

# 붙임 3 대표성과 후보 추천서 양식

① 요약본

※ 분량 : 1페이지 이내

## 2021년도 ETRI 10대 대표성과 후보 추천서(요약)

성과Track	기초·미래선도	산업육성	국가·사회문제해결	
		○		
협약(세부)과제명	1. ICT 창의 기술개발(1711123225) 2. 마이크로 LED 전사·접합 일괄 공정용 다기능 핵심소재 기술 개발(1711129863)			
과제번호	협약(세부) 과제번호		NTIS 과제번호	
	21ZB1100, 21JB3200		1711123225, 1711129863	
성과목표	ICT 창의기술 개발			
총 연구기간	2006년 3월 1일 ~ 2021년 12월 1일			
총 연구비	총 40,000백만원		정부: 40,000백만원	
			민간: 0백만원	
연구책임자	연구자 성명	직할부서	연구본부/연구실	직위/직급
	최광성	ICT창의연구소	미래원천연구본부	책임연구원
<b>성과 정보</b>				
성과 내용	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 세계 최초 마이크로 LED를 한 번의 공정으로 전사와 접합 구현 기술개발 (SITRAB, Simultaneous Transfer and Bonding) 기술 개발               <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ 마이크로 LED 상용화의 가장 큰 걸림돌인 전사, 접합, 불량 화소 수리 문제를 해결</li> <li>▪ 기존 기술 대비 장비 투자비 1/10, 생산성 10배, 소재 비용 1/100, 불량화소 수리비용 및 시간 1/100 감소 효과</li> <li>▪ 고유의 SITRAB (Simultaneous Transfer and Bonding) 접착 소재 기반 독자적 공정 기술 확보 (S급 2건, 총 34건)</li> <li>▪ 한국특허전략개발원 주관 정부 R&amp;D 특허 전략 사업 결과 소재 공정 각각 '원천성 있음' 결과 확보</li> </ul> </li> </ul>			
대표성과 1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- KBS등 7개 방송사와 중앙일보 포함 10개 신문사를 통한 홍보</li> <li>- 소부장 성과 보고회 전시 및 과기부장관시연 (2021년 7월)</li> <li>- 산업기술 R&amp;D 대전 전시, Tech-Biz Korea21 전시, 한국전자전 전시 대한민국과학기술대전 참가 예정</li> <li>- Thermochemical Mechanism of the Epoxy-Glutamic Acid Reaction with Sn-3.0 Ag-0.5 Cu Solder Powder for Electrical Joining, Polymers, Vol.14, No.6, IF 4.329, 2021년 3월</li> <li>- Simultaneous Transfer and Bonding (SITRAB) Process for Mini-LED Display, SID Display Week, Latest News Paper로 발표, 2021년 5월</li> <li>- 레이저를 이용한 접합 공정, 11107790, 2021년 8월, 등록, 미국</li> <li>- 불량 소자의 리워크 방법 및 이를 이용한 리워크 장치, 2021-0071012, 2021년 6월 출원</li> <li>- 소자의 전사, 접합 및 리워크 공정을 위한 도전 접착제용 필름, 그의 경화물 및 그의 제조 방법, 2021-0061596, 2021년 5월 출원, 대한민국</li> <li>- 소자의 전사 및 접합 방법, 2021-0035840, 2021년 3월 출원, 대한민국</li> </ul>			
대표성과 2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 기술이전용 기술가치 평가: 기술보증기금 (61.7억원, S 관련사 한정), 2021년 11월</li> <li>- Laser-Assisted Bonding 기반 접합 기술 기술이전 계약, 100백만원, 2019년 11월</li> <li>- 미국 A사 평가용 마이크로 LED 스마트워치 접합 최초 구현 완료 (국내 S사)</li> </ul>			

## 2021년도 ETRI 10대 대표성과 후보 추천 요약서(상세)

### 1. 성과명

세계 최초 차세대 마이크로 LED 디스플레이 동시 전사 접합 기술(SITRAP)

### 2. 성과내용

#### 기술개발 목표달성도

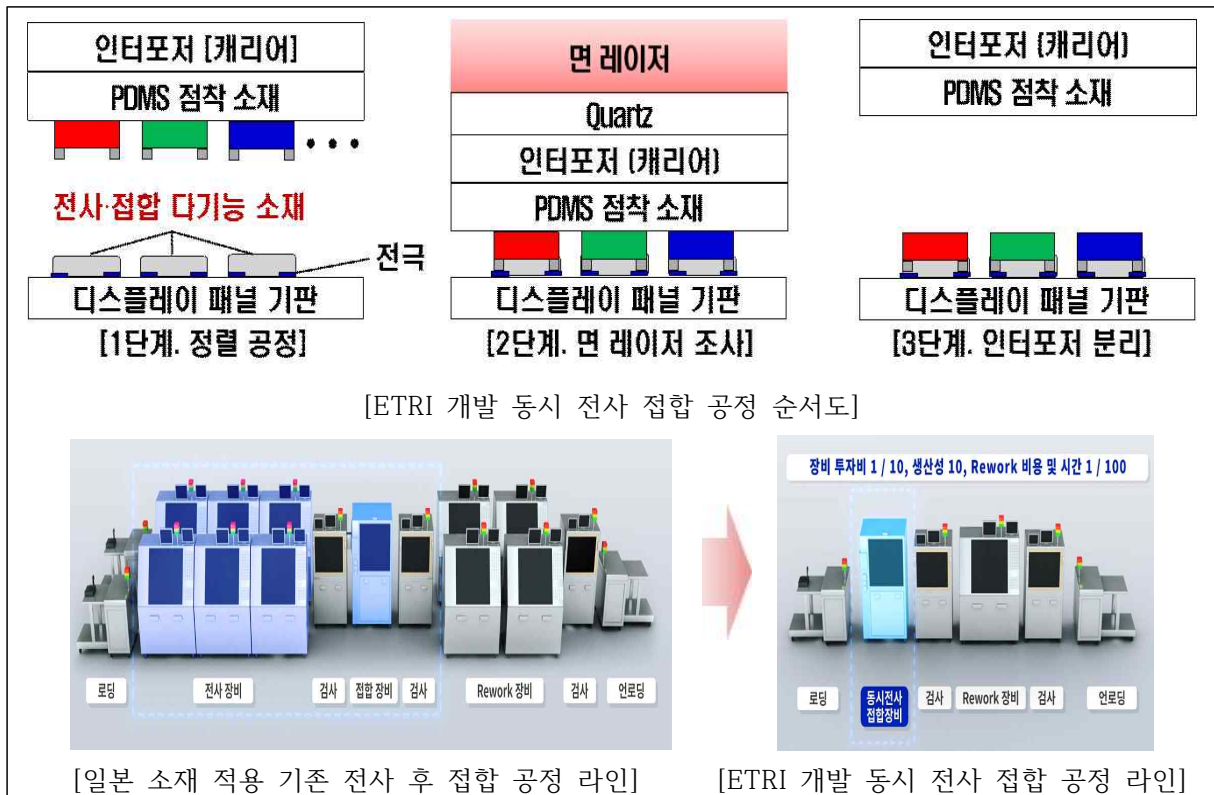
기술적 선점이 필요한 분야

- 마이크로 LED 디스플레이 적용 분야
  - TV, 사이니지 등 대형 디스플레이
  - 노트북, 패드 등 중형 디스플레이
  - 스마트폰, 스마트워치 등 소형 디스플레이
  - AR·VR 등 마이크로 디스플레이

기술개발 목표

- 마이크로 LED 동시 전사 접합 기술개발
  - (목표 ①) 전사 공정과 접합 공정을 한 번에 수행하는 기술개발
  - (목표 ②) 불량 화소 수리를 2단계 공정으로 완성하는 기술개발
  - (목표 ③) 일본 소재 기업에 100% 의존하는 전사 접합 소재 국산화

<기술개발 개념도>



□ 기술개발 목표의 달성성과 및 핵심기술 확보

[개발목표 ①] 전사 공정과 접합 공정을 한 번에 수행하는 기술개발

- ➔ 동시 전사·접합 기술, SITRAB (Simultaneous Transfer and Bonding) 개발
- ➔ (핵심기술 확보)
  - 세계 최초 면 레이저 조사에 의한 금속간 화합물 형성 기술 개발
  - 세계 최초 열 공정 동안 정렬 오차가 없는 공정 개발
  - 10초 이내 동시 전사 접합 공정 완료 기술 개발

[개발목표 ②] 불량 화소 수리를 2단계 공정으로 완성하는 기술개발

- ➔ 2단계 공정으로 불량 화소 수리 공정 기술 개발 (기존: 5단계)
- ➔ (핵심기술 확보)
  - 세계 최초 면 레이저 조사에서 물성이 변하지 않는 공정 및 소재 개발
  - 동일 공정 최대 5회 반복에도 적용 가능한 신소재 개발

[개발목표 ③] 일본 소재 기업에 100% 의존하는 전사 접합 소재 국산화

- ➔ ETRI 원천 기술의 SITRAB 접착제 개발
- ➔ (핵심기술 확보)
  - 면 레이저의 짧은 조사 시간에 반응하는 신소재 기술 확보
  - 다양한 슬더의 산화막 제어 기술 확보
  - 무세척, 무 흡(fume) 신소재 개발
  - 소재의 상온 안정성 확보와 페이스트 및 필름형 소재 개발

[개발목표 ④] 기술분류에 따른 특허 망 구축

- ➔ 2019년부터 2021년까지 국내 특허 16건, 국제 특허 8건 출원 및 1건 등록

구분	No	관리번호	발명의 명칭	출원번호	출원일	등록번호	등록일
국내	1	PR20210261KR	레이저 접합 공정 광원의 광-열 변환 효율 조절 방법	2021-0080104	2021-06-21		
	2	PR20210217KR	불량 소자의 리워크 방법 및 이를 이용한 리워크 장치	2021-0071012	2021-06-01		
	3	PR20210205KR	반도체 패키지의 제조 방법	2021-0134767	2021-10-12		
	4	PR20210191KR	전자 디바이스 및 이의 수리 방법	2021-0096202	2021-07-22		
	5	PR20210185KR	소자의 전사, 접합 및 리워크 공정을 위한 도전 접착제용 필름, 그의 경화물 및 그의 제조 방법	2021-0061596	2021-05-12		
	6	PR20200584KR	레이저를 이용한 접합 공정	2020-0126348	2020-09-28		
	7	PR20200488KR	도전 접착제용 조성물, 이의 경화물을 포함하는 반도체 패키지, 및 이를 이용한 반도체	2021-0101819	2021-08-03		
	8	PR20200120KR	소자의 전사 및 접합 방법	2020-0044832	2020-04-13		
	9	PR20200032KR	레이저를 이용한 2개의 전극을 가진 디바이스 접합 공정	2020-0016388	2020-02-11		
	10	PR20190766KR	레이저를 이용한 전사 및 접합 방법	2020-0020382	2020-02-19		
	11	PR20190342KR	플립칩 본딩 장치 및 이를 이용한 플립칩 본딩 방법	2019-0137619	2019-10-31		
	12	PR20190042KR	레이저 공정용 반도체 접합소재 제조 기술	2019-0020126	2019-02-20		
	13	PR20190033KR	레이저 접합 방법	2019-0061316	2019-05-24		
	14	PR20180886KR	레이저를 이용한 접합 방법	2019-0023298	2019-02-27		
	15	PR20180790KR	표면 실장형 태양광 모듈 제조 방법	2019-0002966	2019-01-09		
	16	PR20180406KR	레이저를 이용한 접합 공정	2019-0014642	2019-02-07		
국외	1	PR20200584US	레이저를 이용한 접합 공정	17399754	2021-08-11		
	2	PR20200488US	도전 접착제용 조성물, 이의 경화물을 포함하는 반도체 패키지, 및 이를 이용한 반도체	17467557	2021-09-07		
	3	PR20200264US	도전 접착용 와이어	17364128	2021-06-30		
	4	PR20200120US	소자의 전사 및 접합 방법	17228310	2021-04-12		
	5	PR20190766US	레이저 및 전사 접합 다기능 소재를 이용한 전사 접합 일괄 공정	17178571	2021-02-18		
	6	PR20190042US	레이저 공정용 반도체 접합소재 제조 기술	16795009	2020-02-19		
	7	PR20180406US	레이저를 이용한 접합 공정	16555060	2019-08-29	11107790	2021-08-31
	8	PR20180113US	개질된 무기필러 및 유기필러를 이용한 전자패키징용 소재의 공정안정성 및 치수안	16356615	2019-03-18		

### 3. 우수성 및 차별성

#### 기술수준 향상 성과

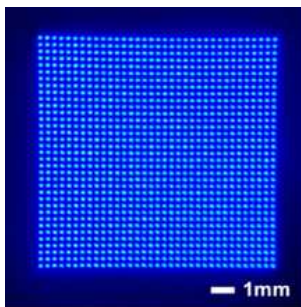
- 세계 최고 수준의 Showa Denko사 (일)의 최신 기술 대비 100% 향상 달성
  - Showa Denko사는 디스플레이 업계가 요구하는 특수 솔더 표면처리 기술없음
  - Showa Denko사는 전사 접합 공정 후 마이크로 LED 점등하지 못함
  - Showa Denko사는 접합 공정에서 발생하는 정렬 오차를 극복하지 못함
- 세계 최고 수준의 X Display사 (미)의 최신 기술 대비 100% 향상 달성
  - X-Display사는 전사 이후 접합 공정 수행
  - X-Display사는 불량 화소 수리 공정에 대한 기술적 해결책 없음
  - X-Display 전사 장비 대당 가격 10억원

#### 세계 최고 수준 대비 연구개발 수준

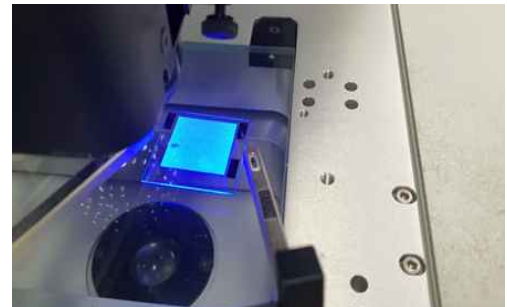
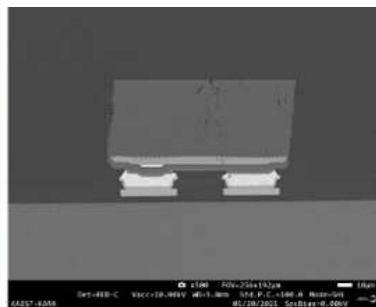
- (100%) 세계 최고 수준
  - 세계 최초로 전사, 접합, 불량 화소 수리에 대한 일괄 솔루션 제공
  - 순수 국내 소재 기술 및 소재의 모든 구성물로 국산화 완료

#### 기술수준 공인 성과

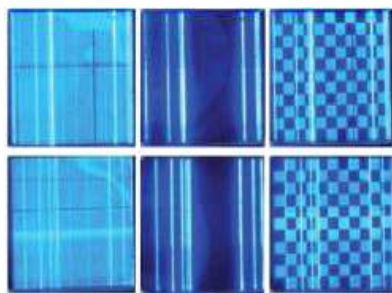
- 한국특허전략개발원 주관 정부 R&D 특허 전략 사업 결과 소재 공정 각각 ‘원천성 있음’ 결과 확보
- 기술이전용 기술 가치 평가 완료: 기술보증기금 (61.7억원, S 관련사 한정)
- 국내 기업체와 마이크로 LED 디스플레이 개발에 본 기술 적용 및 검증



[S사 미니 LED]



[C사 마이크로 LED]



[S사 스마트워치]



[L사 스마트안경]

○ 중앙일보, 매일경제 등 언론홍보

The JoongAng 2021년 08월 19일 목요일 09:00면 3쪽

## "800만원대 8K TV 가능" 차세대 디스플레이 공정 개발됐다

(이소진 기자)

**ETRI, 마이크로LED 신소재 개발 "가장 2개 공정을 합쳐 비용을 절감" 네덜란드 장비 '리브로' 오기도**

"모든 유럽과 아시아에 있는 반도체 반도체 공(회사에서) 면피를 자주 받습니다. 네덜란드 ETRI 같은 곳에서도 회사에서 기술 이전을 해달라고 요청합니다."

ETRI, 최성호 과학기술정책연구원 부차장(ETRI)은 다기능소재(ETRI)를 개발했다. 국내 연구진이 개발한 차세대 디스플레이 기술에 전 세계가 주목하고 있다는 얘기다. TV나 노트북 스크린 같은 전자제품에 두루 적용되는 디스플레이 공정을 간소하게 압축하는 데 성공하면서 기대를 모았다.

반도체(마이크로LED)는 손상을 일으키는 가시광선 빛을 내는 반도체 소자다. 이 가운데 매우 작은(30~100nm) LED를 광원으로 사용하는 디스플레이를 마이크로LED라고 부른다. 액정 디스플레이(LCD)나 유기발광다이오드(OLED)보다 색상이 선명하고 밝은 빛을 낼 수 있다. 한편 색상과 밝기를 조절하는 색소도 개발하고 가격도 낮추는 데 성공했다. 현재 반도체 공정을 도입해 마이크로LED를 제조하고, 이렇게 만든 LED를 다시 디스플레이에 대면로 붙여준다(전사 공정). 심는(공정) 공정 과정을 거쳐 대량 생산한다. (ETRI)는 8K TV(8Kx4320)를 만들려면 마이크로LED를 1억 개가량

안착시켜야 한다. 이렇게 미세한 LED를 일일이 디스플레이에 부착해 묻지 않는다는 장점이 있다. 디스플레이 제조에 필요한 소재는 대부분 수입에 의존하고 있다. 가격도 비싸다. 실제로 삼성전자가 올 2월 출시한 130인치 마이크로LED TV의 판매가격은 1억3000만원이다.

한국전자통신연구원(ETRI)은 이런 문제를 해결하기 위해 '사이드랩(SideLab)'이라는 신소재를 자체 개발했다. 사이드랩 합성에 마이크로LED를 혼합하고, 레이저를 쬐면 전사-정합 공정이 동시에 이뤄진다. 최성호 부장은 "전사도 정합 공정도 하나로 합치면 공정이 줄어들어 장비 투자를 절감할 수 있다"며 "기술이 상용화되면 8K 마이크로LED TV의 경우 현재 20분의 1 수준인 300만원대에 공급 가능하겠다"고 말했다.

ETRI에 따르면 이 기술이 산업 현장에 적용되면 현재 양산 중인 디스플레이의 생산 시간과 비용을 획기적으로 줄일 수 있다.

연출된 ETRI ETRI(연구)소 부장은 "가장 공정을 비교해 소자는 1%, 장비 투자비는 30% 정도, 수리 비용 역시 1% 수준으로 감축할 수 있다"고 말했다.

공정이 간소화되면서 불량률이 낮아지고 공장 운영 수리가 가능하다는 사실도 주목할 만하다. 현재 양산 중인 마이크로LED 디스플레이 공정은 고장 날 경우 수리가 불가능해 모두 폐기

서버했다. 유럽과 일본 업체에서 구애가 잇따른 것도 이런 경쟁력을 가져서다. 시장 조사업체인 IDC에 따르면 마이크로LED 시장은 연평균 성장률 2027년에 70억 달러(약 9250억 원)에 이를 전망이다. 최 부장은 "ETRI의 신기술은 고해상도(가시) 카메라(가시) 등 기술적으로 삼성디스플레이(LG디스플레이) 등 세계적 업체가 적용 중인 공정보다 우수하다"고 평가했다.

ETRI는 이 기술을 삼성디스플레이(LG디스플레이) 등에 공급하는 국내 공(회사)에 대해 기술 이전하는 방안을 협의 중이다.

이소진 기자 isojin@joongang.co.kr

○ KBS 등 방송홍보



### 4. 성과의 활용도 및 파급효과

경제 활성화 효과

기업 경쟁력 향상

- 마이크로 LED 전사, 접합 소재 및 장비는 모두 일본, 미국, 싱가포르 등 해외 업체에 의존하고 있는 실정이었음. 특히 소재는 100% 일본에 의존하고 있음.
- ETRI가 원천 기술을 보유한 소재와 공정 (장비)를 국내 기업에 기술 이전함으로써 국내 기업이 마이크로 LED 소부장 관련 원천기술을 보유하게 함으로써 마이크로 LED 디스플레이 관련 소부장을 국산화할 뿐만 아니라 핵심 기술 생태계를 국내에 구축함으로써 디스플레이 시스템 산업의 국제 경쟁력을 향상시켜 마이크로 LED 디스플레이를 가장 먼저 상용화할 수 있음

산업 경쟁력 향상

- 차세대 디스플레이로 주목받고 있는 마이크로 LED는 OLED 대비 높은 효율, 고해상도, 높은 휘도, 빠른 응답속도, 대면적 구현 용이 등의 장점으로 미국, 일본, 대만, 중국, 유럽이 상용화에 박차를 가하고 있음

- 세계 최초로 마이크로 LED 상용화의 가장 큰 걸림돌인 전사, 접합, 불량 화소 수리 문제를 해결함으로써 마이크로 LED 디스플레이 관련 산업체의 국제 경쟁력 향상

경제적 파급효과

- (파급효과 전망)
  - 마이크로 LED 디스플레이는 27년 110억불로 성장할 것이 예상되고 21년부터 스마트폰과 스마트 워치 분야에서 연평균 116% 성장 예측됨 (Omdia 2020)
  - 상기 시장을 선점할 수 있고 전사, 접합, 불량 화소 수리 분야에 산업계 표준 소재, 표준 부품, 표준 장비로 자리매김할 수 있음

국가·사회적 파급효과

- 해결해야 할 국가·사회문제
  - LCD, OLED 다음으로 주목받고 있는 차세대 디스플레이인 마이크로 LED는 미국, 일본, 대만, 중국에 비해 기술 개발 시기, 투자 시기가 늦어 이 분야에 주도권을 상실할 우려가 높음
  - 마이크로 LED 전사, 접합과 관련하여 일본에 소재를 의존하고, 미국과 싱가포르 등에 장비를 의존함으로써 인해 기술적으로 종속되고 있음
- 성과에서 개발된 기술적 솔루션
  - 한번의 공정으로 전사와 접합 완료
  - 기존 5단계의 불량 화소 수리 공정을 2단계로 간략화
  - 일본 소재 기업에 100% 의존했던 소재의 국산화를 뛰어넘는 초격차 소재 설계 기술 확보
- 국가·사회적 파급효과
  - 차세대 디스플레이로 주목 받고 있는 마이크로 LED 디스플레이에서 종주국의 위상을 유지함은 물론 미국, 일본, 대만, 중국과 초격차 확보
  - TV, 사이니지, 노트북, 패드, 스마트폰, 스마트워치, AR·VR 용 디스플레이등 다양한 시장을 갖고 있는 마이크로 LED 관련 국내 소부장 업체의 기술 경쟁력 확보로 인해 관련 산업 육성, 외국의 기술적 종속 문제 해결 및 관련 분야 차세대 먹거리 확보