

유기발광다이오드(OLED) 디스플레이 표준화 동향

I. 유기발광다이오드 (OLED) 디스플레이의 발전

최근 TFT-LCD 대신에 유기발광다이오드(Organic light emitting diode: OLED) 디스플레이를 사용하는 휴대폰이 시장에 나오고 있어서 일반인들에게도 OLED라는 용어가 그리 낯설게 느껴지지 않지만, 몇 년 전만 하더라도 디스플레이 분야의 전문가가 아니면 OLED는 대단히 생소한 용어였다.

국내에서는 2002년에 LG 전자에서 OLED 디스플레이를 외부창에 장착한 폴더형 휴대폰을 처음으로 판매했다. 그 당시에는 OLED 성능이 좋지 않아서 내부창에는 여전히 TFT-LCD를 사용하고, 사

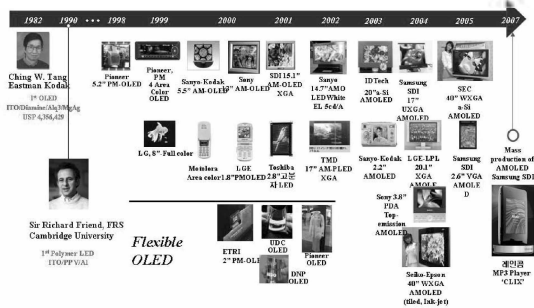
간과 아이콘 등을 표현하는 1인치급 이하의 외부창 디스플레이로 PMOLED(passive matrix OLED)가 사용되기 시작했다.

OLED 기술이 실험실 연구 단계를 넘어서 본격적으로 대량 생산되어 소비자용 전자제품에 적용된 획기적인 사건이었지만, 5~6년이 지난 현재의 관점에서 보면 벌써 한물간 기술이 되었다.

이제는 PMOLED 제품을 외부창에 사용하는 폴더형 휴대폰은 시장에서 찾기 어렵고, 2인치대의 고해상도 AMOLED(active matrix OLED) 디스플레이를 장착한 슬라이드형 휴대폰을 흔히 볼 수 있다. 또한, MP3플레이어, 디지털카메라에도 AMOLED가 사용되고 있고, 작년 말에는 일본 소니에서 11인치 AMOLED TV를 판매하기 시작했으며, 삼성SDI에서는 31인치 AMOLED TV 시제품을 발표했다.



이창희
서울대 교수
전기·컴퓨터공학부
02-880-9093
chee7@snu.ac.kr



[그림 1] OLED 디스플레이 시제품 개발 현황

이와 같이 OLED 기술은 빠르게 발전해서 TFT-LCD를 대체할 차세대 평판디스플레이 기술로 부상하고 있다. 특히 OLED 디스플레이는 LCD와 달리 자체 발광 형이므로 백라이트 (backlight unit)가 필요 없어서 구조가 단순하고, 유리 한 장 정도의 두께 (1mm)를 가지는 초박형, 초경량 디스플레이이다. 또한 발광 효율이 높고 구동 전압이 낮아서 전력소비가 적은 장점이 있고, 높은 연색 지수와 색순도를 가지고 있어 디스플레이뿐만 아니라 조명분야에 이르기까지 응용산업의 폭이 확대될 것으로 전망된다.

디스플레이 산업은 디지털가전·컴퓨터·정보통신기기 등의 핵심 부품 산업으로 전·후방 생산 유발 효과가 크고, 반도체 산업과 더불어 우리나라의 중요한 성장 동력 산업이다. 따라서 차세대 디스플레이 기술로 부상하고 있는 OLED 산업 육성의 필요성은 아무리 강조해도 지나치지 않다. 다행히 우리나라는 TFT-LCD에 이어서 OLED 분야에서도 확고하게 세계 1위를 차지하고 있다.

삼성SDI는 2004년 이래 계속 세계 시장 점유율 1위를 차지하고 있으며, 2007년 하반기부터 세계 최초로 AMOLED 디스플레이를 양산하기 시작했고, LG디스플레이도 최근 AMOLED 디스플레이를 양산하기 시작했다. 그러나 일본, 대만, 중국 등이 추격 중에 있어 세계 1위 생산국으로의 위치를 고수하기 위해서는 과감한 투자, 원가 절감 및 품질차별화를 위한 신기술 개발과 표준화 전략이 요구되고 있다.

이 글에서는 OLED 국제표준화의 진행 상황과 향후 과제에 대해 설명하고자 한다. 본인은 국제전기기술위원회(International Electrotechnical Commission, IEC)에서 OLED 표준화 프로젝트

팀이 만들어진 때부터 회의에 참석하여 현재까지 IEC TC110 WG5(OLED)의 위원장(Convenor)으로 활동하고 있다. 이 경험을 바탕으로 지난 6년간의 OLED 표준화 진행 과정을 간략하게 정리해 보고자 한다.

2. OLED 국제표준화 프로젝트의 시작 및 용어표준화

국내에서 최초로 OLED 디스플레이를 장착한 휴대폰을 출시한 2002년의 LG전자의 광고를 기억해 보면 고층빌딩 숲을 배경으로 푸른 하늘 아래 펼쳐진 넓은 잔디 공원에 누워서 휴대폰에서 나오는 휘파람 연주에 맞추어 마치 수중발레를 하듯이 가선미를 뽐내는 모델이 'Looks Good' 이라고 말하는 가운데 '국내 최초 외부 유기 EL'이라는 자막이 나타났다.

현재는 OLED라는 용어가 국제 표준으로 사용되고 있지만, 그 당시에는 미국과 유럽에서는 OLED라는 용어를 사용했고, 일본에서는 "유기 EL (electroluminescence: 전기발광)"이라는 용어를 사용했고, 우리나라에서는 두 용어를 모두 사용했다. 이와 같이 "OLED"와 "유기 EL"이라는 두 용어가 혼용되면서 일반인에게 마치 서로 다른 기술인 것과 같은 혼란을 주기 시작하여 용어의 표준화 필요성이 대두되었다.

또한 OLED는 기존의 LCD와 달리 자체발광형이어서 LCD에서 사용하는 디스플레이 특성 측정 방법을 그대로 적용하기 어려운 부분이 많아서 새로운 국제 표준을 만들어야 할 필요성이 커졌다. 2002년 2월에 일본에서 산요 사의 Kenichi Shibata 박사를 책임자로 하여 OLED 용어 및 기호 정의에 대한 신규 규격안 (47C/272/ND)을 제안했다는 소식을 듣고, 기술표준원에서는 산

업화가 임박한 OLED 분야에서는 우리나라가 표준화를 주도하기 위해 우리 측 규격안을 별도의 안으로 제안하기로 했다.

당시 평판디스플레이 국제표준화는 IEC Technical Committee 47 산하의 Sub-Committee SC47C(FPD)에서 다루고 있었는데 SC47C의 의장, 간사, LCD 및 PDP Working Group (WG)의 위원장 (Convenor)은 모두 일본이 담당하고 있었다. 이와 같은 상황에서 신설될 OLED WG까지 일본이 위원장을 맡으면 우리나라 FPD 산업의 국제적 위상을 고려할 때 문제가 있다고 판단해서 적극적으로 대처하기로 했다. 이에 따라 기술표준원 이상근연구관이 본인에게 OLED 용어표준안을 만드는 작업을 맡아달라고 부탁을 했다.

본인은 당시 인하대 물리학과 교수로 있으면서 OLED 연구회 간사를 맡고 있었는데, 이상근연구관, 최정현과장(한국디스플레이조합), 도이비박사(ETRI), 강성철박사(삼성전자), 이정노박사(삼성SDI), 이성구박사(LG 전자), 박성식박사(오리온전자), 박세용 선임(LG Philips LCD), 백순호대리(현대 LCD), 최준후박사(삼성전자)가 참여하는 국내 전문 위원회를 구성해서 4월부터 4차례의 회의를 통해 OLED 기술발전 동향을 검토하고, 기술별 용어와 기호를 정의하여 한국 측 안을 작성했다. 약 한 달의 짧은 시간이었지만 우리는 국익이 걸린 일이라 모두 열심히 참여하여 총 288개의 용어를 정의한 규격안을 마련했다. 이 안을 가지고 본인이 대표로 2002년 5월 23일부터 25일까지 미국 보스턴에서 SID (Society for Information Display) 학술대회와 함께 개최된 IEC/SC47C 회의에 참석했다.

OLED는 정식으로 프로젝트가 성립되지 않았기 때문에 LCD 분야의 표준을 담당하고 있었던

IEC/SC47C/WG2(LCD)에서 논의될 하게 되었는데, 본인은 옵저버 (observer) 자격으로 이 회의에 참석을 했다.

일본에서 마련한 규격안을 사전에 보지 못했기 때문에 우리 것이 일본과 비교했을 때 혹시라도 부족한 부분이 있지는 않은지 불안하기도 했고, 처음으로 국제표준화 회의에 참석하는 것이라 상당히 긴장을 하면서 회의에 참석했다. 그런데 일본에서는 제안자인 Shibata 박사가 참석하지 않고 WG2 위원장인 Katsumi Ishiguro 씨가 일본측 제안에 대해 설명을 했을 뿐만 아니라 일본측 안은 커버 페이지, scope 및 목차만 있는 2 쪽짜리의 제안서에 불과해서 깜짝 놀랐고, 한편으로는 우리 측 규격안의 완성도에 자부심을 느끼게 되었다.

이에 1994년부터 WG2 위원으로 활동해 오신 건국대 김용배교수께서 일본측 안이 부실한데 비해 우리가 준비한 규격안은 상당히 충실하므로 우리 안을 토대로 OLED 신기술 프로젝트를 추진할 것을 강력하게 요청했다. 그러나 IEC SC47C 의장 및 간사는 일본에서 먼저 제안을 했으므로 Shibata 박사가 프로젝트 리더를 맡아서 차기 회의(북경, 2002년 10월 28일~11월 1일)에서 OLED 프로젝트 첫 회의를 개최하고, 우리 측 안을 규격안에 최대한 반영하는 것으로 정리했다. 비록 억울한 측면도 있었으나 우리가 늦게 제안했으므로 받아들일 수밖에 없었다. 첫 번째 회의 참석을 통해 힙과 논리의 우위를 점유하는 것이 국제회의를 리드해 나가는데 필수적이라는 것을 실감할 수 있었다.

2002년 10월 10월 28일~11월 1일 동안 북경에서 개최된 IEC 총회에서 OLED 용어 및 기호 표준화 프로젝트팀 (IEC PT62341)이 구성되어 최초의 회의를 개최했다. 이 회의에서 주된 논쟁

은 유기EL디스플레이의 약칭을 "OLED"로 할 것인지 "유기EL(OEL)"로 할 것인지에 대한 것이었다. 일본은 유기EL을 주장하고, 한국과 중국은 OLED로 하기로 주장해서 합의를 보지 못했다. 일본의 주요 논리는 1997년에 파이오니어사에서 세계 최초로 상용화를 성공시켰고, "유기EL"로 광고까지 했으므로 이 용어로 표준화해야 한다는 것이고, 한국 및 중국의 논리는 원리적으로 OLED는 유기반도체 재료로 만든 LED이며, 전세계적으로 OLED로 사용하는 빈도가 더 높다는 것을 주요 포탈 사이트(구글, 야후) 검색을 통해 보여주었다.

우리의 논리가 더 설득력이 있었으나 일본의 완강한 반대로 합의에는 도달하지 못하고 추후 계속 논의하기로 했다. 이 논쟁은 결국 두 번의 회의를 더 해서 2003년 12월 1-2일에 개최된 후쿠오카 회의에서 최종적으로 OLED로 통일하기로 합의를 할 수 있었다. 이 논쟁을 통해 우리의 주장을 관철시키려면 철저한 자료 준비와 설득 논리 개발을 통해 타국의 지지와 이해를 얻도록 해야 한다는 것을 알 수 있었다.

3. OLED Working Group 신설

2002년 북경에서의 SC47C 전체 회의에서 우리는 OLED 분야도 LCD 및 PDP와 같이 Working group을 형성하고, 평판디스플레이분야 산업의 규모 및 기술의 중요성을 고려하고, 이 분야 국제기술규격의 신속한 제정을 위하여 SC47C를 새로운 TC110으로 승격하는 것을 제안했다. 그러나 이와 같은 OLED Working group 신설에 대한 우리의 주장은 일본의 반대에 부딪히 수용되지 않았으나 향후 OLED 프로젝트의 수가 3개 정도로 증가하면 OLED Working group을 형성할 수도 있다는 타협안을 이끌어 낼 수 있었다.

이에 따라 우리 측에서는 OLED 용어 규격 외에 한국과 중국에서 각각 1개씩 신규 프로젝트를 제안하여 다음 회의(2003년 5월 23-24일 미국 볼티모어)에서는 3개의 OLED 프로젝트를 추진할 것을 추가 제안하여 동의를 받았다. 이를 통해 OLED working group 승격을 위한 토대를 마련할 수 있게 되었다. 그리고 SC47C를 TC110으로 변경시키는 것에 대해서는 IEC 사무국에 신청을 하기로 합의를 했다.



[그림 2] 2002년 11월 1일 북경에서 개최된 IEC SC47C 전체 회의 장면: 왼쪽부터 이창희, SC47C 간사 Hideo Iwama, SC47C 의장 Shigeo Mikoshiba 교수

2003년 5월 23-24일 동안 미국 볼티모어에서 SID 학회와 같이 OLED 프로젝트 팀의 두 번째 회의를 개최했다. 지난 회의에서 합의한 대로 "OLED의 측정방법(measuring method)"은 중국 칭화대학교의 Yong Qui 교수가 신규 프로젝트(NP290)를 제안했고, "OLED 일반규격(Generic Specifications)"에 대해서는 한국의 이정도박사가 신규프로젝트(NP291)를 제안하여 승인을 받아서 3개의 프로젝트가 본격적으로 논의되기 시작했다. 그러나 이 회의에서는 중국에서 참석하지 않고 한국과 일본 위원만 참석해서 양국간에 논쟁이 된 많은 부분에 대한 합의는 제3국 위원들이 참가할 수 있는 차기 회의로 미루어지게 되었다.

평판디스플레이 분과가 SC47C에서 TC110으로 변경하는 것이 2003년 6월 13일에 IEC 사무국의 Standard Management Board(SMB)에서 승인이 되었고, 최초의 TC110 총회가 2003년 12월 1-2일 후쿠오카에서 개최되었다.

이 회의에서 OLED 프로젝트 3개를 관리할 운영자로 "Area Manager"를 신설하고, 한국의 이창희교수가 맡는 것으로 각국의 만장일치로 결정되었다. Area Manager는 진행중인 3개의 OLED project를 운영하며, WG의 Convener와 같은 역할을 수행하는 것으로 결정되었다. 그리고 이 회의에서는 향후 OLED 분야의 국제 표준 규격 제정에 대한 로드백을 만들었다.

이후 OLED 프로젝트 팀은 2004년 5월 23~24일에 개최된 미국 시애틀 회의에서 미국 DuPont Displays 사의 Joh Penczek 박사가 위원으로 참석하기 시작하면서 참가국이 4개국으로 늘었고, 2004년 10월 18~20일에 서울 롯데호텔에서 개최된 회의에는 핀란드 노키아에서 Johan Bergquist 박사가 참석하여 참가국이 5개국으로 증가했다.

그리고, 2004년 12월 6~7일에 일본 니이가타 임시회의를 개최했고, 2005년 5월 19~21일에 개최된 미국 보스턴 회의에서는 LG전자의 김광영 박사가 "OLED 환경내구성 측정방법"에 대한 신규 프로젝트를 제안하고, 미국 Joh Penczek 박사가 "OLED 화질"에 대한 신규 프로젝트를 준비하기로 합의해서 5개의 프로젝트가 논의되기 시작했다. 그리고 2005년 9월 22~24일에 개최된 스코틀랜드 에딘버러 회의에는 영국 CDT사의 Jeremy Burroughes 박사와 독일 Display-Metrology & Systems 사의 Michael E. Becker 박사가 위원으로 참석하여 참가국이 7개국으로 확대되었다.

그리고 2005년 9월 26일 네델란드 델프트에서 개최된 TC110 총회에서는 미국의 제안으로 OLED 프로젝트 팀을 Working group으로 승격하고, 초대 위원장(Convenor)으로 한국의 이창희교수를 추천하기로 결정하고, 2006년 2월에 IEC SMB에서 승인되어 OLED 분야가 TC110 산하 WG5로 신설되었다. 그리고 2008년 2월에는 백라이트 프로젝트팀을 PT6로 신설하는 것이 SMB에서 승인되었다. TC110의 조직도를 그림 3에 나타냈다.

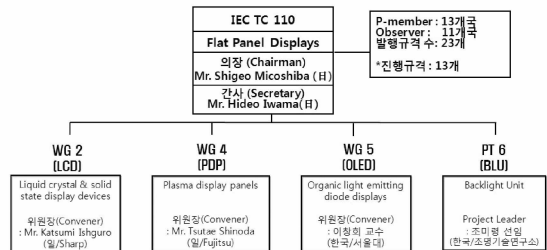


그림 3 IEC TC110 조직도

4. OLED 국제 표준 규격 문서 및 로드맵

위에서 설명한 바와 같이 OLED 국제표준화회의는 2002년 북경회의에서 최초로 용어표준화에 대한 논의를 시작한 이후 3개의 국제표준규격이 제정되었고, 현재 2개가 진행되고 있고, 3개의 신규 프로젝트가 제안되고 있다. [그림 4]에 IEC TC11/WG5에서 합의한 OLED 국제 표준화 로드맵을 나타냈고, [그림 5]에는 현재 진행 중인 5개 프로젝트의 주요 논의 단계를 요약했다. 그리고 현재까지 완료된 규격과 진행 중인 규격의 이름 및 프로젝트 리더는 다음과 같다.

- × IEC62341-1-1: Organic Light-Emitting Diode(OLED) Displays: Generic Specification, 프로젝트 팀장 : KETI 전주나노집적센터의 이정노박사



- × IEC62341-1-2: Organic Light-Emitting Diode(OLED) Displays: Terminology, Definition, and Letter Symbols, 프로젝트 팀장 : 일본 산요전기의 Kenichi Shibata 박사
- × IEC62341-1-5: Organic Light-Emitting Diode(OLED) Displays- Part 5: Environmental and mechanical endurance test methods, 프로젝트 팀장: 김광영박사 /Ayumi keda
- × IEC62341-6-1: Organic Light-Emitting Diode(OLED) Displays - Part 6-1: Measuring Methods for Optical and Optoelectrical Characteristics, 프로젝트 팀장: 중국 Visionox 사의 Yudi Gao 박사
- IEC62341-6-2: Organic Light Emitting Diode(OLED) Displays - Part 6-2: Measuring Methods of Visual Quality, 프로젝트 팀장: 미국 NIST의 John Penczek 박사

62341-1		62341-5		62341-6		62341-2		62341-3		62341-4	
Year	Year	Year	Year	Year	Year	Year	Year	Year	Year	Year	Year
2001	2001	2004	2005	2005	2005	2007	2007	2007	2007	2009	2010

[그림 4] OLED 국제 표준화 로드맵

Project	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
IEC 62341-1-2 Terminology and letter symbols (K. Shibata)	4TC72/NP 2001.12.21	11620/CD 2004.4.23		11058/CD 2005.6.10	11093/CD 06.8.4	ADIS 07.4.20	Publication 07.12	Maintenance 2009	
IEC 62341-1-1 Generic Specifications (G.N. Lee)	4TC29/NP 2002.12.20		11038/CD 2004.12.3	11048/CD 2005.12.3	11099/CD 06.11.10	ADIS 07.7.15	Publication 08.7	Maintenance 2009	
IEC 62341-5 Environmental test methods (K. Y. Kim, A. Ikeda)				11057/NP 2005.7.8	11049/CD 07.5.30	CDV 07.5		Publication 09.12	
IEC 62341-6-1 Meas. Methods of Optical and Optoelectrical Parameters (L. Wang)	4TC29/NP 2002.12.20			11055/CD 2005.5.20	11093/CD 06.8.4	CDV 07.10	Publication 08.10		
PWI IEC 62341-6-2 Meas. Methods of Visual Quality (J. Penczek)					PWI 2006.1.20	NP 07.5	1 st CD 07.10		Publication 10.6
Proposal of New Project Mechanical Endurance Tests							Preliminary study proposal		
Proposal of New Project							Preliminary study proposal		

[그림 5] OLED 디스플레이의 5개 IEC 국제 표준
규격의 논의 현황

5. 맺는말

OLED 디스플레이는 얼핏보면 액정 디스플레이(LCD)와 유사하게 보이지만 자세히 살펴보면 훨씬 선명하고 보기 좋고, 얇고 가볍다. 휴대폰 등에 많이 사용되고 있고, 곧 모니터, 노트북, TV 등에 OLED 기술이 적용될 것으로 예상된다.

다. 그리고 이미 애플이 OLED 디스플레이를 폴라 스텝 기관에 제작하여 두루마리처럼 롤을 말았다가 펴서 볼 수 있게 된 것이다. 이와 같이(OLED)는 LCD의 뒤를 이어 차세대 디스플레이로 자리매김을 할 것으로 예상되고 있다.

현재 우리나라가 세계 1위의 시장을 점유하고 있으나 일본, 중국, 대만 등이 맹렬하게 추격해오고 있다. 따라서 우리가 지속적으로 선두를 유지하려면 과감한 투자, 원가절감 및 품질차별화를 위한 신기술 개발과 표준화 전략이 요구되고 있다.

1995년에 세계무역기구(WTO)가 창설되고, 전 세계적으로 자유 무역을 활성화하게 하기 위해 기술적 장벽으로 활용해 온 각각의 표준이나 기술 수준을 국제표준으로 단일화하게 하고 있다.

이와 같은 시도는 결국 기술 선진국 기업의 세계 시장에서의 지배력 강화에 이용될 것이다. 다행히 디스플레이 분야는 우리 기업이 세계 1위의 생산 기술을 가지고 있으므로, 이와 같은 국제적인 움직임에 능동적으로 대처하여 적극적으로 국제 표준화를 주도하면 우리 기업이 세계 시장에서의 지배력을 더욱 공고히 할 수 있고, 차세대 신기술 개발 및 생산 및 판매에서도 유리한 위치에 있게 된다.

특히 OLED 기술은 디스플레이 시장뿐만 아니라 차세대 광원 기술로도 활용되어 산업적 응용 범위가 광범위하므로 적극적으로 국제 표준화 기구에 참여하여 우리 기술이 국제 표준에 최대한 반영되도록 해야 할 것이다. 이를 위해 우리나라는 뛰어난 원천기술을 개발하여 지적재산권을 확보해야 하고, 기술적 우수성을 내세워 세계를 설득시킬 우수한 인력을 육성하여 IEC, ISO 등의 국제 표준화 기구에 적극적으로 참여해야 한다. 그리고 국가에서는 이들이 활동하는데 어려움이 없도록 적극적으로 뒷받침을 해주어야 한다.