

저분자 OLED를 중심으로 알아본 AMOLED 최신기술 및 시장동향

LCD 기술에 비해, 고속의 응답속도를 가지고 있고 백라이트가 필요하지 않은 자체 발광의 성질을 가지며, 초박형 패널 제작이 가능하고, 낮은 전력 소모와 넓은 시야각 등의 장점을 가진 OLED가 LCD를 대체할 차세대 디스플레이 기술로 인식되고 있다. 이러한 배경에서 AMOLED의 기본적인 동작 원리와 역사적인 배경 등을 살펴보고, 특히 OLED 발광층의 재료적인 측면에 초점을 맞춰 저분자 OLED를 중심으로 현재 AMOLED의 기술 및 시장 동향을 분석하여, 향후 발전 방향에 대해 논할 것이다.

글 : 최중찬 · 경신수 · 김영목 · 성만영, 주병권 교수 / 고려대학교 전기공학과

www.korea.ac.kr / yangjiang@korea.ac.kr

서론

휴대폰, MP3 플레이어 등의 모바일 기기의 발전과 보다 가벼우면서 안정적인 고화질을 요구하는 대중의 요구 등으로 인해 디스플레이 기술은 급속한 발전을 이루었다. 2000년대 들어서 디스플레이 시장은 LCD와 PDP가 선점했고, 소비자의 욕구를 만족시키기 위해 다양한 가전제품에 응용되고 있다. 그러나 LCD 기술에 비해, 고속의 응답속도를 가지고 있고 백라이트가 필요하지 않은 자체 발광의 성질을 가지며, 초박형 패널 제작이 가능하고, 낮은 전력 소모와 넓은 시야각 등의 장점을 가진 OLED가 LCD를 대체할 차세대 디스플레이 기술로 인식되고 있다.

OLED는 1999년 도후쿠 파이오니어가 PMOLED를 카오디오에 적용하여 사용한 것을 시작으로 휴대폰, MP3 플레이어 등 다양한 소형 전자 제품의 패널에 사용되어 그 영역을 점차적으로 확장해왔다. 현재는 OLED를 응용한 제품의 질

적, 양적 발전으로 인해 소형 전자기기 디스플레이에서 PMOLED를 응용한 제품은 이미 시장에서 많이 볼 수 있다. 이런 상황에서 PMOLED에 비해 보다 선명하고, 대형화가 가능하며, 낮은 전력 소모의 장점을 지닌 AMOLED 기술이 차세대 디스플레이를 선도할 것이라고 예측되고 있으며, 삼성SDI, LG전자, LG Philips LCD 등의 국내 기업들은 디스플레이 시장에서 OLED의 경쟁력을 인식하고 기술력과 시장 지배 부분에서 뒤처지지 않기 위해 AMOLED 분야에 집중적인 투자를 하고 있다. 이미 삼성 SDI는 2007년 9월부터 세계 최초로 천안사업장 A1라인에서 AMOLED 양산을 시작했다고 밝혔다.

이러한 배경에서 AMOLED의 기본적인 동작 원리와 역사

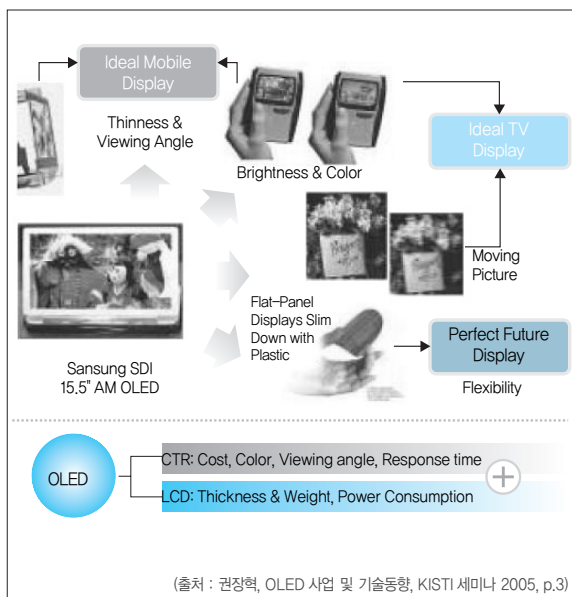


그림 1. OLED의 장점

적인 배경 등을 살펴보고, 특히 OLED 발광층의 재료적인 측면에 초점을 맞춰 저분자 OLED를 중심으로 현재 AMOLED의 기술 및 시장 동향을 분석하여, 향후 발전 방향에 대해 논할 것이다.

OLED 기술의 분류

OLED는 구동 방식에 따라 AM 방식과 PM 방식으로 구분할 수 있다. PM방식은 양극과 음극 배선 사이에 유기물층이 삽입된 단순한 구조로 현재 양산되고 있는 제품 대부분은 PM 방식이지만, PM 방식은 스캔 라인 수의 한계, 큰 전력 소모, 짧은 수명 등의 단점으로 인해 고해상도의 중대형 제품을 구현하는 데에 한계가 있다.

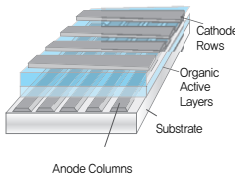
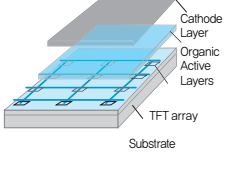
이에 반해 AMOLED 방식은 낮은 전류로 각 픽셀에 배치된 TFT를 구동함으로써, 소비전력 및 해상도 측면에서 유리하지만, TFT 재료의 불균일성 및 장시간 구동 시 스트레스로 인한 소자의 열화 등으로 인해 휘도의 불균일성이 문제가 되어 이를 보상회로 설계를 통해 해결하거나 보다 높은 신뢰성을 지니는 TFT 소자의 개발이 요구된다. 또한 TFT 층의 증가로 인해 공정이 보다 까다롭고 이로 인해 설비 투자비가 상대적으로 많이 들어 아직 많은 기업에서 본격적인 양산 체계를 구축하지 못하고 있다.

복잡한 프로세스의 어려움과 막대한 초기 투자비용에도 불구하고 AMOLED 방식은 소비전력, 대형화의 가능성 등 여러 면에서 PM 방식에 비해 뛰어난 성능을 보여주고 있으며, 이로 인해 차세대 디스플레이를 선도할 유망 기술로 자리 매김하고 있다.² 그 때문에 많은 기업들이 그 성장 가능성에 주목하고 기술 개발에 박차를 가하고 있다.

AMOLED 기술의 분류

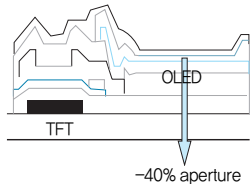
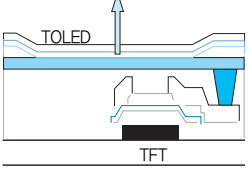
AMOLED 기술은 그 기준에 따라 여러 가지 방식으로 분류할 수 있다.

가. 전면발광방식(Top emission)과 배면발광방식(Bottom

구동방식	Passive Matrix	Active Matrix
구 조		
구 동 원 리	- 가로선에 신호를 순차적으로 인가하여 가로 방향의 dot들이 순차적으로 발광하는 방식	- PM의 순차발광과는 달리 가로선과 세로선의 교차점에 TFT를 각각 형성하여 dot 전부가 동시에 발광할 수 있는 방식
특 징	구동 IC 외장 고전압 구동 Simple Process	구동 IC 내장 가능 저전압 구동, 저 소비전력 복잡한 Process

(출처 : universal display technology 홈페이지, www.universaldisplay.com)

그림 2. AM 방식과 PM 방식의 비교

	
Bottom Emission 방식	Top Emission 방식

(출처 : universal display technology 홈페이지, www.universaldisplay.com)

그림 3. OLED의 Top/Bottom Emission 구조

emission)

그림 3에서와같이 AMOLED는 발광방향에 따라 배면발광방식(Bottom emission)과 전면발광방식(Top emission)으로 구분할 수 있다. 배면발광방식은 TFT와 스캔 라인 및 데이터 라인 등의 메탈 배선 방향으로 빛이 발산되기 때문에 여러 장애물에 빛의 발산이 방해되어 순수하게 OLED가 발광한 양보다 적은 양의 빛을 발산하게 된다. 결국 사용자가 보기에 동일한 휘도를 내기 위해서는 더 많은 전류를 흘려야 하며, 이로 인해 OLED의 수명이 저하되고 전력 소모가 커진다.

따라서 구조적으로 전면발광방식이 개구율이 높아 OLED

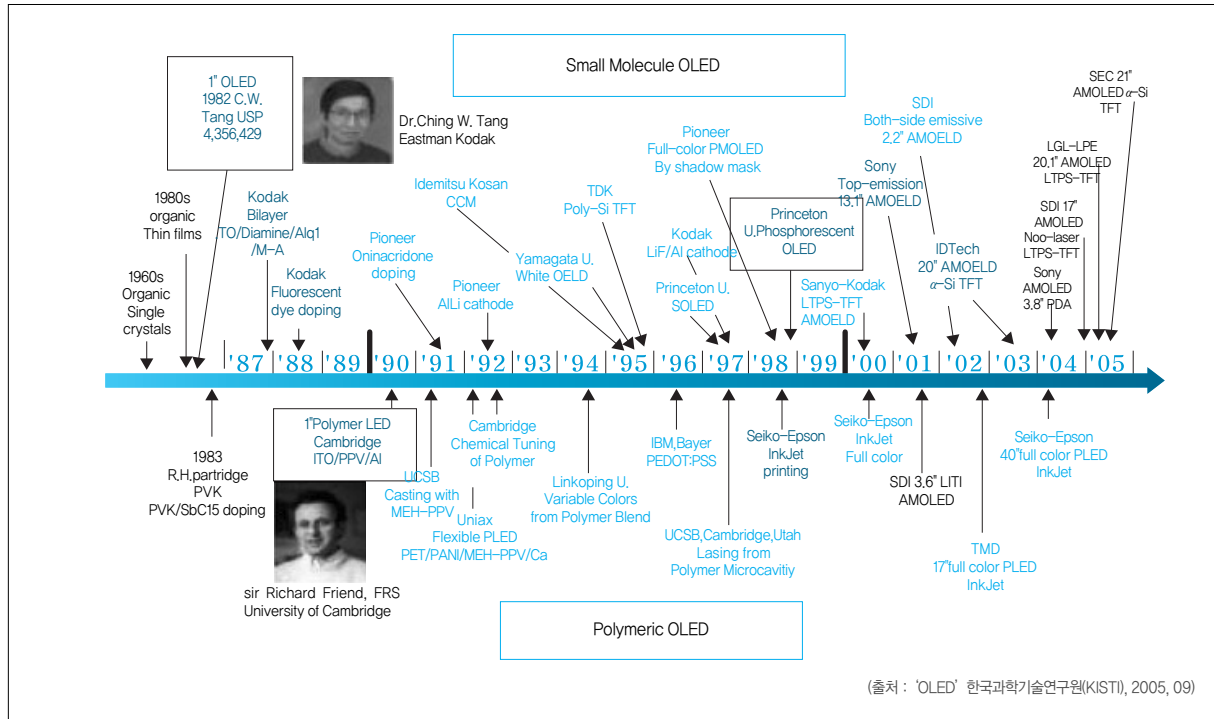


그림 4. OLED 기술의 역사

의 수명 측면에서 배면발광방식보다 유리하다. 하지만 OLED 하단부 TFT 반대쪽에 증착되는 메탈을 투명하게 하기 위해서는 매우 얇게 증착하는 기술이 필요하고, 반대로 OLED 하부에 메탈 애노드를 두고 상부에 ITO 캐소드를 두는 방식은 OLED와 하부 ITO는 접합성이 좋으나 OLED 상부 ITO는 접합성이 좋지 않아 현재 전면발광방식을 구현하는데 어려움을 겪고 있다.

투명한 메탈 전극을 구현하는 기술과 OLED 위에 ITO를 증착하는 기술이 개발된다면, 보다 좋은 효율을 가지는 전면발광방식의 AMOLED가 현실화되는 것을 볼 수 있을 것이다.

나. 저분자 OLED와 고분자 OLED

또한 OLED는 발광층 재료에 따라 고분자 OLED와 저분자 OLED로 구분할 수 있다. 본 섹션에서는 다양한 AMOLED 기술 중에서 OLED의 발광층의 재료의 기술적인 특징과 발전 과정을 소개하고 특히 저분자 OLED에 초점을 맞춰 현재까지 발표된 형광, 인광 재료를 소개하도록 하겠다.

1) OLED의 기술 개발의 역사

유기물을 이용한 전기 발광 현상은 1963년 뉴욕 대학의 포프 등에 의해 확인되었고, 당시 안트라센 10~20um의 박막에 100~2,000V의 전압을 가하여 1%의 이하의 낮은 효율을 얻었다.

1987년 코닥의 탕(C.W.Tang) 등에 의해 빛을 낸 최초의 OLED 소자가 소개되었으며, 당시 10V 이하의 전압에서 휘도가 1,000cd/m² 이상인 소자가 발표되었다. 또한, 1998년 포레스트 그룹의 발도 등에 의해 인광재료를 이용한 100% 발광효율의 OLED가 제안되었으며, 이후 코닥에서 탠덤 구조를 이용해 형광 및 인광 재료의 발광 효율을 향상시키는 등 OLED는 재료적인 측면에서 급속한 발전을 이루었다.

전도성 고분자 재료는 1977년 일본의 히데키 시라카와 교수팀이 우연한 계기로 폴리아세틸렌을 합성하고 이 고분자가 산화 도핑에 의해서 금속 수준의 전도도까지 나타낼 수 있다는 것이 보고되면서 알려지기 시작했다. 이후 케임브리지 대학에서 폴리(p-phenylenevinyl)라는 π-공액 고분자(conjugated polymer)에서 전기 발광현상이 관찰되어 고분

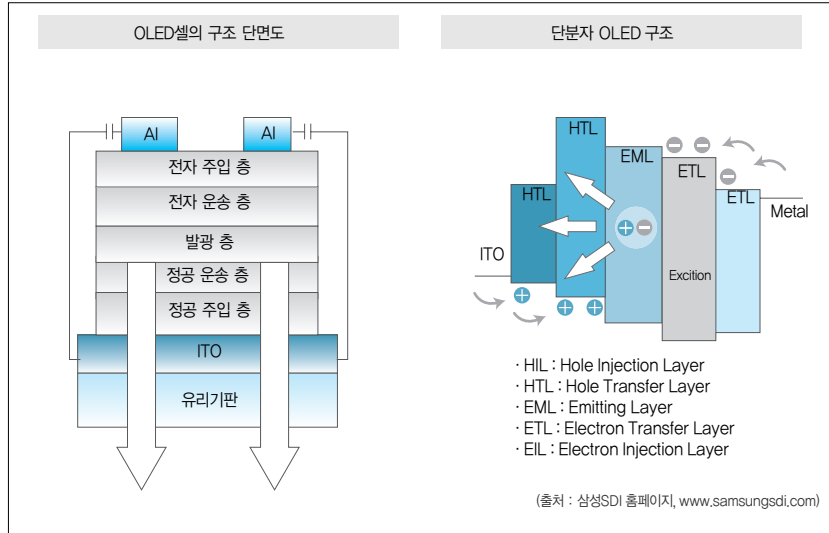


그림 5. 저분자 OLED 구조 및 동작원리

PHOLEDs	CIE COLOR COORDINATES	DEVICE ARCHITECTURES*	EXTERNAL QUANTUM EFFICIENCY(%)	LUMINOUS EFFICIENCY cd/A	OPERATIONAL LIFETIME TO 50% L(HRS)**	INITIAL LUMINANCE (cd/m²)
DEEP RED	(0.67, 0.32)	NEW	19	15	200,000	500
	(0.68, 0.32)	STANDARD	14	10	320,000	500
RED	(0.65, 0.35)	NEW	19	21	300,000	500
	(0.65, 0.35)	STANDARD	15	15	120,000	500
ORANGE-RED	(0.62, 0.38)	STANDARD	18	30	40,000	500
YELLOW-GREEN	(0.42, 0.57)	STANDARD	20	71	100,000	1,000
GREEN	(0.35, 0.61)	NEW	17	61	25,000	1,000
	(0.33, 0.63)	NEW	10	37	40,000	1,000
LIGHT BLUE**	(0.16, 0.29)	STANDARD	11	21	17,500	200
					3,000	500

(출처 : universal display technology 홈페이지, www.universaldisplay.com)

그림 6. '06년 UDC의 개발 인광 재료

자를 이용한 OLED 연구가 급격히 활발해졌다.

2) OLED의 기본 구조 및 발광 메커니즘

OLED는 형광체에 전계를 인가하거나 전류를 흘려주었을 때 발광 재료가 자체로 발광하는 EL(Electroluminescence) 현상을 응용한 자체 발광 소자이다. 그림 5에 기본적인 OLED 소자의 구조를 도시하였다. 유리나 플라스틱으로 구성된 기판 위에 두 개의 전극이 위치하며, 두 전극 사이에 유기 발광 재료가 삽입되고, 전하의 주입을 더욱 활성화시키기 위

해 유기 발광층의 상부와 하부에 각각 전자 수송 층(electron transport layer, ETL), 정공 수송 층(hole transport layer, HTL) 등을 적층한 구조이다. 구동 TFT에서 전압이 가해지면, 양극과 음극에서 각각 전달된 정공과 전자의 재결합으로 여기자를 형성하여 빛이 발생하게 된다.

OLED는 재료의 발광방식에 따라 형광(Fluorescence) 및 인광(Phosphorescence) 방식으로 나뉜다. 기저상태에서 여기상태로 들뜬 스핀이 직접 천이하면서 빛이 발생하는 현상은 형광이라고 하고, '1중항 여기 상태(singlet)' 와 '3중항 여기 상태(triplet)' 에서 3중항 여기 상태로의 계간 전이를 거쳐 빛을 내는 현상을 인광이라고 한다. 여기자에는 싱글릿과 트리플릿 두 가지가 1:3의 비율로 존재하게 된다. 따라서 형광 물질에서는 싱글릿 상태에서만 빛으로 에너지가 변하고, 트리플릿은 열로 에너지가 소비되어 최대 내부 양자효율이 25%로 한정된다. 그러나 인광물질에서는 싱글릿 상태가 트리플릿 상태를 거쳐 안정된 상태로 내려오면서 두

상태가 모두 빛으로의 에너지 전환이 가능하여 내부 양자효율이 100%까지 가능하다.

따라서 인광 OLED에서는 여기자의 100%가 발광에 참여할 수 있기 때문에, 인광 OLED가 형광 OLED에 비해 이론 효율이 높고, 실제 발표되는 효율 또한 우수하여 각광받고 있다. 이와 같은 인광 물질의 이용은 분자 구조에서 이리듐이나 플래티늄 등의 금속 이온을 중간에 넣고 그 주변에 유기물을 결합시킴으로써 가능해졌다. 인광 OLED는 원천특허의 대부분을 미국의 UDC(Universal Display Corporation)

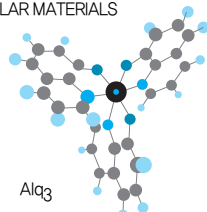
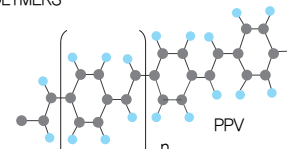
구 분	특 징
저분자	<p>분자량이 작은 유기물 이용 진공 증착을 이용한 제작 소재 기술 발전이 일정 수준에 다다름 - 현재 주로 양산 코닥에서 원천 기술 보유</p> <p>MOLECULAR MATERIALS</p>  <p>Alq₃</p>
고분자	<p>분자량이 큰 유기물 이용 스핀 코팅이나 잉크젯 프린팅 방식을 이 용한 제작 소재 기술 발전이 상대적으로 뒤처짐 - 몇몇 업체에서 양산 시도 중 CDT에서 원천 기술 보유</p> <p>POLYMERS</p>  <p>PPV</p>

표 1. 저분자와 고분자 OLED 특성

사가 소유하고 있다.

3) 저분자와 고분자 OLED의 비교

OLED는 유기물층의 재료에 따라 저분자(Small Molecule) 및 고분자(Polymer) OLED로 구분된다. 저분자 재료는 일반적으로 진공 증착을 통해 박막 형태로 코팅하며, 고분자 재료는 스핀 코팅 혹은 잉크젯 프린팅 등의 용액 코팅 방법을 사용하여 박막을 입힌다. 저분자 재료는 미국의 이스트먼 코닥사에서 원천특허 대부분을 소유하고 있으며, 고분자 재료는 영국의 CDT(Cambridge Display Technology)사에서 원천특허의 대부분을 소유하고 있다. 현재 생산에서는 주로 저분자 재료를 채택하고 있다.

저분자형의 경우 재료의 특성이 잘 알려져 있어 개발이 쉽고 초기 양산이 가능하지만 수명이 짧고 발광 효율이 낮아 대면적화에 어려움이 있다. 반면에 고분자형은 저분자형에 비해 열적 안정성이 높으며 기계적 강도가 우수하고 자연색과 같은 색감을 지니면서 구동 전압이 낮기 때문에 디스플레이 응용이 유리하다. 그러나 아직 재료의 특성 규명이 명확하지 않아 신뢰성 확보가 필요하며, 일부 업체와 연구 기관에서 활발히 연구를 진행하고 있다. 표 1에 유기물층에 따른

저분자 OLED와 고분자 OLED의 특징 및 산업 기술 동향을 요약하였다.

다. 저분자 OLED

일반적으로 발광재료는 적색/녹색/청색만 있으면 거의 모든 색을 구현할 수 있다. 하지만 빛의 삼원색을 혼합하면 흰색에 가까워지므로 풀컬러를 구현하기 위해서 노란색과 주황색을 구현하는 것도 필요하다. 또한, 발광재료로 한 물질만을 적용하는 경우 색순도와 발광효율이 떨어질 수 있으므로 호스트의 발광스펙트럼과 도펀트의 흡수스펙트럼이 일치하는 호스트/도펀트계를 이용하여

색순도와 발광효율을 향상시키는 방법을 많이 사용하고 있다.

저분자 유기 물질로는 청색을 내는 OLED 연구의 초창기 재료라고 할 수 있는 안트라센, DVPBi 등이 있으며 대표적인 저분자 물질인 초록색 빛을 발하는 Alq₃가 있다. 이 물질에 유기물 색소를 도핑함으로써 초록색부터 빨간색까지의 넓은 영역에서 빛을 낼 수 있으며 한 예로 DCM색소를 Alq₃에 도핑함으로써 적색 발광하는 물질 제조가 가능하다.

1) 적색 형광 물질

적색 발광재료는 본질적으로 낮은 발광효율, 고농도시 분자 간 상호작용에 의한 발광감쇄(quenching)효과, 넓은 발광대역으로 인한 색순도의 저하 등의 단점을 갖고 있어 풀컬러 OLED 실용화에 가장 큰 걸림돌이었다. 따라서 앞서 언급한 바와 같이 호스트 물질에서부터 적색 발광물질로의 에너지 전이를 이용함으로써 효율과 색순도를 개선하는 방법이 사용되고 있다. 그러나 호스트/도펀트에 의한 발광소자는 호스트에 의한 발광 및 높은 전압 구동 시 발광재료의 트래핑(trapping)효과 등의 문제점을 갖고 있다.

코닥의 DCM과 DCJTb는 적색 발광재료로서 가장 많이 알려졌으며, 소니의 BSN유도체는 높은 열적 안정성과 균일

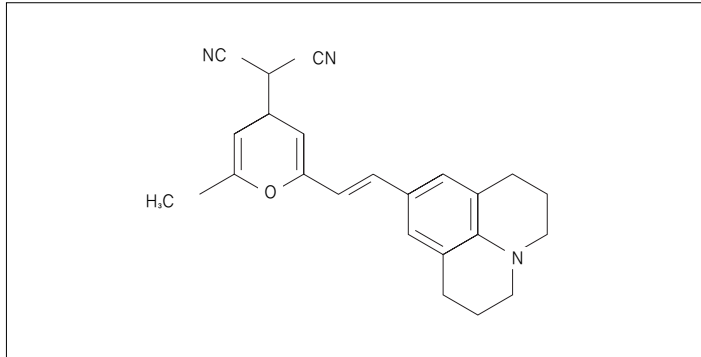


그림 7. 대표적인 코닥의 적색 형광 물질

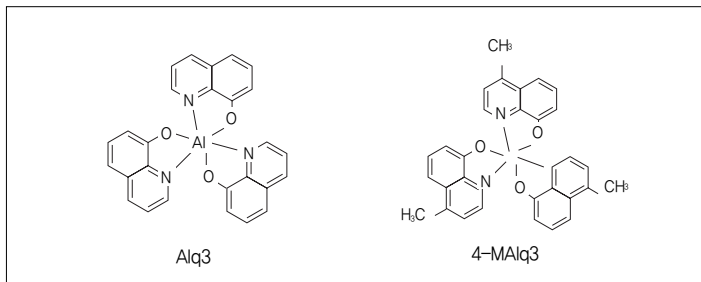


그림 8. Alq3와 유도체들(L.S. Sapochak, et al.J.Am. Chem. Soc., 123 26 p6300, 2001)

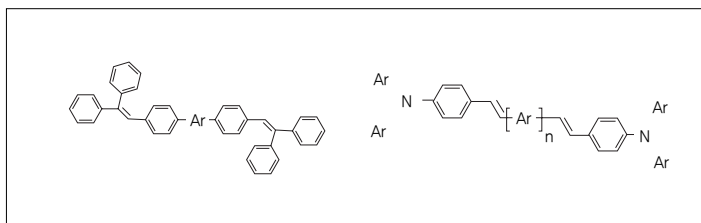


그림 9. 호츠 변형-DPVBI(좌)와 도펀트 DSA-아민(우)의 구조

한 도펀트의 분포로 높은 발광효율과 색 좌표를 갖는 것으로 알려져 있다.

2) 녹색 형광 물질

녹색 발광재료는 현재 사용되고 있는 전기발광재료 중 가장 먼저 개발된 재료로 실용화에 충분한 발광특성을 나타내는 것이 녹색발광재료인 Alq3다. Alq3는 1987년 코닥에서 발표한 재료로 발광특성은 최대효율은 15cd/m^2 이상이며 이들 유도체중 4-위치에 메틸이 치환된 변형 Alq3(4-MAIq3)가 가장 발광효율이 높은 것으로 알려져 있다. 대표적인 녹색 형광 물질을 그림 8에 나타냈다.

3) 청색 형광 물질

청색 발광재료로서 가장 효율이 좋다고 알려진 재료는 일본 이데미츠사의 디스트릴(distyryl)화합물이다. 이 화합물의 구조는 변형 DPVBI를 호스트로, 아민을 치환시킨 디스트릴 아릴 화합물을 게스트로 사용하며, 발광효율은 61lm/W 이고 수명은 30,000시간 이상이다. 그러나 시간에 따라 색순도가 급격히 떨어져 풀 컬러 디스플레이에 적용했을 경우 수명이 불과 수천 시간에 불과하다. 그림 9에 대표적인 청색 형광 물질을 나타냈다.

4) 인광 재료

인광재료로 현재까지 알려진 것들은 Ir, Pt, Eu, Tb 계열의 화합물 등이 있으며, Eu나 Tb 계열의 화합물들은 스펙트럼의 폭이 매우 좁아 우수한 색상을 보이거나 고휘도를 내기 어렵고 진공증착이 어려우며 전하 이동도가 낮은 단점이 있다.

인광재료는 저전류밀도에서 높은 효율을 가져 실용화의 가능성이 있지만, 고전류밀도에서는 삼중항 여기상태의 포화로 인해 효율이 감소하므로 아주 치명적인 단점을 가지고 있다. 따라서 도펀트인 발광체의 삼중항 여기상태의 수명이 매우 짧아야 하며 삼중항-삼중항 소멸이 방지되는 재료 개발이 요구된다.

프린스턴대학에서 개발된 2,3,7,8,12,13,17,18-옥타에틸-12H, 23H-포르피린 플레티늄(II) (PtOEP)은 적색 인광물질로 매우 우수한 열안정성과 색순도를 보유했지만, 인광 수명이 길어 전류밀도에서 삼중항-삼중항 소멸이 일어나 효율과 휘도면에서 문제가 있는 것으로 나타났다.

UCLA와 프린스턴대학의 공동 연구로 처음 보고된 이리듐계 유기 금속 화합물 역시 40lm/W 이상의 높은 발광 효율을 보이는 등 매우 좋은 특성을 보이거나 수명에서는 문제가 있는 것으로 알려져 있다.

현재 청색 인광 재료는 하늘색 영역의 색순도로 $8\sim 9\text{cd/A}$ 수준에 도달하였고, 정공 차단재료를 적용하여 휘도 200cd/

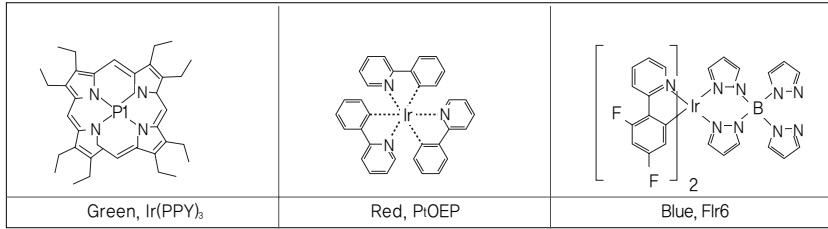


그림 10. 대표적인 인광재료

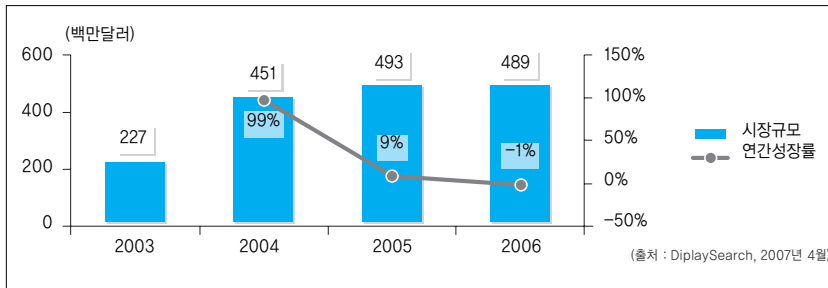


그림 11. 세계 OLED 시장규모 추이('03~'06년)

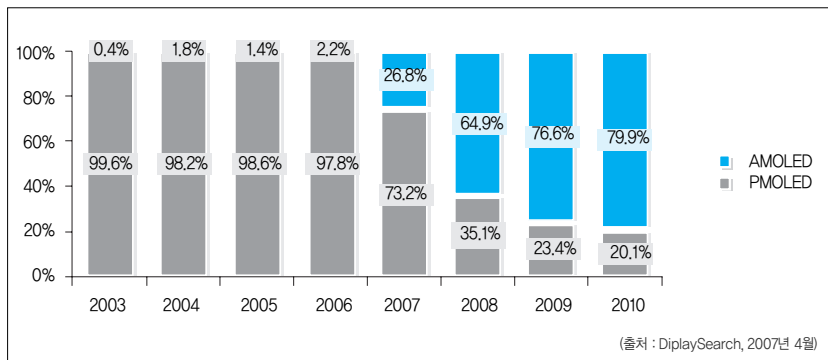


그림 12. OLED 구동방식에 따른 시장점유율의 비중 전망

m²에서 18cd/A 효율을 갖는다고 발표되었으며, 녹색 인광 재료 역시 고성능의 정공 차단재료 개발로 82cd/A에 이르는 소자를 구현하기에 이르렀다. 그림 10에 대표적인 인광 재료를 나타냈다.

AMOLED 시장동향 분석

차세대 디스플레이로 각광받았던 OLED의 시장 규모는 2006년도에 이르러 시장규모의 감소를 보였다. 그림 11에서 보듯 OLED 시장이 2004년~2006년 사이에 시장 성장이 정체상태에 머무른 결정적인 이유는 핵심 애플리케이션이 여전히 가

격이 저렴한 휴대폰 보조창 등의 모바일 애플리케이션에 한정되어 있는 반면 OLED 패널 ASP는 빠르게 하락했기 때문이다. 또한, 이전까지 OLED 시장을 끌어왔던 PMOLED(수동형 OLED)는 기술적인 한계로 인해 패널크기, 해상도, 소비전력 등의 문제가 있어 휴대폰 메인창, 노트북, TV 패널과 같은 신규 애플리케이션 시장으로의 진입이 어려워 시장규모가 점차 감소하였다.

불투명한 PMOLED 시장에 반해 2007년 들어 기술의 발전과 업체들의 양산 선언으로 AMOLED(능동형 OLED) 시장은 활발해지고 있는 상황이다. 그림 12에서 보듯이 점차로 PMOLED에서 AMOLED로 시장이 옮겨갈 것으로 전망되는 가운데 한국, 일본, 대만의 업체들이 시장선점을 위해 경쟁을 하고 있는 실정이다.

OLED 재료에 대해서는 아직까지는 대부분의 양산에 만들기 쉽고 기존의 반도체 공정기술이 사용 가능

하여 초기 양산에 이로운 이점으로 저분자가 채택되고 있다. 그러나 최근 양산선언을 한 업체 중 고분자 OLED로 양산을 추진하는 업체도 있다. 본 섹션에서는 앞서 언급한 저분자 OLED가 상업적으로 사용되는 상황에 대해 최근의 AMOLED의 시장동향과 업체들의 행보 및 각 업체들의 AMOLED 양산과 양산 계획 등에 따른 동향을 소개하기로 하겠다.

가. AMOLED 패널업체 사업화 동향(2007년 1/4분기까지)

1) AMOLED 시장 동향 및 전망

07년 분기별 매출실적과 08~09년까지의 AMOLED 시장의 매출실적 전망을 그림 13의 매출실적 그래프에서 나타내

고 있다. 기술의 한계로 인해 다양한 시장 확보 기회를 놓친 PMOLED에 반해 AMOLED의 시장은 급격한 성장을 보인다. 특히 07년 1/4분기에 빠른 성장을 보인 이후에도 계속해서 꾸준히 급격한 성장을 보이고 있다. 이는 삼성 SDI의 AMOLED 양산시작과 후속 업체들의 양산 돌입에 기인한 결과이다. 또한 점차로 양산을 준비하거나 선언한 업체들에 의해 앞으로도 계속 AMOLED 시장은 급격한 성장을 이룰 것으로 전망되며, 특히 11인치 AMOLED TV의 양산 기대로 09년까지 가파른 성장세를 이어갈 것으로 예상된다.

그러나 아직 양산을 시도한 업체가 삼성 SDI 등 몇 개 회사에 국한되고, 본격양산은 여전히 준비단계에 있으므로, AMOLED 시장의 순조로운 성장을 확신하기에는 무리가 따른다. 그러나 국내 상황을 봤을 때 현재 원천기술을 가진 일본보다 한국과 대만이 시장선점을 위한 AMOLED 양산기술 확보에 적극적으로 나서고 있는 상황이어서 전망이 나쁘지만은 않다.

2) AMOLED 생산업체 동향

2007년 1/4분기까지 AMOLED 패널을 생산하고 있는 업체는 다음의 그림 14와 같다. 그림 14에서 보듯이 한국, 대

만, 일본의 업체들이 양산에 본격적으로 참여하고 있거나, 양산 예정 또는 양산 검토 중이다. 특히 삼성 SDI의 경우 가장 빠르게 양산을 실시하여, 시장의 호평을 받은 바 있다.

특히 시장 선점 업체 중 주요 4개 업체(삼성 SDI, LG전자, RiT 디스플레이, 파이오니아)의 시장분할 비율이 팽팽한 가운데 본격적인 양산에서의 시장선점을 위해 치열한 경쟁을 하는 중이다.

나. 국가별 업체 현황

1) 한국업체

한국에서는 가장 먼저 양산에 돌입한 삼성 SDI와 뒤쫓아 양산을 추진한 LG전자, 시장 목표를 대형 TV에 두는 삼성전자와 LG Phillips LCD, 네오뷰 코롱, 오리온 전자 등이 AMOLED 양산을 목표로 경쟁하고 있는 실정이다.

2007년 1/4분기에 레인콤의 Clinx2 MP3P, 교세라의 KDDI 휴대폰에 탑재된 2.2인치, 2.4인치 AMOLED 디스플레이 패널을 SID에서 선보이며 성공적으로 양산에 진입한 삼성 SDI는 AMOLED 양산 선두업체로서 장비 증설계획과 함께 대규모 양산을 준비하고 있다. PMOLED 라인을 개조하여

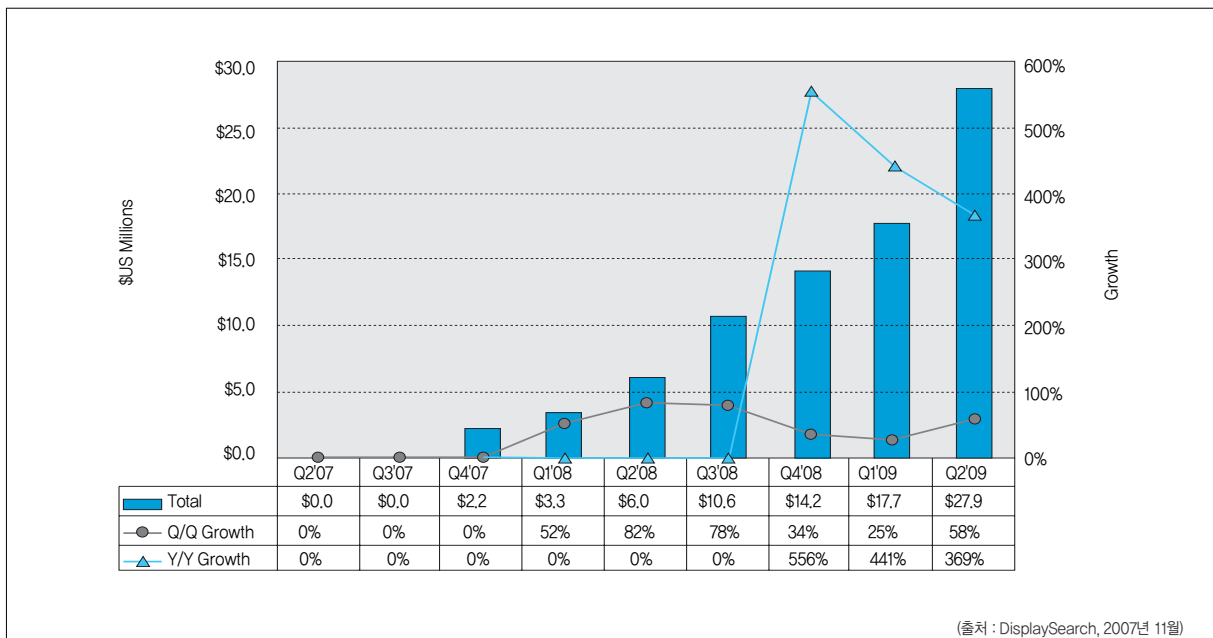


그림 13. '07~'09 AMOLED 분기별 매출실적과 전망

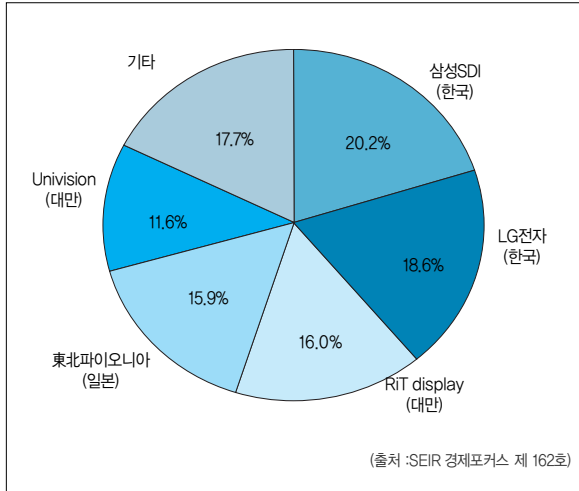


그림 14. 주요 기업의 OLED 시장 점유율(2006년, 금액 기준)

AMOLED로 양산을 전환한 LG전자도 모바일 애플리케이션에 시장목표를 두고 양산에 박차를 가하는 상황이다.

세계 최대 크기의 40인치 AMOLED 대형 TV를 선보인 삼성전자도 지속적으로 AMOLED 상품화를 노리고 있으며, 마찬가지로 AMOLED TV 시장을 노리는 소니와 경쟁할 것으로 보인다. 이 외에 LPL, 오리온전자, 네오뷰 코오롱 등이 국내에서 AMOLED 개발에 힘을 쏟고 있다.

2) 대만업체

대만에서는 CMEL이 대표적인 OLED 업체로 시장에서

경쟁 중이다. 고속 탐지용 카메라와 MP3, 휴대폰 등에 탑재될 2.2/2.4인치 패널 등 모바일 애플리케이션 시장을 목표로 제품개발 중이며, 중국과 한국 모듈업체 시장에 공급하고 있다. 기존 OLED가 아닌 UDC의 인광 OLED 물질을 사용하여 4배 이상의 효율을 보이는 제품을 선보일 것으로 기대되며, 보다 양산에 박차를 가하기 위해 장비 증설 계획을 밝혀 삼성 SDI 등과 본격적인 시장경쟁을 벌일 것으로 보인다.

3) 일본업체

일본에서는 소니와 TMD(Toshiba Matsushita Display)가 AMOLED 시장에서 두각을 나타내고 있다. 소니는 11인치급 TV AMOLED 양산을 발표하며, 모바일 애플리케이션만 양산 움직임이 있던 AMOLED 시장에 새로운 마켓 형성을 이루는 시초가 되며, 타 업체의 TV 시장 진입을 가속화할 것으로 보인다. TMD는 고분자 재료를 사용한 OLED로 30인치 TV용 패널을 양산하겠다는 계획을 밝히며 시장 진입에 박차를 가하고 있다.

결론 및 전망

AMOLED는 고속의 응답속도, 자체 발광, 초박형 패널의 가능성, 낮은 전력소모, 넓은 시야각 등 많은 점에서 뛰어난 특성을 보이고 있다. 그림 15는 LCD와 OLED의 시야각과



그림 15. LCD와 OLED의 시야각 비교

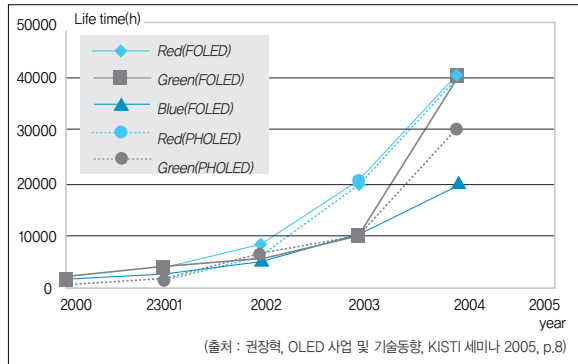


그림 16. OLED 재료 수명의 발전

화질의 차이를 보여주고 있다. 이러한 여러 가지 장점이 있는 AMOLED는 현재 디스플레이 시장을 주도하고 있는 LCD나 PDP를 대체할 기술로 인식되고 있다. 또한, 플렉서블 기판을 사용할 수 있으며, 유기물을 핵심소재로 사용하고 있어, 3세대 디스플레이인 플렉서블 디스플레이, 착용 가능한 디스플레이의 가능성으로 인해 미래형 디스플레이로 가장 유력 시 되고 있어 국내외에서 주목받고 있다.

PMOLED는 증착장비와 봉지장치 등 일부 장비만으로 라인 구성이 가능하고, 추가 증설을 원할 경우 증착 장비를 추가하는 수준에서 양산 규모를 증대시킬 수 있지만, 디스플레이의 수명이 짧고 대형화의 어려움이라는 한계가 있으며, 향후 시장은 AMOLED에 의해 주도될 것으로 보고 있다.

AMOLED는 현재 고화질의 소형 휴대기기에 그 응용이 집중되고 있지만, 시장규모, 수익성, 경쟁상황 등을 고려할 때, OLED는 중대형 애플리케이션으로 시장을 확장할 수밖에 없으며, 중대형 시장으로 진출이 OLED의 유망성을 결정하는 주요 요소가 될 것으로 전망한다. 아직까지 OLED의 효율 및 수명, 생산성 등의 문제로 인해 중대형 시장 진입은 다소 시간이 걸릴 것으로 예상하지만 그림 16에서 보듯이 OLED 재료의 발전 속도로 볼 때, 그리 오랜 시간이 걸리는 않을 것으로 예상된다.

AMOLED 기술 구현을 위해 필요한 다양한 요소 중에서 OLED의 발광 효율의 문제는 1987년 1lm/W에서 2005년 110lm/W로 거의 100배 정도 개선되었으며, 그 외 OLED를 외부 공기나 습기로부터 차단하는 봉지 기술, 전면발광방식

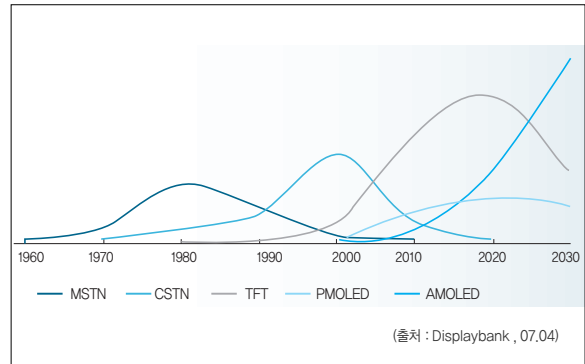



그림 17. 메인 디스플레이 라이프 사이클 전망

구현을 위한 투명 전극 기술 등은 현재까지 상당한 성과를 보였다. 이와 같이 기술이 개선되는 속도로 볼 때, 그림 17에서 보듯이 10년 후에는 AMOLED 기술이 중대형 디스플레이에도 적용될 수 있는 상당한 수준에 다다를 것이라 예상하며 TFT-LCD와의 치열한 시장 경쟁이 기대된다. 

참조문헌

- [1] 단분자 유기전기발광재료 - 권순기, 2003년 2월 한국 정보디스플레이 학회지 제 4권 1호
- [2] 유기 EL 디스플레이 기술 - 한정인, 문대규
- [3] OLED (Organic Light Emitting Diode) - 한국과학기술정보연구원, 2005.09
- [4] OLED 발광재료 최신 동향 - OLEDNET Report 1 No.27, 2007.1
- [5] 2007년 1/4분기 OLED 시장동향 - OLEDNET Report 5 No.31, 2007.5
- [6] OLED 산업동향 - 전자부품연구원 기획리포트
- [7] 2007년 상반기 전시회 동향 - OLEDNET Report 6 No.32, 2007.6
- [8] 저전압 구동 목적의 저분자 유기 EL소자 : 고효율 전자주입 · 수송기 구와 재료 개발
- 한국과학기술정보연구원 이종길
- [9] Mentor 보고서 OLED - 2005년 MENTOR 기술사업기회 분석연구 시리즈, 2005년 11월
- [10] SERI 경제포커스 제 162호
- [11] OLED 패널 시장동향, IT 산업분석, IITA
- [12] 삼성 SDI
- [13] LG 전자
- [14] Displaybank
- [15] www.UniversalDisplay.com
- [16] www.oled-info.com
- [17] KOSEN Conference Report - SID2005, 김성한
- [18] 전자신문
- [19] 아이뉴스
- [20] DisplaySearch, Q1'07 Worldwide Flat Panel Forecast 2007.4
- [21] DisplaySearch, Q3'07 Worldwide Flat Panel Forecast 2007.11