

# 고투명 PDLCD 소재 및 공정 기술



## 고투명 PDLCD 소재 및 공정 기술

---

Overview 03

---

비즈니스 아이디어 19

---

사업화 대상 기술 06

---

사업화 지원 23

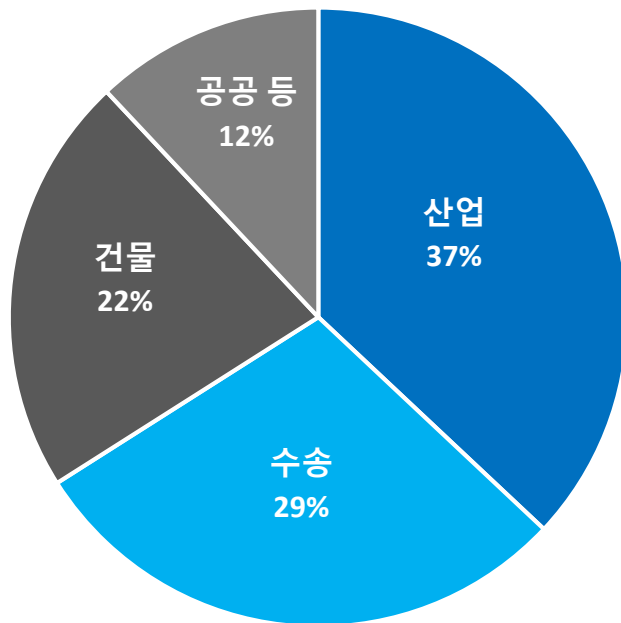
---

Trend 13

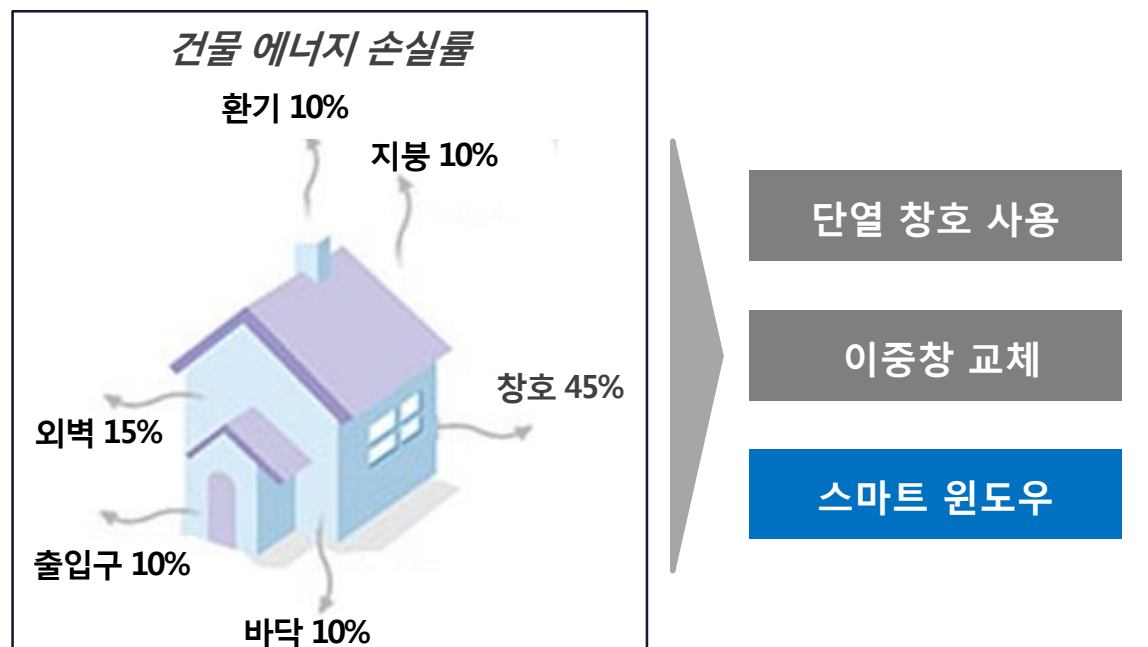
## 배경 및 필요성 : 건물 에너지 효율성

- 전세계 에너지 소비량의 약 22%를 차지하는 건물 분야에 **에너지 절감**을 위한 해결 방안 필요
- 건물 에너지 손실률이 가장 큰 창호 부분을 해결하기 위하여 **단열 창호 사용, 이중창 교체, 스마트 윈도우** 등의 방법 제시

글로벌 최종 에너지 소비량



건물(창호부분) 에너지 손실 해결 방안



\* 출처 : World Energy Balances, 2018, IEA

## 배경 및 필요성 : LCD 신규 시장 - 스마트 윈도우

- OLED의 출현으로 LCD 시장 규모가 감소하고 있으며, 새로운 LCD 시장 개척 필요성 증가
- 태양광의 투과율을 자유롭게 조절할 수 있는 스마트 윈도우는 에너지 절감, 자외선 차단, 사생활 보호의 효과가 있어 LCD 신규 시장으로 유망
- 향후 자동차 윈도우, 친환경 건물, 소비자 가전, 태양광 발전 등으로 응용 분야가 확대될 전망

글로벌 중소형 디스플레이 매출 현황



\* 출처 : IHS마킷, 2017

스마트 윈도우 장점 및 응용 분야

### 스마트 윈도우 장점

에너지 절감

자외선 차단

스타일 향상

사용자 편의

사생활 보호

### 응용 분야

자동차 윈도우

친환경 건물

소비자 가전

태양광 발전

## [참고] 스마트 윈도우 시장 급성장

- 스마트 윈도우는 창문에 디스플레이 제어 기능을 추가한 제품으로 사용자에게 편의성을 제공하기 때문에 향후 성장성이 큰 시장

2017년 10월 20일 16시 67분

글자크기

### 햇빛 조절부터 사생활 보호까지 '스마트 글라스'가 뜬다! 기업 및 연구기관의 기술 발전과 소비자 관심 증가로 시장 전망은 긍정적

최근 스마트 글라스(smart glass)를 창문에 적용해 날씨, 시간, 디스플레이, 블라인드, 온도, 영상통화 등의 기능이 있는 IT기술을 접목한 스마트 윈도우(smart window) 창호 개발에 대한 관심이 높다. 디스플레이기능까지 더한 스마트 윈도우는 일반 창문과 달리 사용자에게 고도의 편의를 제공하기 때문에 차세대 미래형 건축자재로 각광받고 있는 것이다.

#### '스마트 글라스' 기술, 전기 변색 방식과 고분자 분산 액정 방식이 주도

스마트 글라스는 외부의 전기 변색(Electrochromic, EC)이나 빛의 파장(Photochromic, PC), 온도(Thermochromic, TC)의 변화에 따라 가역적으로 색 변화를 유도하는 변색 방식(Chromic Display, CD), 분극 입자 배향형 소자 기술(Suspended Particle Device, SPD), 고분자 분산형 액정 기술(Polymer Dispersed Liquid Crystal, PDLC) 등 다양한 유형이 있다. 각각의 기술별로 장단점을 가지고 있으나 가장 기술개발이 활발한 분야는 전기 변색(EC)과 고분자 분산형 액정기술(PDLC)기술이다.

#### 국내 기업 및 연구기관에서 '스마트 글라스' 출시 활발

스마트 글라스는 그 동안 주로 해외시장에서 개발이 활발했지만 최근에는 국내에서도 스마트 기술 개발이 활발하게 진행되면서 기업과 연구기관에서 지속적으로 기술을 업그레이드시키며 관련 제품을 선보이고 있다.

\* 출처 : 창호기술, 2017.10.20 일자 햇빛 조절부터 사생활 보호까지 '스마트 글라스'가 뜬다 발취

### 소프트뱅크, 대형 투자 재개... '스마트윈도우' 스타트업에 11억달러 투자

기사입력 : 2018-11-05 14:43



사우디아라비아가 출자한 소프트뱅크비전펀드(SVF)가 '스마트 윈도우'에 대규모 투자를 한다. 사우디 언론인 피살 파문으로 주춤했던 손정의 소프트뱅크 회장이 대규모 투자에 시동을 다시 걸고 있다.

4일(현지시간) 블룸버그통신에 따르면 SVF는 열과 햇빛의 양을 자동 조절하는 '다이내믹 유리'를 생산하는 실리콘밸리 스타트업 '뷰'에 11억 달러(약 1조2000억 원)를 투자하기로 했다. 뷰의 다이내믹 유리는 창문을 인터넷에 연결해 일조량을 조절, 에너지 비용을 절약할 수 있도록 하는 기술이 핵심이다.

SVF는 미시시피에 있는 공장 규모를 두 배로 늘리고 더 많은 응용을 위해 계속 개발을 하도록 뷰를 지원할 계획이다. 라오 멀푸리 뷰 최고경영자(CEO)는 "우리는 창문을 최초로 디지털화하고 있다"고 설명했다.

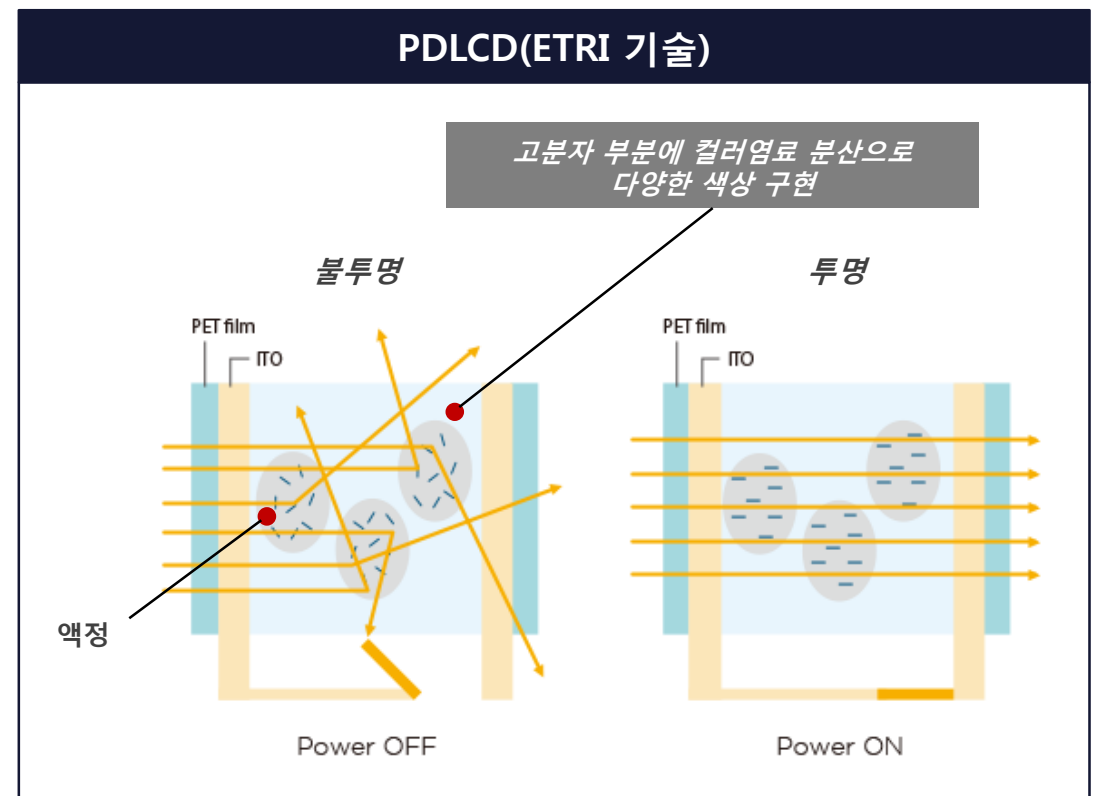
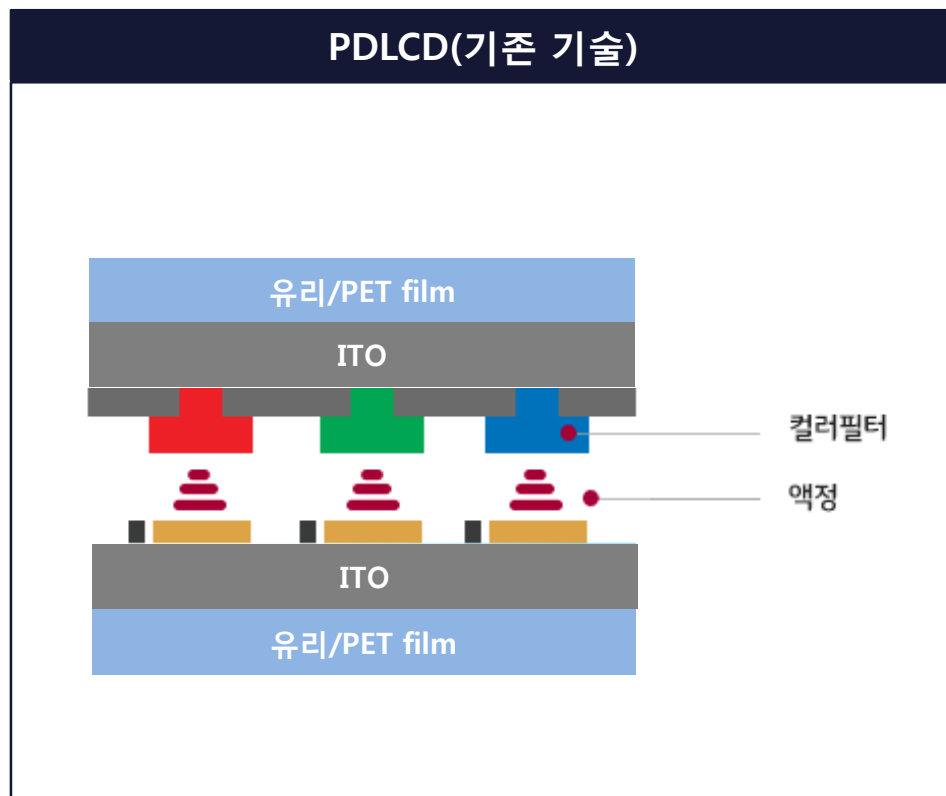
뷰는 지금까지 코닝, 마드론캐피탈, TIAA, 뉴질랜드 국부펀드 등으로부터 약 8억 달러를 조달했다. 이번 11억 달러를 모금하는 새 라운드에는 SVF가 단독 투자했다.

SVF는 사우디 국부펀드 450억 달러를 포함해 총 1000억 달러 규모의 펀드다. 우버와 위워크 같은 유망 스타트업에 지금까지 약 1000억 달러를 투자해 큰 성과를 거두기도 했다.

\* 출처 : 이투데이, 2018.11.05 일자 소프트뱅크, 대형 투자 재개 '스마트윈도우' 스타트업에 11억 달러 투자 발취

# 기술 개요

- 별도의 컬러필터 사용없이 색상 구현이 가능한 고분자 분산형 액정 디스플레이(Polymer Dispersed LCD, PDLCD) 소재 및 광특성 제어 기술



\* PET : Polyethylene Terephthalate

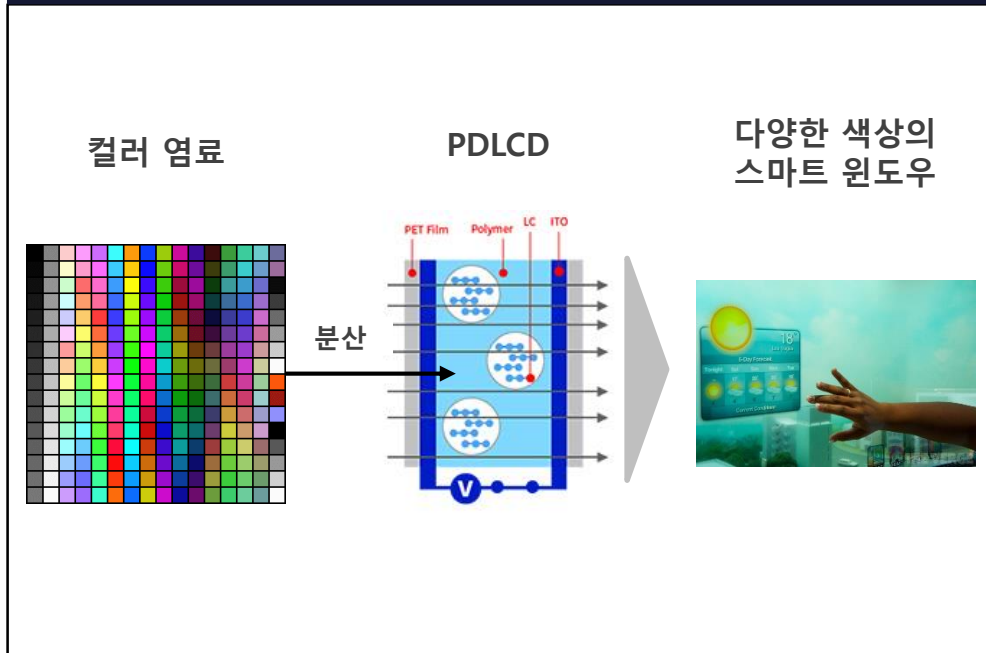
\* ITO : Indium Tin Oxide

# 기술의 특징점

## 낮은 소비전력과 넓은 온도 범위를 가지는 다양한 컬러 구현 디스플레이 제공

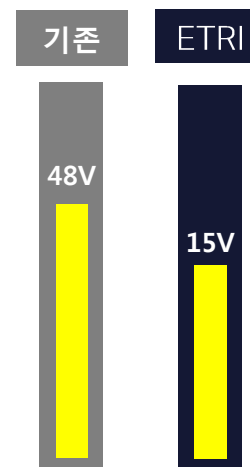
- ① 다양한 색상의 컬러 염료를 혼합하여 고분자 영역에 분산시켜 색상 구현 가능
- ② 낮은 구동전압으로 소비전력이 낮고, 저온에서도 안정적으로 구동이 가능하여 신뢰성 확보

### ① 다양한 컬러 구현

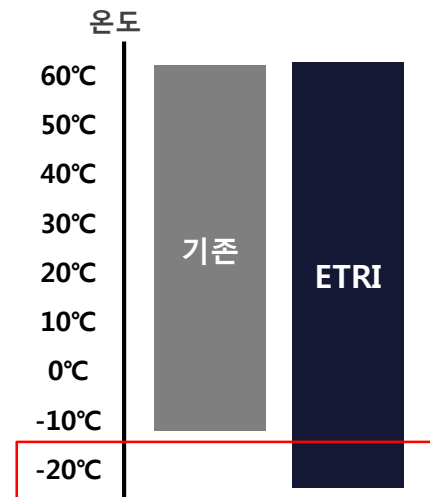


### ② 낮은 구동전압/저온 안정성

#### 구동전압 비교



#### 저온 안정성 비교



## 세부 기술의 특징점

### 낮은 제조원가

- 컬러필터 사용 없이 컬러 구현이 가능하여 제조 공정이 단순하고 생산단가가 저렴

### 고투과도

- 컬러필터를 사용하지 않아 높은 투과도 유지 가능

### 응답속도

- 액정과 고분자의 상분리 유도 기술 확보에 의한 빠른 응답속도로 색변환 유리

### 전광특성

- 반응 첨가물 및 첨가제의 배합 데이터 베이스 구축을 통한 전광특성(대조비)\* 제어

\* 전광특성(대조비): 투명/불투명일 때 투과율 비율



# 기술 경쟁력

Company	Panasonic (Japan)	LG (Korea)	Inno Glass (China)	ETRI
Product	Transparent OLED	Color Transparent LED Film	High Transparent LCD	Color Reflective LCD
Type	OLED	LED	LCD	LCD
Response time(ms)	<1	-	1.3~6	35~40
Power Consumption(W)	-	37	12	15~50
Colors	-	1,716,000	-	RGB, Black
Contrast ratio(C/R)*	-	>100,000:1	-	>200:1
Operating Temperature(°C)	-	0~45	0~50	-20 ~ 60
Transmittance(%)	45	73	70~80	> 85

\* Contrast ratio(C/R, 대조비) : 투명/불투명일 때 투과율 비율

# 기술완성도(TRL)

## TRL 5단계

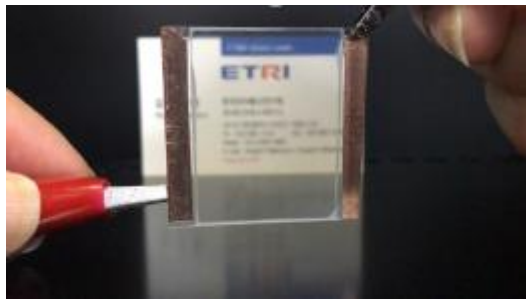
TRL 9	사업화	<ul style="list-style-type: none"> <li>본격적인 양산 및 사업화 단계</li> </ul>
TRL 8	시작품 인증/표준화	<ul style="list-style-type: none"> <li>일부 시제품의 인증 및 인허가 취득 단계 - 조선 기자재의 경우 선급기관 인증, 의약품의 경우 식약청의 품목 허가 등</li> </ul>
TRL 7	Pilot 단계 시작품 신뢰성 평가	<ul style="list-style-type: none"> <li>시작품의 신뢰성 평가</li> <li>실제 환경(수요기업)에서 성능 검증이 이루어지는 단계</li> </ul>
TRL 6	Pilot 단계 시작품 성능 평가	<ul style="list-style-type: none"> <li>경제성(생산성)을 고려한, 파일럿 규모의 시작품 제작 및 평가</li> <li>시작품 성능평가</li> </ul>
<b>TRL 5</b>	<b>시제품 제작/ 성능평가</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>개발한 부품/시스템의 시작품(Prototype) 제작 및 성능 평가</li> <li>경제성(생산성)을 고려하지 않고, 우수한 시작품을 1개~수개 미만으로 개발</li> </ul>
TRL 4	연구실 규모의 부품/시스템 성능평가	<ul style="list-style-type: none"> <li>연구실 규모의 부품/시스템 성능 평가가 완료된 단계</li> <li>실용화를 위한 핵심요소기술 확보</li> </ul>
TRL 3	연구실 규모의 성능 검증	<ul style="list-style-type: none"> <li>연구실/실험실 규모의 환경에서 기본 성능이 검증될 수 있는 단계</li> <li>개발하려는 시스템/부품의 기본 설계도면을 확보하는 단계</li> <li>모델링/설계기술 확보</li> </ul>
TRL 2	실용 목적의 아이디어/ 특허 등 개념 정립	<ul style="list-style-type: none"> <li>실용 목적의 아이디어, 특허 등 개념 정립</li> </ul>
TRL 1	기초 이론/실험	<ul style="list-style-type: none"> <li>연구과제 탐색 및 기회 발굴 단계</li> </ul>

# [참고] 시제품 개발 현황

## 고투과 PDLCD 시제품

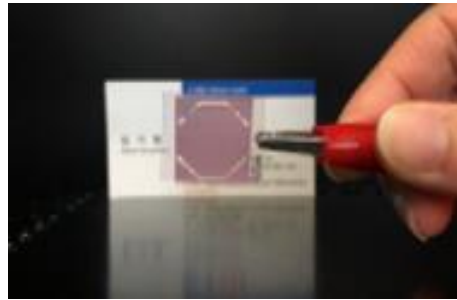


OFF 상태



ON 상태

## 고투과 Color-PDLCD 시제품



OFF 상태



ON 상태

## Color-PDLCD 시제품



# 기술이전 범위 및 지식재산권 현황

## 기술이전 범위

No.	구분	기술이전 범위
1	고분자 분산형 액정디스플레이 (PDLCD) 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>액정과 고분자의 상분리를 유도할 수 있는 소재, 배합, 분산 기술</li> <li>대조비(&gt;100:1)을 확보할 수 있는 광 중합 제어 기술</li> <li>전광특성을 제어할 수 있는 반응 첨가물 및 첨가제에 관한 기술</li> </ul>
2	고분자 분산형 액정디스플레이 (PDLCD) 공정 및 소자화 기술	<ul style="list-style-type: none"> <li>소자 제작을 위한 공정 기술</li> <li>PDLCD 특성 평가 기술</li> </ul>

## 지식재산권 현황

No.	특허번호	특허명	권리현황
1	10-2015-0161196	표시 장치 및 이를 구동하는 방법	출원(공개)
2	10-2016-0008215	컬러 디스플레이 장치	출원(공개)
3	10-2016-0153563	액정 소자, 액정 소자의 제조 방법, 및 액정 소자의 구동 방법	출원(공개)
4	10-2016-0163024	발광 장치의 제조 방법, 발광 장치, 및 창문	출원(공개)

# 기술 동향

- 스마트 윈도우 제작 기술은 외부 환경 변화에 따라 자유로운 차폐가 가능한 **능동형 방식이 유리하며**, 그 중 **빠른 응답속도와 높은 투과율을 가지는 PDLC(고분자분산형) 방식**의 기술 개발이 활발히 진행 중

## 수동형 방식(기존)

- 유리 표면에 특정 물질 증착으로 차폐 효과
- 외부 환경 변화에 따른 **수동적 차폐 가능**

구분	광변색	열변색
원리	광여기	상전이
구동조건	UV	열 30~40°C
응답속도	5min	3min
투과율(%)	60~80	10~30

## 능동형 방식

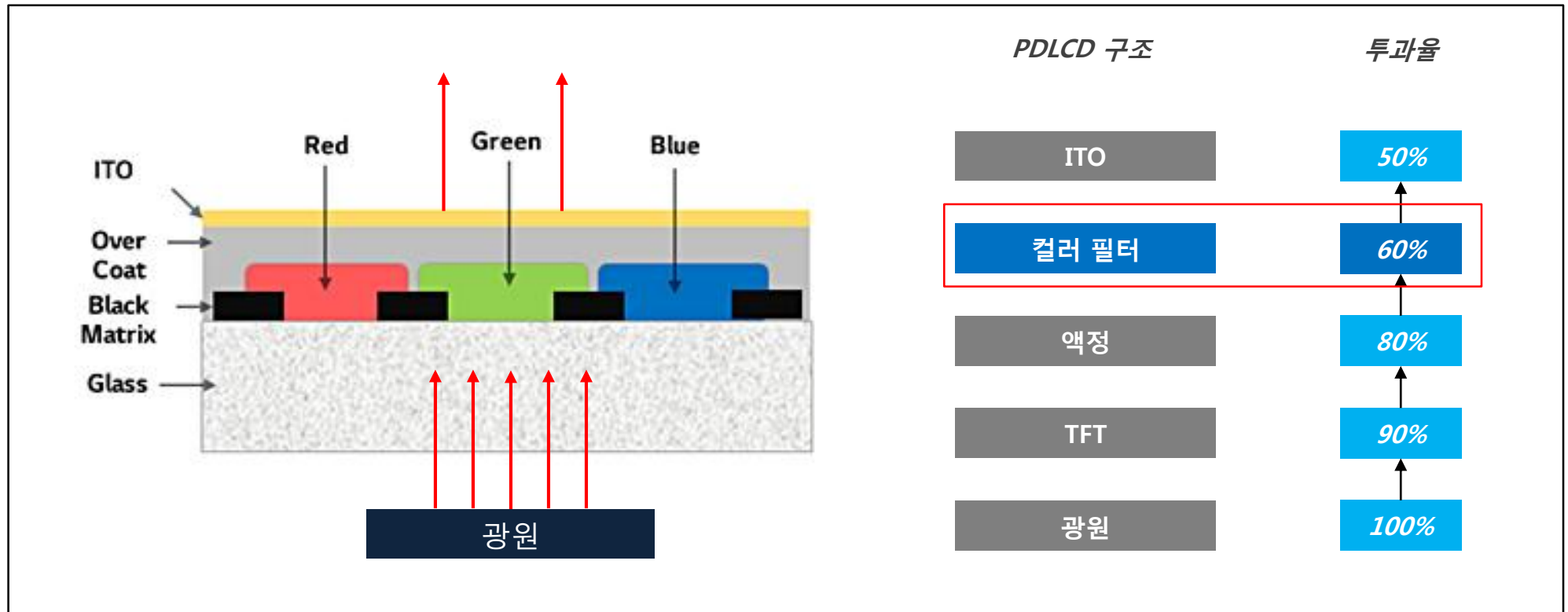
- 외부 전류 투입으로 투과율 변화
- 외부 환경 변화에 따라 **사용자가 자유롭게 차폐 기능 수행 가능**

구분	SPD (분극입자)	전기변색	PDLC (고분자분산형)
원리	분극입자배향 (광산란)	전하이동 (광흡수)	분극입자배향 (광산란)
구동조건	AC 30-100V	DC 1.5V	AC 30-100V
응답속도	100msec	1min	10msec
투과율(%)	5~70	5~80	70~80

\* 자료 : 세라믹소재, 2017, 중소기업 기술로드맵 재구성

## 기술 동향 : 투과도

- PDLC 기반 스마트 윈도우는 투명성 개선을 위한 **투과도 향상** 기술 개발이 필요하며, **컬러 필터 제거** 시 투과도 향상 가능

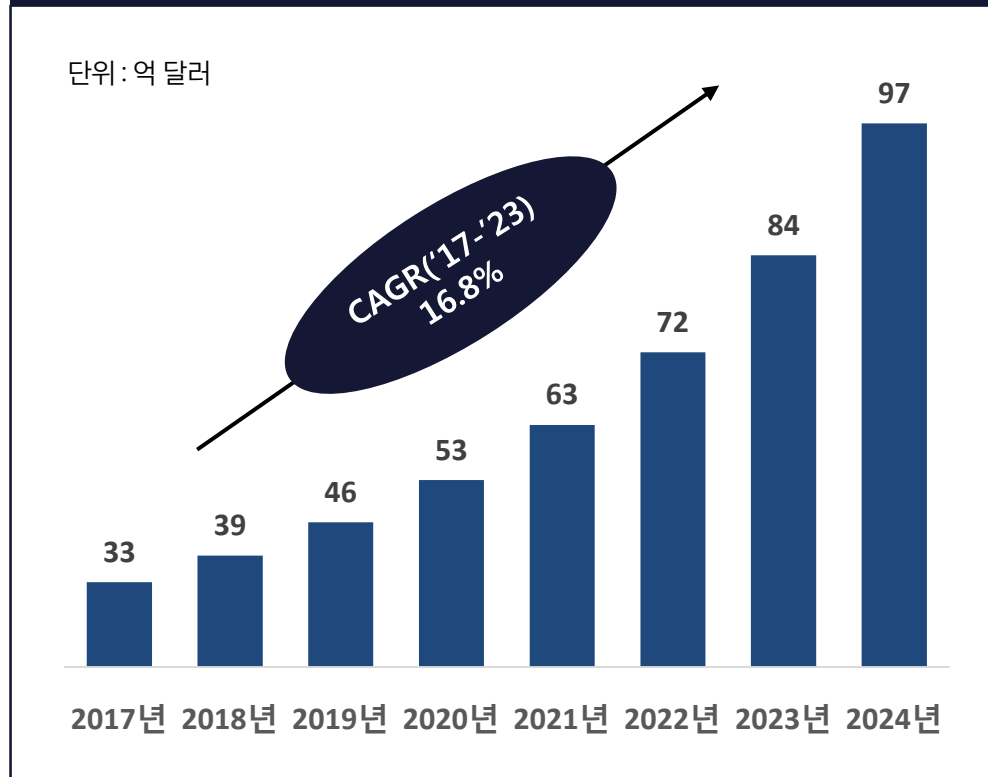


\* 자료 : 각종 언론보도자료 및 기술자료 재구성

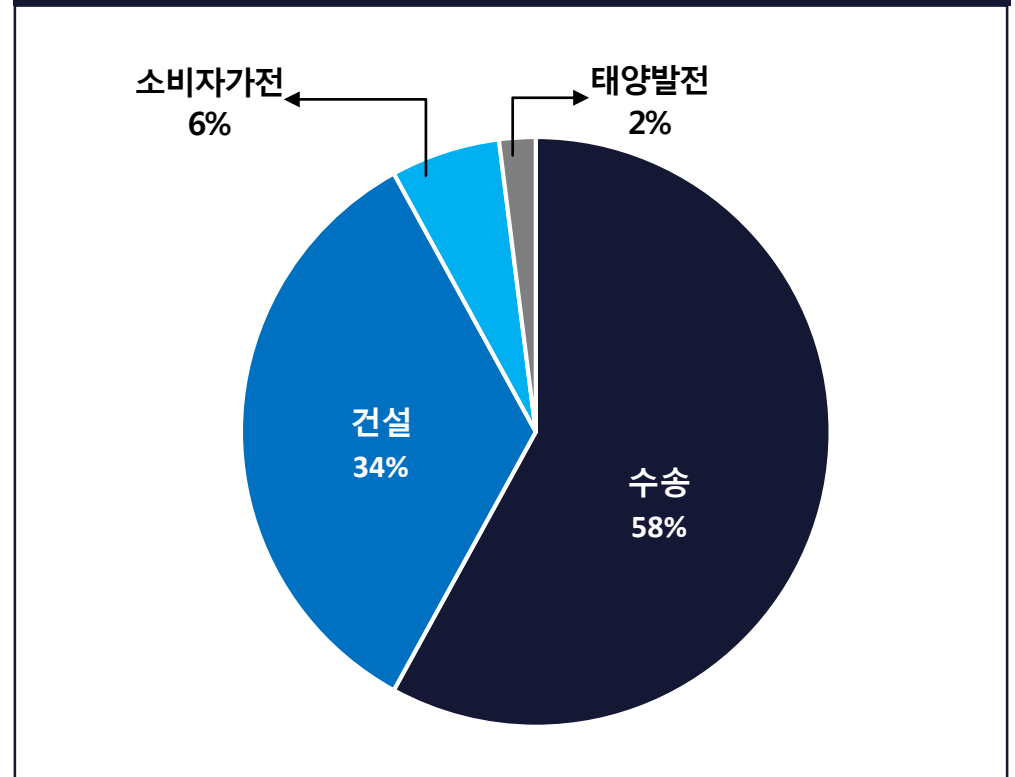
## 시장 동향 : 스마트 윈도우 시장전망

- 글로벌 스마트 윈도우 시장은 연평균 16.8%씩 성장하여 2024년까지 97억 달러로 성장 전망
- 글로벌 스마트 윈도우 응용분야 점유율은 2017년 기준 수송 58%, 건설 34%, 소비자가전 6%, 태양발전 2% 순으로 차지

### 글로벌 스마트 윈도우 시장



### 글로벌 스마트 윈도우 응용분야 점유율



\* 출처 : Smart Glass Market, 2018, Marketsandmarkets

# 시장 동향 : 스마트 윈도우 응용분야 시장전망

## 스마트 윈도우(건물용)

11억 달러  
(2017년)

연평균  
성장률  
18.6%

32억 달러  
(2023년)

\* 출처 : Smart Glass Market, 2018, Marketsandmarkets

## 자동차 윈도우

19억 달러  
(2017년)

연평균  
성장률  
15.3%

45억 달러  
(2023년)

\* 출처 : Smart Glass Market, 2018, Marketsandmarkets

## 소비자 가전

2억 달러  
(2017년)

연평균  
성장률  
17.5%

5억 달러  
(2023년)

\* 출처 : Smart Glass Market, 2018, Marketsandmarkets

## 태양광 발전

0.7억 달러  
(2017년)

연평균  
성장률  
14.8%

2억 달러  
(2023년)

\* 출처 : Smart Glass Market, 2018, Marketsandmarkets



## [참고] 국내 기업 현황

- 스마트 윈도우 국내 기업은 고분자 분산형 액정 기술을 활용한 필름 및 유리를 제조하여 건물 인테리어, 전자제품용 윈도우, 자동차용 스마트 윈도우 분야에서 수익 창출







<표> 국내 스마트 윈도우 관련 기업 현황

기업명	 (주)큐시스	 (주)피엔티	 디엠디스플레이(주)
본사	광주 북구 첨단벤처소로 16-3	경북 구미시 공단로 86-69	경기 화성시 동탄면 일반산업단지 19-6
대표자	홍진후	김준섭	임재운
사업분야	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ LCD 광학필름</li> <li>▪ 고분자 분산 액정 필름 제조</li> <li>▪ UV 코팅제 제조</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 전자소재용 장비</li> <li>▪ FCCL Coater</li> <li>▪ 기능성 필름 설비</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ PDLC 필름 및 유리 제조</li> </ul>
설립년도	2000년 4월 18일	2003년 12월 30일	1998년 4월 1일
고용인력	53	266	15
매출액(2017년)	100억 원	1,570억 원	48억 원
제품 사진			

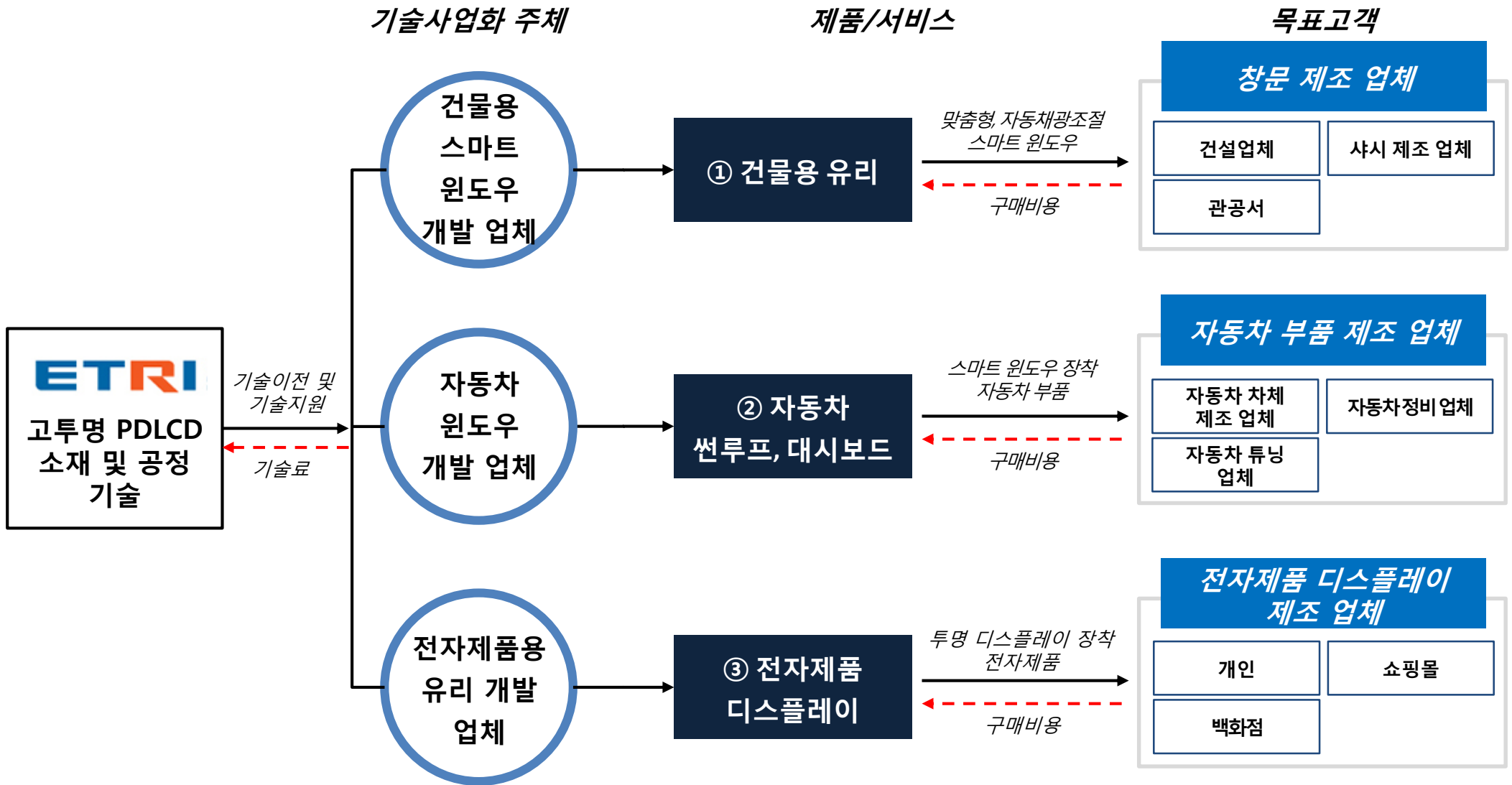
## [참고] 해외 스타트업 현황

- 투자 유치를 통해 성장하고 있는 해외 스타트업의 경우 에너지 효율이 높은 스마트 윈도우 기술을 보유하고 있으며, 대부분 건물용 스마트 윈도우 분야로 사업 진출

<표> 해외 스마트 윈도우 관련 스타트업 현황

기업명	 iGLASS Technology	 e-Chromic Technologies	 Ionic materials	 North	 Shenzhen Lochn Optics Technology	 ARGIL INC.	
본사	California (미국)	Colorado (미국)	Massachusetts (미국)	Ontario (미국)	Guangdong (중국)	Callifornia (USA)	
사업분야	<ul style="list-style-type: none"> <li>Energy Efficiency</li> <li>Green Building</li> <li>Smart Building</li> <li>Windows</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Energy Efficiency</li> <li>Smart Building</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Electronic devices</li> <li>Battery</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Consumer Electronics</li> <li>Google Glass</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Consumer Electronics</li> <li>Smart glass</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Smart window</li> </ul>	
설립년도	2014	2011	2012	2014	2014	2012	
고용인력	50	78	50	250	50	10	
투자현황	횟수	8	2	1	8	2	Unknown
	금액	\$6M	\$600K	\$65M	\$299.6M	\$2.9M	Unknown
기타	<ul style="list-style-type: none"> <li>Series B Type</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Seed Type</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Series C Type</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Grant</li> </ul>			

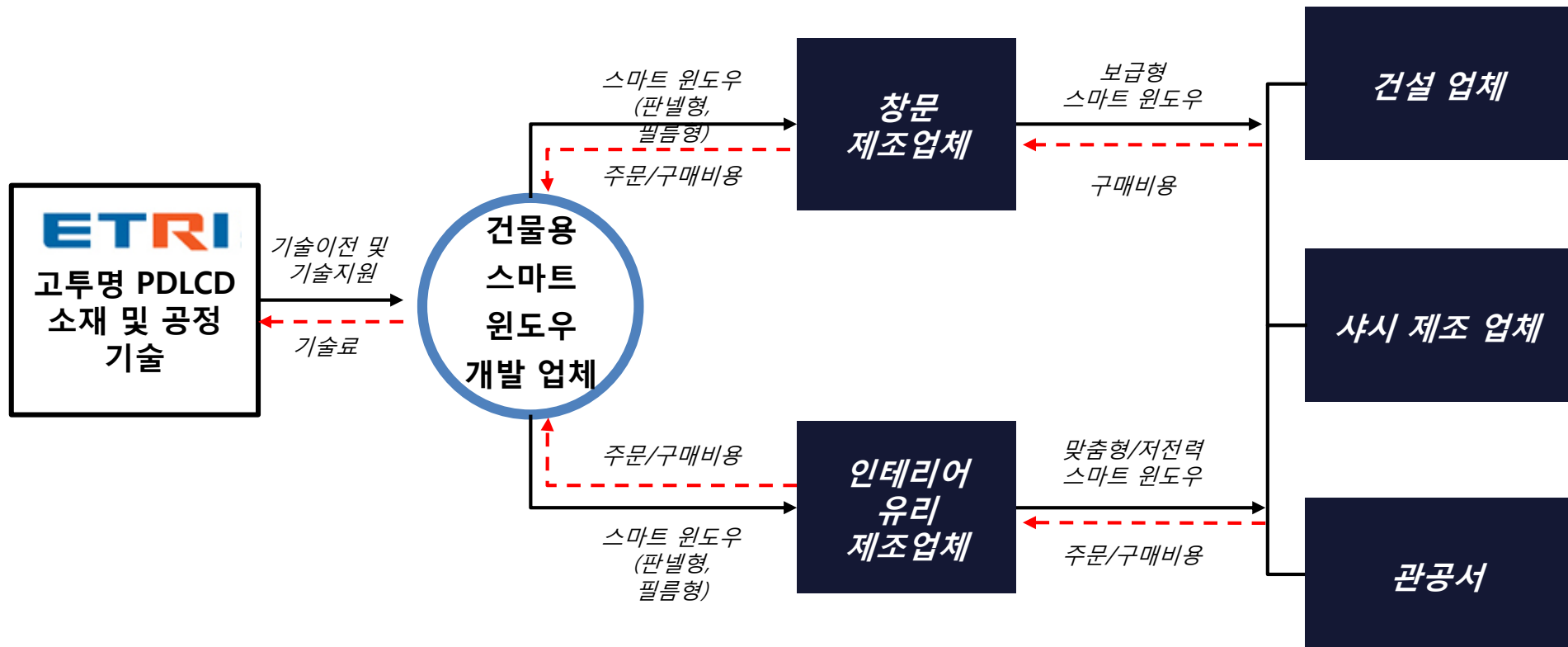
# 비즈니스 모델 Overview



## BM ① 건물용 스마트 윈도우

- 자동 채광량 조절 가능한 건물용 외부 스마트 윈도우 제공
- 인테리어, 사생활 보호, 저전력의 사용자 맞춤형 사진 및 영상이 구현되는 스마트 윈도우 제공

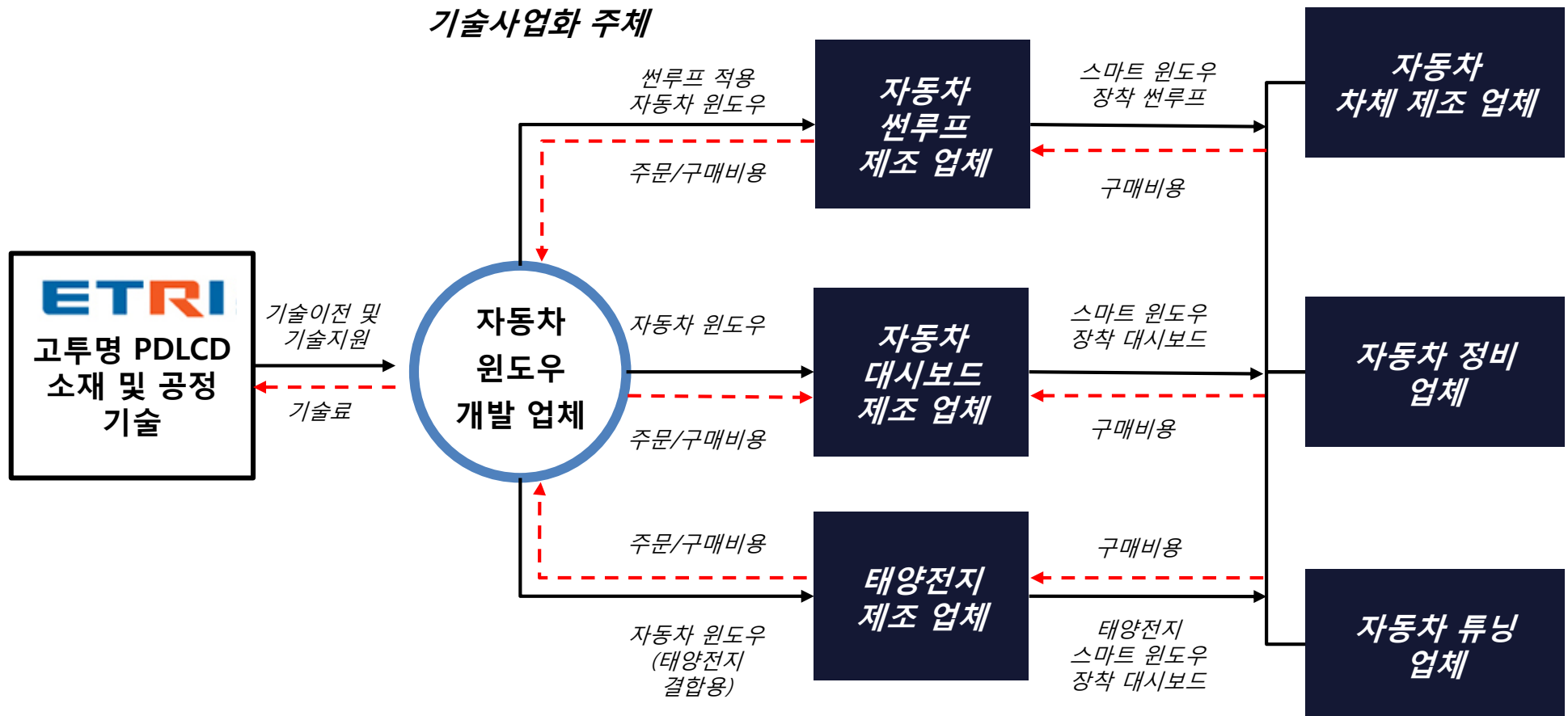
### 기술사업화 주체



# BM ② 자동차 윈도우

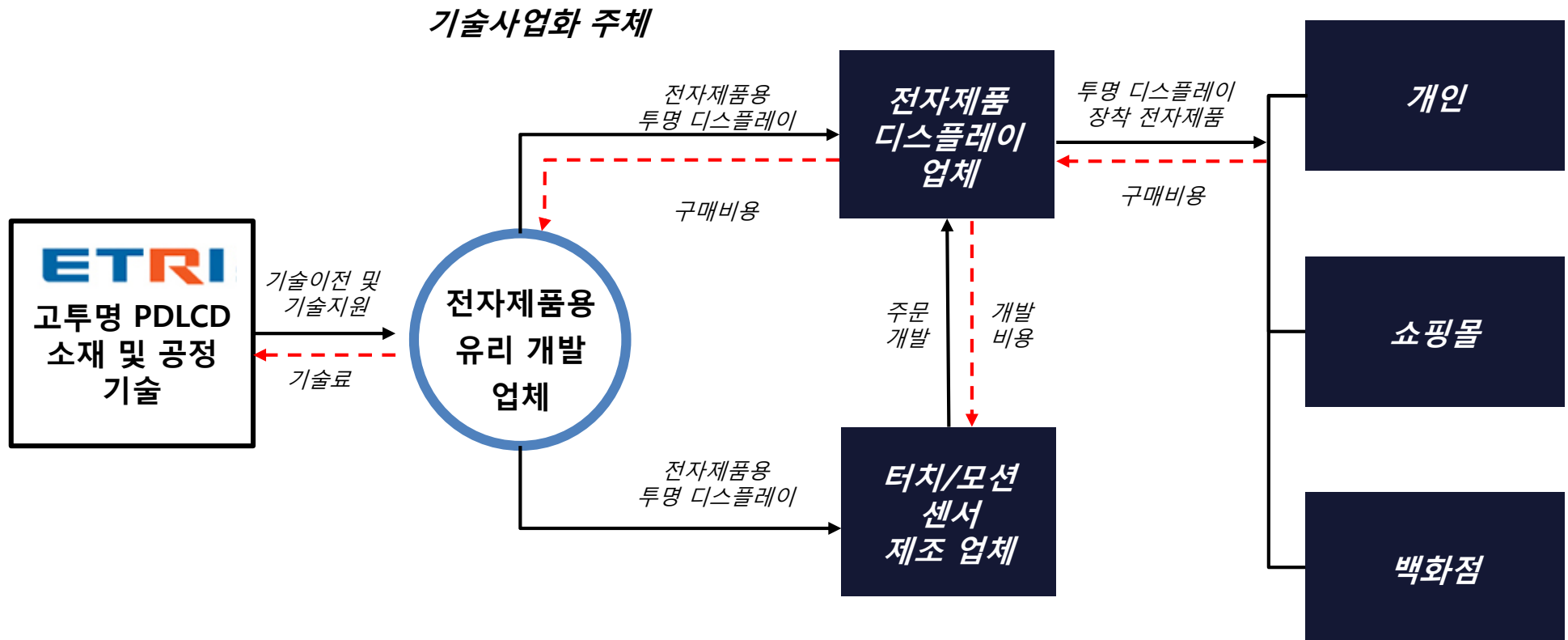
- 주변 환경에 따라 능동적으로 **채광량을 조절**하여 차량 내부 환경 제어 가능한 **썬루프** 제공
- 운행정보 표시가 가능한 자동차 **대시보드 매립형 디스플레이** 제공
- 태양전지와 결합한 **에너지 절감형 자동차 윈도우** 제공

## 기술사업화 주체



## BM ③ 전자제품용 유리

- 사용자 편의에 따른 불투명/투명 조절이 가능한 전자제품용 투명 디스플레이 제공
- 주변 환경에 따라 자동으로 밝기 조절이 가능한 투명 디스플레이 장착 전자제품 제공
- 터치/모션 센서가 적용된 투명 디스플레이 장착 전자제품 제공



# ETRI 개발기술 도입 통한 사업화 프로세스



## BM 선정 / 구체화(6개월)

### 기업 맞춤형 BM 구체화

- 사업화 아이디어 선정
- 목표시장 별 서비스 수요 파악
- 수요 맞춤형 BM 수립

## 상용화 개발(6개월)

### BM 기반 제품/서비스 개발

- 기업 맞춤형 솔루션 개발 추진
- 제품/서비스 상용화 Test 실시(연구자 자문)

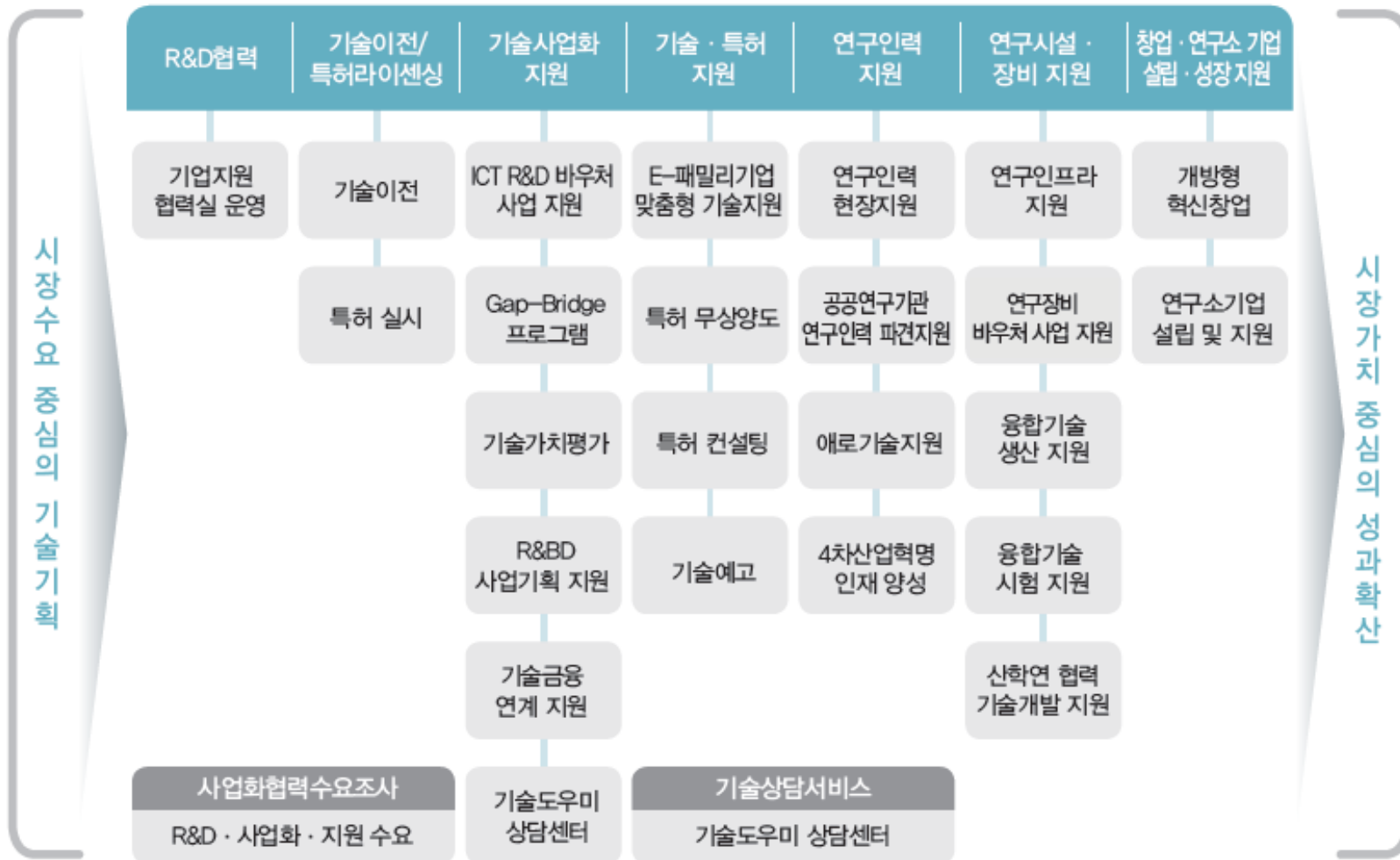
## 양산 및 사업화(6개월)

### BM 적용 제품 양산/판매

- 솔루션 연계 서비스 개발
- 홍보 및 마케팅 위한 산업진흥기관 지원사업 연계
- 솔루션 기술보호 위한 신규 IP 확보

# ETRI 기업지원 프로그램

## 기술사업화플랫폼 ETRI PLUS





## (참고) 정부 추가개발 사업화 지원 사업 안내(기술이전 조건부)

사업명	기술이전사업화 지원사업	R&D 재발견 프로젝트	중대형복합기술사업화지원사업
공고기관	연구개발특구진흥재단 (www.innopolis.or.kr)	한국산업기술진흥원 (www.kiat.or.kr)	과학기술일자리진흥원 (www.compa.re.kr)
사업비 (2018년 기준)	1년 기준 2억 원	1년 기준 4억 원	1년 기준 7.5억 원
신청자격	특구 내 공공연구기관 기술도입기업 또는 추천기술 도입기업	NTB 사이트 등록된 공공연구기관 기술도입 기업	Tech-BM 검증지원사업 통한 경쟁
공고시기 (2018년 기준)	2월 또는 3월	3월	2월

## 기술이전 문의

---



ETRI 사업화협력실

042-860-1804 / [hominkim@etri.re.kr](mailto:hominkim@etri.re.kr)