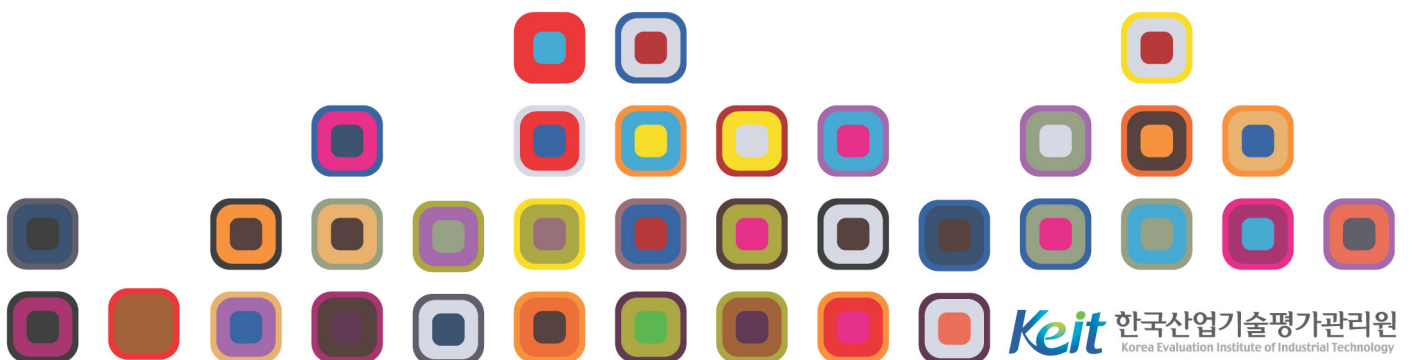


이슈 2

OLED 조명 기술 동향 및 전망

문대규 디스플레이 PD



2. 디스플레이 OLED 조명 기술 동향 및 전망

□ OLED 조명 특징 및 현황

- OLED(Organic Light Emitting Diode) 조명은 친환경 유기소재를 이용한 발광다이오드 기술을 기반으로 한 면광원과 이를 이용한 조명
- OLED 조명은 수은·납 등 중금속을 사용하지 않고 에너지 절감효과가 우수한 고효율 특성으로 인해 기존 조명을 대체할 차세대 친환경/에너지절감 차세대 광원
- OLED 조명은 2010년 600만 달러에서 2015년 29억 달러로 연평균 244% 성장할 것으로 예측
- 일본, 유럽, 미국이 기술을 선도하고, 한국은 선도국가들을 추격하는 단계

□ 국내외 연구개발 동향

- 미국 : DOE는 OLED조명개발을 장기 국가 프로젝트로 수행하고 있으며, 2020년까지 200 lm/W의 효율을 갖는 OLED 광원 개발을 목표
- 유럽 : OLED 조명 개발을 위해 EU 차원의 프로젝트와 독일, 영국 등 개별 국가 차원의 프로젝트가 오스람, 필립스 등을 중심으로 한 컨소시엄을 통해 수행 중
- 일본 : OLED 조명을 LED 조명과 함께 차세대 조명산업으로 성장 시키겠다는 전략에 따라 기술 개발 추진 중

- 국내 : 지경부 지원 정부과제를 중심으로 OLED조명용 패널 원천기술 및 생산장비 기술 개발을 추진 중

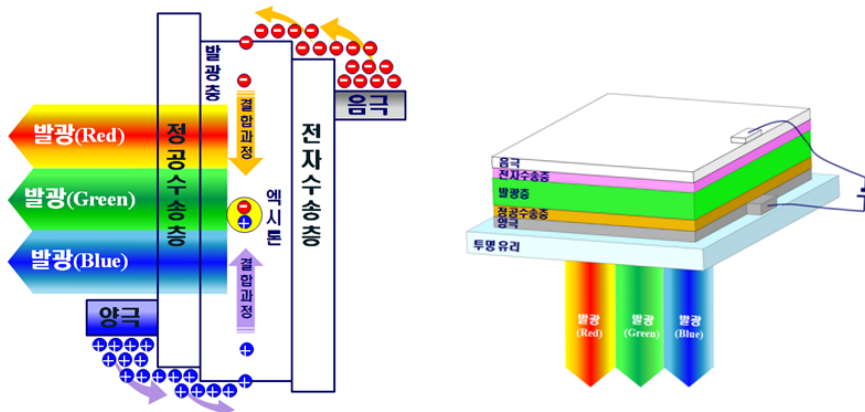
□ 정부지원 전략 및 향후계획

- “2015년 세계 제1위 OLED 조명 생산국 실현“의 비전과 2015년 세계 시장 점유율 30%를 목표로 세부 실천 전략을 도출하고 세부과제를 지원 중
- 향후, OLED 조명 산업의 안정적인 발전을 위하여 OLED 면광원용 부품/소재 기술 및 차세대 OLED 패널 기술 개발 지원과 더불어 안정적 성장 인프라 구축을 확대해 나갈 계획

I. OLED 조명 개요

1. 개념 및 정의

- OLED(Organic Light Emitting Diode) 조명은 친환경 유기소재를 이용한 발광다이오드 기술을 기반으로 한 면광원과 이를 이용한 조명을 일컫음



[그림 1 : OLED 발광 원리 및 구조]

- OLED는 유리나 플라스틱으로 구성된 기판 위에 양극과 음극의 두 전극 사이에 유기발광 반도체 소재를 삽입하여 전압이 가해지면, 음극과 양극에서 각각 전자와 정공이 유기층 내로 주입되고 유기층 내에서 전자-정공의 재결합 과정을 거쳐 빛이 발생됨
- OLED에 사용되는 유기 박막은 대면적으로 제조가 가능하여 부가적인 부품 및 공정없이 고효율 대면적 면광원으로의 제조가 가능하며, 이를 이용하여 다양한 디자인의 등기구 제작이 가능함.



[그림 2 : OLED 면광원과 이를 이용한 등기구]

2. OLED 조명 특징

- OLED 조명은 수은·납 등 중금속을 사용하지 않고 친환경 유기소재를 이용한 발광다이오드로 양극구조의 면광원 조명으로 차세대 친환경 조명이며, 에너지 절감효과가 우수한 고효율 특성으로 인해 LED 조명과 함께 기존 조명을 대체할 차세대 광원으로 각광 받고 있음
- OLED 조명은 점이나 선광원 뿐 아니라 넓은 면적의 패널조명도 구현이 가능해 두께 2~3mm의 초슬림 제품을 제작할 수 있고, 투명, 플렉시블 조명으로도 구현이 가능하여 디자인 자유도가 매우 높은 특징을 가지고 있음



[그림 3 : OLED 조명의 특징]

- OLED 조명은 디스플레이에서 요구되는 미세패턴과 박막트랜지스터 (TFT), 화소 형성 등과 같은 단위 공정들이 필요 없는 등 OLED 디스플레이에 비해 공정이 단순하고 공정단가가 저렴해 디스플레이용 OLED와는 달리 중소기업에서도 생산이 가능함
- LED는 반도체칩을 사용하여 만들기 때문에 소형의 점광원이라는 특징을 있음. 점광원은 사람의 시선이 가지 않는 높은 곳에 설치해야 하고, 직접 바라보면 밝기가 너무 강하여 눈에 피로가 쉽게 생김
- OLED 조명은 자체가 면광원이며 확산광이라는 특징이 있는데, 확산 광은 눈의 피로감을 줄이고 낮은 높이에서 넓은 면적을 밝힐 수 있는 장점이 있음

[표 1 : LED와 OLED 조명의 비교]

구분	LED	OLED
구성도		
기판	고가의 사파이어 기판	저가의 유리 기판
제조 공정	반도체 공정과 유사	대면적 디스플레이 공정과 유사
주요 재료	무기반도체 재료	유기 발광재료
특징	<ul style="list-style-type: none"> - 점광원만 제조 가능 - 광속이 높아 눈부심이 강함 	<ul style="list-style-type: none"> - 면광원, 선광원, 점광원 등 다양한 형태 제조 가능 - 광속이 낮아 은은한 빛 발생
시장	시장 성장 단계	시장 진입 준비

* 자료 : 지식경제부, 2010

- OLED조명 핵심기술은 패널, 소재/부품, 장비 기술로 분류할 수 있음
 - 조명용 OLED 패널은 고효율 백색 OLED 패널에서 OLED 조명의 특성을 활용할 수 있는 투명, 색가변, 플렉시블 패널로 진화해 갈 것으로 예측
 - OLED조명용 소재/부품으로는 고효율 백색 OLED용 유기소재, 기판 소재/부품, 봉지 소재/부품, 구동 부품으로 나눌 수 있으며, 조명용 OLED 패널의 기술 경쟁력을 결정할 수 있는 중요한 핵심 기술로 예측
 - 대면적 제조 장비는 조명용 OLED 패널의 저가격화를 위한 핵심 기술로서 증착 장비, 봉지 장비, 물류시스템으로 분류할 수 있으며, 추후 증착장비는 프린팅 장비로 대체되어 궁극적인 저가격화를 실현할 것으로 예측



[그림 4 : OLED 조명 핵심 기술]

3. OLED 조명 응용분야

- OLED 조명은 형광등에 비해 가격이 10배 정도 비싸 당분간 특수 시장용으로 국한될 것이지만, OLED 광원시장은 2010년 이후 급속히 성장하여 10년 이내에 주력 성장시장으로 자리잡을 것으로 전망됨
- OLED 조명은 백열등 및 형광등을 대체할 것이며, 전체 조명시장에서 2020년에는 약 60%의 시장을 점유할 것으로 예상됨
- OLED 조명은 실내 조명 이외에도 비상등, 광고판, 차량용 후미등 및 실내등, TV·모니터·노트북PC·휴대전화의 BLU 등의 용도로 사용될 수 있어 광범위하게 응용될 것으로 예상됨
- OLED 조명은 환경-인간-빛이 교감하는 그린 휴먼 라이팅(Green Human Lighting)으로 조명문화의 패러다임 변화를 주도할 것임
- 미래 조명이 지향하는 에너지 절감, 친환경 요구와 더불어 환경, 인간, 조명이 교감하는 차세대 조명으로 발돋움할 것이며, 조명 공해로부터 자유로운 그린 휴먼 라이팅 환경을 주도할 것임



[그림 5 : OLED 조명의 향후 응용 전망]

II. 시장 전망 및 경제적 파급효과

1. 세계 시장 현황 및 전망

- OLED 조명산업은 OLED 조명용 패널을 제작하는데 필요한 효율적인 생산시스템의 개발이 최근에 시작되어 OLED 조명 시장이 형성되는 단계에 있음
- OLED 조명 제품을 출시한 유럽 오스람과 필립스라이팅을 비롯해 일본 루미오텍·코니카미놀타·파나소닉일렉트릭웍스, 미국 GE라이팅, 한국 LG화학 등 세계 여러 기업들이 2010년 OLED 광원 생산설비 구축에 들어갈 계획이며, 2011년 부터 생산을 본격화할 전망이다
- 세계 전체 조명산업(패널, 소재/부품, 장비, 등기구 분야 포함)은 2010년 1,119억 달러에서 2015년에는 1,440억 달러로 연평균 3.8%의 성장률을

보일 것으로 전망하고 있음. 광원 종류별로는 2011년 백열등이 694억 달러, 형광등이 554억 달러, LED 조명이 25억 달러, OLED 조명이 3억 달러가 될 것으로 예상됨

[표 2 : 세계 조명 산업 규모 및 점유율 전망]

(단위: 백만 달러, %)

구 분	2010	2011	2012	2013	2014	2015	CAGR ('10-'15)
형광등	47,694 (39.9)	55,473 (43.4)	61,084 (46.5)	66,695 (49.4)	73,306 (52.9)	77,917 (53.4)	10.3
백열등	69,698 (58.3)	69,437 (54.3)	66,007 (50.2)	62,578 (46.3)	59,149 (42.7)	55,719 (38.2)	-4.4
LED	2,000 (1.7)	2,495 (2.0)	3,244 (2.5)	4,217 (3.1)	5,482 (4.0)	7,126 (4.9)	28.9
OLED	6 (0.0)	226 (0.2)	432 (0.3)	1,136 (0.8)	1,638 (1.2)	2,902 (2.0)	244.3
전체	119,398	127,631	130,767	134,626	139,575	143,664	3.8

* 자료 : ETRI, 2010

- LED 조명은 2010년 20억 달러에서 2015년 71.3억 달러로 연평균 29%의 성장률을 보일 것으로 전망하며 OLED 조명은 2010년 600만 달러에서 2015년 29억 달러로 연평균 244% 성장할 것으로 예측됨
- 광원별 점유율을 보면, 2010년에는 형광등 39.9%, 백열등 58.3%, LED 1.7%, OLED 0.0%에서 2015년 형광등 53.4%, 백열등 38.2%, LED 4.9%, OLED 2.0% 로 형광등의 점유율은 증가하는데 비해 백열등은 대폭 감소하고 LED와 OLED 조명은 점차 증가하는 추세를 보일 것으로 예측됨

2. 국내 시장 현황 및 전망

- 국내 산업체로는 LG화학이 2011년 OLED 조명용 패널 양산을 본격 시작할 계획이고, 필룩스는 2011년 OLED 조명 등기구를 시판할 예정임. 또한, 금호전기는 OLED 조명 개발에 박차를 가하고 있으며, 2013년에는 형광등을 능가하는 OLED 조명을 개발하여 시판할 예정임
- OLED 국내 조명산업 시장점유율은 2011년 3.4%에서 2020년 24%에 이를 것으로 전망되었으며, 산업규모도 2011년 981억원에서 2013년에는 2,107억원, 2015년 3,058억원, 2020년 8,387억원에 이를 것으로 추정됨. 또한 2011-2020년까지 연평균 약 26%의 높은 성장률 보일 것으로 예상됨

[표 3 : 국내 OLED 조명 산업 규모 및 점유율 전망]

(단위: 억원, %)

국내 OLED 조명산업	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	CAGR ('11~'20)
시장규모	981	1,533	2,107	2,565	3,058	3,795	4,570	5,644	6,801	8,387	26.9
성장률	-	56.2	37.4	21.8	19.2	24.1	20.4	23.5	20.5	23.3	
점유율*	3.4	5.2	7.1	8.4	9.8	11.9	14.0	16.8	19.7	23.6	

* 자료 : ETRI, 2010

3. 경제적 파급효과

- OLED 조명 산업은 자체부품, 소재, 장비 뿐만 아니라 건설, 의료, 자동차 등의 조명기구의 대체를 통해 신규서비스의 창출과 더불어 국민소득 수준을 증가시키고 국가경쟁력 강화에 기여할 수 있음

- 새로운 대체산업인 OLED 조명산업의 생산유발을 통해 국가적으로 생산을 증가시키고, 여러 산업에서 유발된 소득이 소비를 유발시키는 연쇄적 경로를 통해 파급효과를 갖게 됨
- 국내 OLED조명 산업의 시장전망치에 산업연관표를 통해 도출된 유발계수를 적용하면 OLED 조명산업의 경제적 파급효과를 도출할 수 있으며, OLED 조명산업의 경제적 파급효과를 나타내는 생산유발액은 2011년에는 2,292억원에서 2020년 1조 9,591억까지 증가할 것으로 예측되며, 부가가치 유발액은 2011년 702억원에서 2020년 6,003억원 까지 상승하고 고용유발인원(명/10억원)은 2010년 약 970명에서 2020년 약 8,293명까지 증가할 것으로 추정됨
- 종합하면, 총생산유발액은 2011~2020년까지 약 9.2조원에 이르며, 총 부가가치유발액은 약 2.8조원에 이를 것으로 전망됨. 또한, 2011~2020년까지 OLED 조명 산업의 총고용유발인원은 약 3만9천명에 이를 것으로 전망됨

[표 4 : OLED 조명 산업의 경제적 파급효과]

(단위: 10억 원, 명)









구 분	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	합계
생산 유발액	229	358	492	599	714	886	1,067	1,318	1,589	1,959	9,213
부가가치 유발액	70	110	151	184	219	272	327	404	487	600	2,823
고용 유발인원	970	1,516	2,083	2,536	3,023	3,752	4,518	5,580	6,725	8,293	38,996

* 자료 : ETRI, 2010

III. 국내외 연구개발 동향

- 전 세계 20개 이상의 OLED 조명관련 기관 및 프로젝트가 진행 중으로 100개 이상의 회사 및 대학이 OLED 조명 연구 중에 있음

[표 5 : 국외 국가별 OLED 조명 기술 개발 현황]

국 가	주요 기술 개발 현황	산업계 현황		
		GE	KODAK	UDC
	<ul style="list-style-type: none"> ● DOE project ; - "Next Generation Lighting" - ~'09 전체투입연구비의 46.8% 투자 - 2012년, 100lm/W, 50\$/kl, 300\$/m² - 2015년, 150lm/W, 10\$/klm, 90\$/m² 	<ul style="list-style-type: none"> ● 플렉서블 OLED 광원 개발 중 ● '10 양산 투자 계획 	<ul style="list-style-type: none"> - OLED 소자 원천기술 확보 - LG그룹과 라이선스 체결 	<ul style="list-style-type: none"> - PHOLED 원천기술 확보 - 2011년 양산 계획수립
	<ul style="list-style-type: none"> ● OLED100.eu ; - Osram등, 12.5m€/3Y - 2012년, 100lm/W, 50\$/kl, 150\$/m² ● NEMO; 가용성유기소재개발, 32m€/2.5Y ● BMBF project (특) - Lili ; Merck주도, 장비개발 11M\$/3Y - Solight : Novaled, 기술·용역, 14.7m€ 	<ul style="list-style-type: none"> ● 세계최초 OLED 조명시판('07) ● Orbeos광원시판('09)  	<ul style="list-style-type: none"> ● Lumiblade, Tech. kit 시판('09) 	<ul style="list-style-type: none"> - OLED 소재/소자 원천기술 확보 - 조명용 소재 개발/생산
	<ul style="list-style-type: none"> ● NEDO project ; - '04-' 11년, 43억엔투입 - 2011년, ¥670/kl, ¥10,000/m² ● 칩첨단연구개발지원 프로그램 ; - 고효율 조명용 소재/소자 개발 지원 	<ul style="list-style-type: none"> ● Tohoku Devices ● OLED 광원 시판('09) 	<ul style="list-style-type: none"> ● Konica Minolta ● 양산설비 투자 계획 확정 ('09) 	<ul style="list-style-type: none"> ● Lumiotec ● '11 OLED 광원 양산 계획 

1. 미국

- 미 에너지부는 OLED조명개발을 장기 국가 프로젝트로 수행하고 있는데, 2012년까지 100lm/W, 50\$/kl, 2015년까지 150lm/W, 10\$/klm, 수명 4만 시간, 2020년까지 200 lm/W의 효율을 갖는 OLED 광원 개발을 목표로 하고 있으며, 필립스, GE, 오스람, 다우코닝, 프린스턴大 등이 참여하고 있음
- GE는 2008년 세계 최초로 Roll-to-Roll 제조공법을 적용한 OLED 조명 제작을 시현하여 저가형 OLED 조명의 가능성을 제시하였고, 2010년부터 종이 두께의 플렉시블 OLED 조명 패널을 양산할 계획

인데, 플렉시블 폴리머 기판에 OLED 반도체를 프린팅한 후 초고 방지막(UHB) 코팅을 처리하는 방식을 사용하고, Roll-to-Roll 기법을 적용하여 생산원가는 낮추고 있음

- Universal Display Co. (UDC)는 인광소재 및 이를 이용한 백색 OLED 개발을 수행하고 있으며, 2011년 62 lm/W, 수명(D70) 18,000 시간, 색온도 2950 K, CRI 82의 특성을 발표함



[그림 6 : UDC의 OLED 조명 시연품]

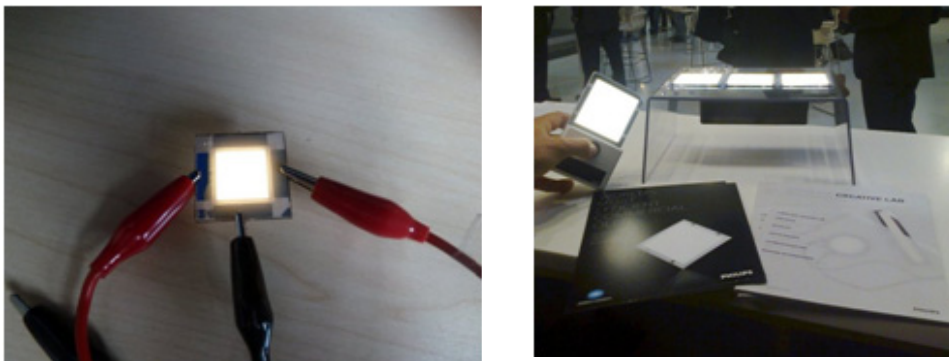
- Dupont는 2009년 7월부터 DOE로부터 26백만 불의 자금을 받아 14개의 프로젝트를 진행 중이며, 용액공정용 저분자 OLED 재료개발과 함께 저가 OLED 용액공정 기술 개발을 목표로 하고 있음

2. 유럽

- 유럽에서는 OLED 조명 개발을 위해 EU 차원의 프로젝트와 독일, 영국 등 개별 국가 차원의 프로젝트가 수행되고 있고, 오스람, 필립스 등을 중심으로 컨소시엄이 형성되어 광원의 고효율화, 저가격화, 투명 광원 개발, Roll-to-Roll 공법개발에 주력하고 있음
- EU와 독일, 영국 등의 프로젝트에는 오스람, 필립스, Aixtron AG, 지멘스 등 유럽의 OLED 업체들이 참여하여 고효율 OLED 광원을 수cents/cm² 가격으로 생산할 수 있는 기술개발, Roll-to-Roll 기술로

저가격의 대면적 OLED 기술 개발, 지능형 PLED 조명을 위한 저가격, 2세대급 OLED 조명용의 100 lm/W 소자 구조 개발, polymer 소재 기반의 20 lm/W의 백색 OLED 개발을 추진하고 있음

- 재료부문에서 머크(Merck)가 OLED 조명에 적용될 고분자 재료뿐만 아니라 인쇄와 스펀코팅에 쓰이는 interlayer/HIL, formulation을 위한 고분자 재료 개발을 수행하고 있음
- 광원개발에서는 Novaled가 35 lm/W에서 수명 100,000 시간의 백색 광원 개발에 성공함
- OSRAM은 2011년 인광소재를 이용하여 87 lm/W의 효율을 보고하였으며 Orbeos라는 브랜드로 OLED 면광원 제품을 판매하고 있음
- 필립스에서도 일본의 코니카-미놀타의 인광소재를 이용하여 45 lm/W, 수명(D50) 10,000 시간, 색온도 2800 K의 면광원을 보고하였으며, Lumiblade라는 브랜드로 OLED 면광원 제품을 판매하고 있음



[그림 7 : OSRAM(좌)과 필립스(우)의 OLED 조명 시연품]

3. 일본

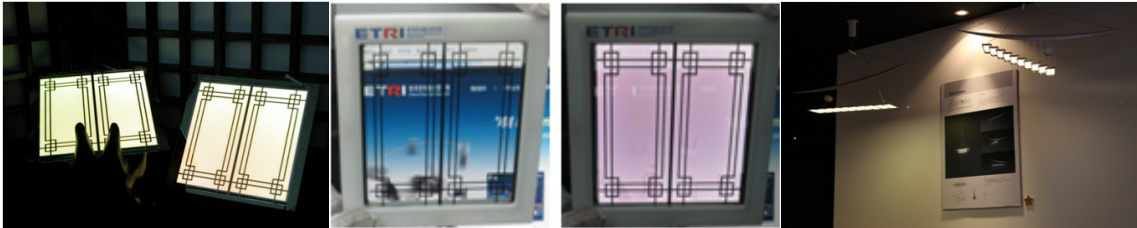
- 일본은 OLED 조명이 장기적으로 LED 조명과 함께 기존 형광등이나 백열전구를 대체할 것이며, OLED를 차세대 조명산업으로 성장시켰다는 전략에 따라 가장 발 빠르게 대응하고 있음
- 루미오텍, 파나소닉전공, 도호쿠디바이스, 코니카미놀타홀딩스, 고이즈미조명에서 2009년 하반기부터 OLED 조명 시장에 본격적으로 참여하여 시제품을 발표함
- 루미오텍은 2009년 9월 OLED 조명 샘플을 출하했는데, 휘도 5,000 칸델라(Cd/m^2), 수명 1만 시간, 발광효율 25루멘(lm/W)으로 1000~3000시간인 백열전구의 수명을 증가하고 발광효율도 앞서는데, 2013년부터 본격양산을 목표로하고 있음
- 미쯔비시 화학과 파이오니어에서는 2011년 52 lm/W , 수명(D50) 20,000 시간의 OLED 면광원을 보고하였으며, 파나소닉에서는 2010년 CRI 95 (효율 37 lm/W)의 고연색 OLED 면광원을 보고함



[그림 8 : 파나소닉의 OLED 조명 시연품]

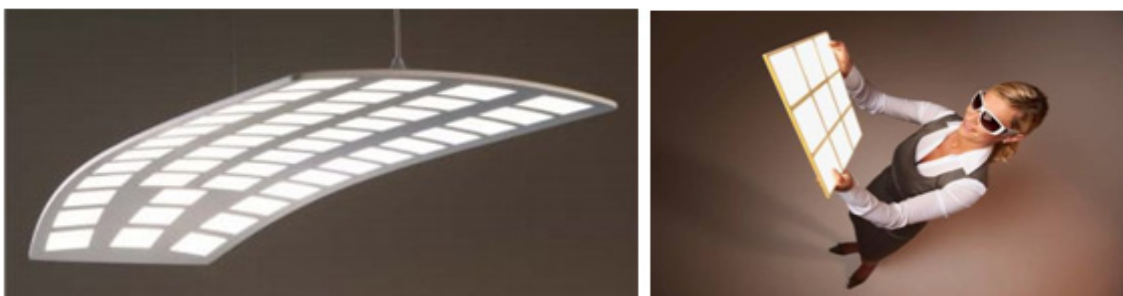
4. 국내

- 2006년부터 지식경제부 지원의 OLED 조명 관련 과제를 한국전자통신연구원과 한국생산기술연구원을 중심으로 수행하면서 OLED 패널 중심의 원천 기술을 확보하고 있음



[그림 9 : 고효율 백색 OLED 패널, 투명 백색 OLED 패널, OLED조명 디자인 공모전 (ETRI)]

- 지경부에서는 2013년부터 국내 가정에 OLED 조명제품을 보급한다는 목표 아래 2010년부터 2011년까지 2년간 300억원을 투입하는 ‘OLED 조명 사업화 기술개발 프로젝트’를 추진하여 OLED 조명 사업화의 걸림돌이었던 패널 생산장비 개발 및 인프라 구축을 지원
- 삼성모바일디스플레이(SMD), LG화학, 네오뷰코오롱 등이 OLED 면광원에 대한 연구개발을 수행하고 있고, 금호전기, 필룩스 등은 등기구 개발을 추진하고 있으며, 선익시스템, SNU 프리시전, 주성엔지니어링 등이 대면적, 높은 생산성, 유기소재 소비효율을 갖는 장비를 개발하고 있음



[그림 10 : LG화학의 OLED 패널을 이용한 조명 시제품]

- 국내 OLED 패널 기술수준은 세계 1위이나, 관련 생산장비와 등기구 등 조명 제품화 기술은 선진국 대비 70% 수준에 불과하지만, 기술 지원이 이루어지고 LG화학 등 대기업이 대량생산을 할 경우 가격 경쟁력 등 국제경쟁력을 갖출 것으로 예상됨

IV. 정부지원 전략 및 향후계획

- 산·학·연 전문가와 관계부처가 공동으로 참여하여 “OLED 조명 발전전략” 마련(‘10.8)
 - “2015년 세계 제1위 OLED 조명 생산국 실현”의 비전과 2015년 세계 시장 점유율 30%를 목표로 세부 실천 전략을 도출



[그림 10 : OLED 조명 산업의 비전 달성을 위한 추진 전략]

- 지경부는 2006년부터 OLED 조명 기술 개발을 위한 정부과제를 지속적으로 추진 중

개발기간	개발과제	주관기관	개발방식
2006-2013	차세대 신기술	한국생산기술연구원	- 조명용 OLED 면광원 기술 개발 - 연구소 중심 산학연 협력 과제
2009-2014	IT산업융합원천	한국전자통신연구원	- 투명OLED, 색가변OLED 및 감성조명 개발 - 연구소 중심 산학연 협력 과제
2010-2012	OLED 사업화 기술개발	디스플레이연구조합	- 장비 개발 지원 - 산업활성화를 위한 인프라 구축 지원 과제
2011-2016	IT산업융합원천	디스플레이연구조합 (한국전자통신연구원)	- 고연색 OLED 조명용 유기 소재 개발 - 부품/소재 개발 지원

- 향후, OLED 조명 산업의 안정적인 발전을 위하여 OLED 면광원용 부품/소재 기술 및 차세대 OLED 패널 기술 개발 지원과 더불어 안정적 성장 인프라 구축을 확대해 나갈 계획