본부 거점을 운영 중

R&R 스마트모빌리티 산업 육성 및 기업혁신성장을 위한 생산기술 실용화

· 서남본부 R&R연계 4개 분야 핵심보유기술 기반 스마트모빌리티산업 육성·지원중 → 미래기술 환경변화 선제대응

(스마트팜, 한국형친환경선박, 분산에너지 소재/부품/시스템, 그린수소생산, 시스템반도체, MEMS기반 센서 등) 응용분야 확대

No.1 지능형 차량제어/구동플랫폼기술

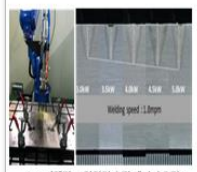
- 지능형 차량제어 기술
- 신소재 기반 초고효율/고출력 구동모듈기술

[E4급 산업용 전동기 제작도면, 개발 공정기술 적용 제조주요 부품 및 전동기 시제품]

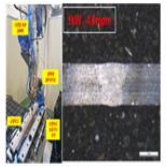
EPCU
(인버터 + LDC + VCU)

No.2 고기능경량소재 및 성형/용접기술

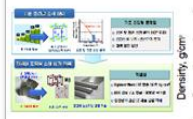
- Multi-functional 경량 부품소재
- 소재부품 가공성형 및 용접/접합 기술

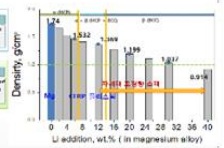


[9%니켈강, 고망간강 후판 레이저 용접]



[30%니켈강 박판 레이저 용접]

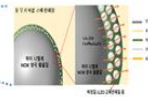




No.3 분산에너지 생산/저장/활용기술

- 대용량&고밀도 이차전지, 수소생산 및 연료전지기술
- 고출력&Designable 태양광 기술
- 열에너지 활용기술

[일체형 복합양극소재와 이를 이용한 전고체전지 시제품]



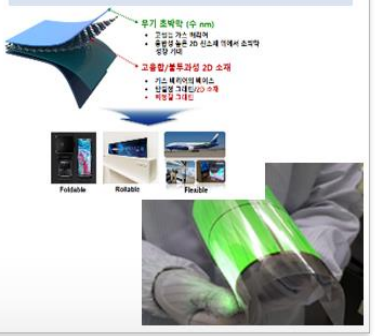
[*고체전해질·양극활물질·일체형 복합 양극소재 구조를 표현한 모식도]

[2단 축류터빈 설계 및 제작]

[조립된 터빈 형상]

No.4 나노·광융합기술

- 모빌리티용 광센서 및 광반도체 기술
- Design-Free OLED면광원 기술
- 에너지 저감형 스마트윈도우 기술



05. KITECH

기관 소개

05. KITECH

기관 소개

- Photonic SoC, OLED, 나노 · 광융복합소자 등 나노공정 및 분석장비 46종 구축
- 단위 공정 및 일괄 공정 서비스 가능한 지원 인프라

구 분	내 용
FAB(360평, 1,197m²)	❖ Class 100 : Pattern 형성공정 ❖ Class 1,000 : 박막 증착 및 식각 공정/특성평가 ❖ Class 10,000 : 기업 임대공간
초정밀가공(69평, 228m²)	❖ Class 10,000 : 정밀 장비·부품 가공
CUB(393평,1,299m²)	❖ 클린룸 지원을 위한 설비시설 구성
공유공간(376평,1,243m²)	❖ 제어실, 사무실, 로비 등 포함

Clean room

보유 장비(OLED/Photonic-SoC/광융복합 소자 등) 46대

THANK YOU