

OLED 디스플레이 표준화 동향

이 정 노 (전자부품연구원)

I. 서 론

OLED(Organic Light Emitting Diodes)는 자체발광, 고속응답, 광시야각, 초박형, 고화질, 내구성, 넓은 구동온도 범위 등 디스플레이로서 필요한 모든 요소를 갖추고 있어 이상적인 디스플레이로 각광받고 있으며 “꿈의 디스플레이”로 불리는 디바이스이다.

OLED가 차세대 디스플레이로 주목받고 있는 이유는 LCD등 다른 디스플레이와 차별화되는 OLED만의 장점 때문인데, 가장 두드러진 특징은 자체 발광형으로 소자 자체 스스로 빛을 내기 때문에 어두운 곳이나 외부의 빛이 들어와도 시인성이 좋다는 것이다. 이 외에 LCD와는 다르게 백라이트가 필요 없어 두께와 무게를 LCD의 3분의 1로 줄일 수 있으며, 동영상의 재생 시 응답속도가 빨라 자연스러운 영상을 구현할 수 있는 등 OLED만의 많은 장점들이 있다.

하지만 무기물질에 비해 상대적으로 불안정한 유기물질을 사용하여 수명이 짧다는 단점과 대형화가 어렵다는 점은 앞으로 개선되어야 할 부분이다.

여기서는 OLED 디스플레이의 국제 표준화 동향을 기술하는데 있어서, 이러한 OLED 디스플레이의 특징점이 어떻게 표준에 반영되는지의 관점에서 기술하고자 한다.

II. IEC TC110 구성

한국은 세계 최고의 디스플레이 생산국으로서의 지위를 유지하고 있으나, 핵심 원천기술과 산업 재산권은 현

재 미국, 일본 등 일부 선진국에 편중 되어 있어 기술 도입은 거의 불가능한 상황이다. 이러한 환경에서 평판디스플레이를 수출 전략 산업으로 계속하여 발전시켜 나가기 위해서는 신기술 개발과 함께 국제 표준화 활동에 적극적인 참여가 필요하며, 특히 선진국에 비해 기술 우위에 있는 양산 관련 기술 및 응용 기술 등에 대한 적극적인 독점화 노력과 전략적인 국제 표준화를 통해 무역장벽에 대한 대응과 시장 점유율의 향상이 요구된다.

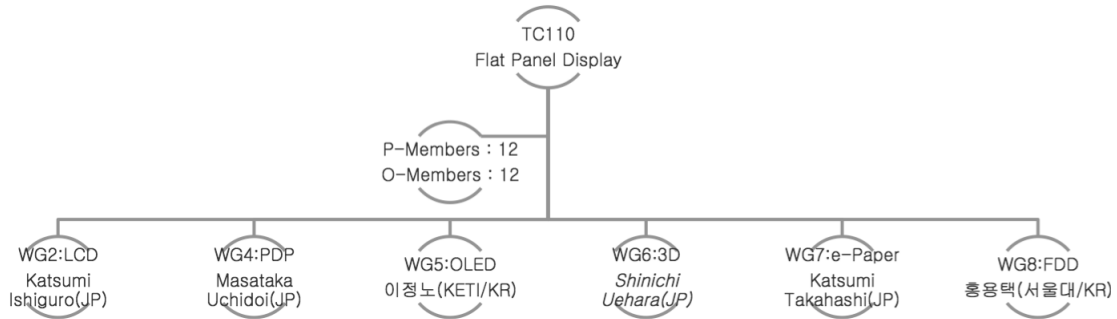
특히, 꿈의 디스플레이로 불리는 OLED 디스플레이 분야에서는 핵심 기술을 선점하기 위해 국내외적으로 기술 개발에 박차를 가하고 있는 상황으로, 관련 기술의 성공적인 개발과 산업 활성화를 위해서는 단위 기술의 전기적, 광학적, 구조적인 시스템 기술의 표준화가 중요하다.

현재 LCD와 PDP는 이미 확보된 인프라를 바탕으로 제품 경쟁력을 확보하고 있으나, OLED 디스플레이는 이러한 분야에서 아직 준비가 미흡한 실정으로, 국내 기술을 기반으로 한 국제 표준을 제정함으로써 세계 시장에서 주도권을 확보할 필요가 있다.

1. IEC TC110의 구성

1997년 IEC의 SC47C(FPD)분과위원회로 설립되어 2003년 독립된 기술위원회로 승격된 TC110는 평판디스플레이의 표준을 담당하는 기술위원회로, 현재 24개국의 회원국이 참여하고 있으며, 2011년 8월 현재, 27개의 표준서를 발간하였고, 22개의 문건에 대한 협의를 진행하고 있는 매우 활발한 활동이 전개되고 있다.

TC 110의 의장과 간사 및 WG2(LCD), WG4(PDP)의



[그림 1] IEC TC110의 작업반 체계도 및 위원장

[표 1] IEC TC110의 운영진 및 scope

TC110	
Secretariat	일본
Chairman	Prof.: Shigeo Mikoshiba(JP) (임기 : 2011-09)
Secretary	Mr. Masao Uehara(JP)
Assistant Secretary	Mr. Kei Hyodo(JP) Mr. Shinichi Uehara(JP)

Scope :

Standardization, in the field of flat panel display devices such as liquid crystal, solid state, and plasma display devices, of terms and definitions, letter symbols, essential ratings and characteristics, measuring methods, specifications for quality assurance and related test methods, and reliability.

위원장을 일본에서 차지하고 있어 표준화의 주도권이 일본에 치우쳐 있다. 하지만, OLED 디스플레이를 담당하는 WG5의 위원장은 한국에서 초대 위원장(서울대 이창희 교수)을 맡았고, 현재 전자부품연구원의 이정노 센터장이 맡고 있어 OLED 디스플레이 표준화를 주도하고 있다.

최근 WG2, WG4, WG5에 이어, WG6(3D 디스플레이), WG7(e-paper), WG8(flexible display)이 새로 구성되면서, 더욱 활발하게 활동이 전개되고 있다.

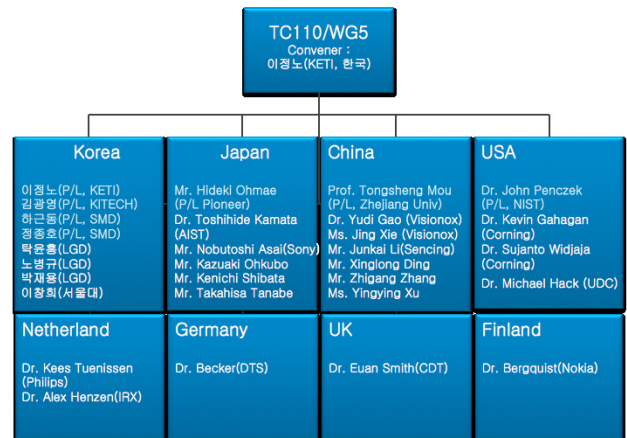
[그림 1]과 [표 1]에는 TC110의 운영 조직도와 운영진 그리고, 스코프를 나타내었다. 다만, 금년 9월 중국 난징에서 열릴 예정인 plenary 회의에서 차기 의장으로 중국의 Baoping Wang교수가 후임으로 선임될 예정이며, 임시로 Shinichi Uehara가 맡고 있는 WG6(3D)의 위원장으로는 충북대 김남 교수님이 정식으로 선임될 예정이다.

2. TC110 WG5의 구성

OLED 분야의 국제 표준화는 2002년 일본이 OLED 용

어 규격에 대한 새로운 프로젝트를 제안했고, 2002년 5월 Boston에서 개최된 IEC TC 47/SC47C/WG2 회의에서 한국 측에서도 28페이지 분량의 OLED 용어 규격을 제출하였다. 이에 따라 2002년 10월28일에서 11월1일 까지 중국 북경에서 개최된 IEC General Meeting에서 한국, 일본, 중국이 참가하여 최초로 OLED 국제 표준화를 위한 프로젝트 팀인 PT62341이 설립되어 활동하기 시작했고 현재는 TC 110(평판디스플레이 표준화 위원회) 산하 WG5로 승격되어 우리나라에서 위원장을 수임하여 활동 중에 있다. 최초로 WG5의 위원장은 서울대학교 이창희 교수가 수임하였고 2008년 10월 12일부터 10월 16일까지 개최된 IEC TC 110 정기총회에서 전자부품연구원의 이정노 센터장이 후임으로 선임되어 활동 중이다.

현재, TC110 WG5에는 8개국 30여 전문가가 참여하여 활동하고 있으며, 현재까지 4건의 표준 문건을 발간하였



[그림 2] IEC TC110 WG5 OLED 표준화 작업반의 각국 전문가 현황

으며, 현재 4건의 표준 문건을 논의하고 있다.

Ⅲ. OLED Display 표준화 동향

OLED 분야의 국제 표준화는 2002년 2월 일본이 OLED 용어 규격에 대한 새로운 프로젝트를 제안함에 따라, 먼저 OLED WG을 제안하였던 한국 측에서도 2002년 5월 Boston에서 개최된 IEC TC 47/SC 47C/WG 2 회의에서 28 페이지 분량의 OLED 용어규격을 제출했다. 이에 따라 2002년 10월 28일~11월 1일까지 중국 북경에서 개최된 IEC General Meeting에서 한국, 일본, 중국이 참가하여 최초로 OLED 국제 표준화를 위한 프로젝트팀인 PT62341이 신설되어 활동하기 시작하였다.(향후 2006년 2월에 PT 62341에서 WG5로 승격됐음.)

2003년 12월 IEC TC 110총회에서 일본이 “Organic Electroluminescent Displays(OELD)”를 제안했으나, 우리나라는 미국과 중국의 지원을 받아서 “Organic Light Emitting Diode Displays(OLED)”를 제안하여 결국 “Organic Light Emitting Diode Displays”를 국제 표준 용어로 사용하기로 하는 합의를 이끌어 냈다. 이 결과는 우리나라가 능동적으로 국제 표준화 활동에 참여하여 국제적인 합의를 주도해 나가는 하나의 모범적인 사례로 생각할 수 있다.

2003년 처음 만들어진 OLED 표준화 로드맵의 현재 모습과 프로젝트 리더를 [그림 3]에 나타내었다.

1. 기 출간된 표준 문건

지금까지 출간된 표준 문건은 총 4건이며, 주요 내용은 다음과 같다.

- (1) IEC 62341-1-1 Generic Specification
(P/L : 이정노)

전체의 OLED 품목을 관장하는 품질 평가 및 품질 인증 절차를 담고 있다. 3장에서는 공통으로 적용하는 기술적 사항을 다루었으며, 품질 평가의 카테고리를 구분하였다. 4장 및 5장에서는 각각 품질 평가 및 품질 인증 절차를 기술하였으며, 7장에서는 시험 평가 절차를 다루며 특성 및 신뢰성 평가를 연이어 진행한 신규 프로젝트와의 연계성을 언급하여 본 generic specification을 시작으로 다른 OLED 표준서로 접근이 가능하도록 하였다.

- (2) IEC 62341-1-2 Terminology and letter symbols
(P/L : Kenishi Shibata)

OLED에서 필요한 전문 용어 및 기호를 정의하는 표준서이다. 초기 진행된 과제로, 일본과 한국의 주도권 다툼이 심하였으며, 특히 디스플레이의 명칭이 가장 큰 이슈 사항이었다. 한국의 안인 ‘OLED(organic light emitting diode)’가 일본이 주장하는 ‘OEL-D(organic electro-luminescent display)’를 누르기 위하여, 발광의 원리, 소자의 정의 등이 논의 되었으며, 가장 널리 사용하는 용어가 표준이 되어야 한다는 주장으로, 결국 OLED를 표준 명칭으로 채택하게 되었다. 이에 따라 한국에서는 ‘OLED’와 이와 일

		62341-1		62341-5			62341-6			62341-2	62341-3	62341-4
Area		Part 1-1 Generic specifications	Part 1-2 Term. & Letter Symbol	Reliability			Measuring Methods			Essential ratings & Characteristics	Sectional Specification	Blank Detail Specifications
				Part 5-1	Part 5-2	Part 5-3	Part 6-1	Part 6-2	Part 6-3			
Panel & Modules	Color	62341-1-1 Generic Specifications (Jeongno Lee)	62341-1-2 Terminology and letter symbols (Kenichi Shibata)	62341-5 Environmental test methods (Kwang Young Kim / Ayumi Ikeda)	62341-5-2 Mechanical endurance (Keundong Ha)	62341-5-3 Image sticking and lifetime (Jeongno Lee and Hideki Ohmae)	62341-6-1 Optical and electro-optical parameters (Yudi Gao)	62341-6-2 Visual quality and ambient performance (John Penczek and Jongho Chong)	62341-6-3 Image quality (Tongsheng Mou)			

Status : 2011. 8. 20.

- : published, : CDV, : CD, : NP

[그림 3] IEC TC110 WG5 내의 표준화 로드맵 현황

관성을 유지하는 국문 명칭인 ‘유기발광 다이오드’를 사용하게 되었으나, 일본에서는 영문으로는 'OLED', 일본내 표현으로는 ‘有機EL’을 사용하여 명칭의 일관성을 잃는 결과를 가져왔다.

(3) IEC 62341-5 Environmental test methods
(P/L : 김광영, Ayumi Ikeda)

OLED가 유기물을 주요 소재로 사용하는 만큼, 고온 및 고습에 취약하는 등 환경 신뢰성에 대한 이슈가 많아지게 되어 이를 다루는 프로젝트로 추진되었다. 한/일간 고온/고습 조건 및 시험 시간에 대한 이견으로 많은 논란이 되었던 과제이며, 본 과제의 scope에 초기에 포함되었던 기구 신뢰성과 잔상 및 수명 평가에 대해서는 별도의 과제로 추진함에 따라 빠른 진행이 가능하게 되었다. 본 문건에 포함된 항목은 다음과 같다.

- Storage at high temperature
- Storage at low temperature
- Storage at high temperature and high humidity
- Operation at high temperature
- Operation at low temperature
- Operation at high temperature and high humidity
- Temperature humidity cyclic
- Thermal shock
- (Simulated) Sunlight exposure

(4) IEC 62341-6-1 Optical and electro-optical parameters
(P/L : Yudi Gao)

중국의 두 번의 P/L 교체 끝에 Yudi Gao가 마무리한 과제로, 광학적, 전기광학적인 항목을 측정하는 과제이다. 큰 이슈가 되었던 항목은 소비전력 측정이다. OLED가 전류가 흐르는 화소에서만 빛을 발하므로, 어떠한 화면을 띄우냐에 따라 소비전력이 달라지게 되는데, 응용제품이 그래픽 위주의 제품인지, 동영상 위주인지에 따라 그 발

[표 2] 응용 제품 분야별 제시된 발광 비율

응용분야	발광 비율 예시
TV	15 %
DSC	20 %
Cell phone	30 %

광하는 화소의 비율이 달라지게 된다. 이에, 표준서에 그 응용 제품에 따른 평균적인 화소 발광 비율을 제시함으로써, OLED의 소비전력 측정 기준을 제시하였다는 데에서 그 의미를 찾을 수 있다. 주요 측정항목은 다음과 같으며, 이슈가 되었던 다른 항목들에 대해서는 62341-6-2, 62341-6-3 등의 별도 과제를 통하여 추진하고 있다.

A. Optical parameters

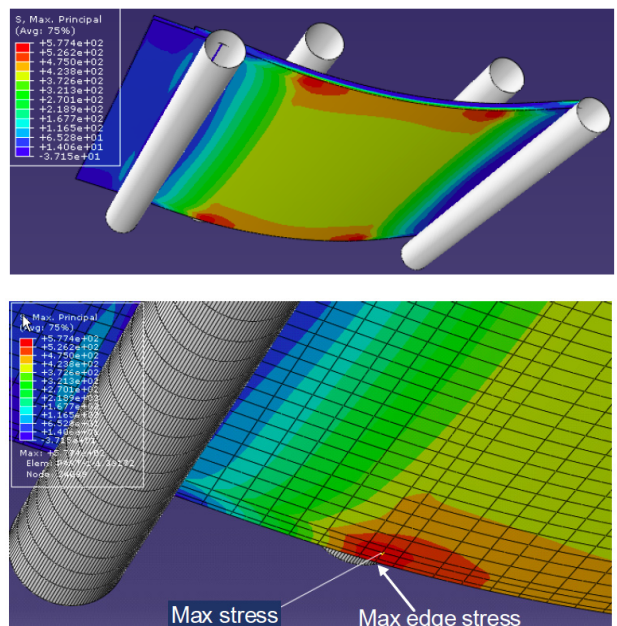
- Luminance and its uniformity
- Dark room contrast ratio
- Chromaticity, colour uniformity, colour gamut area metric and white field correlated colour temperature

B. Power consumption

2. 현재 논의 중인 표준 문건

(1) IEC 62341-5-2 Mechanical endurance test methods
(P/L : 하근동)

LCD, PDP와는 달리, OLED display가 현재, 모바일 응용제품 위주로 양산이 되고 있는 상황을 고려하여 추진되었으며, 모바일 제품이 손으로 휴대하기 때문에 떨어뜨리고, 누르고 하는 외부로부터의 힘과 충격을 많이 받게 되



[그림 4] Four point bending test의 해석 예

는데, 이에 따른 기구 신뢰성 시험에 대한 요구를 반영하여 표준화를 추진하게 되었다.

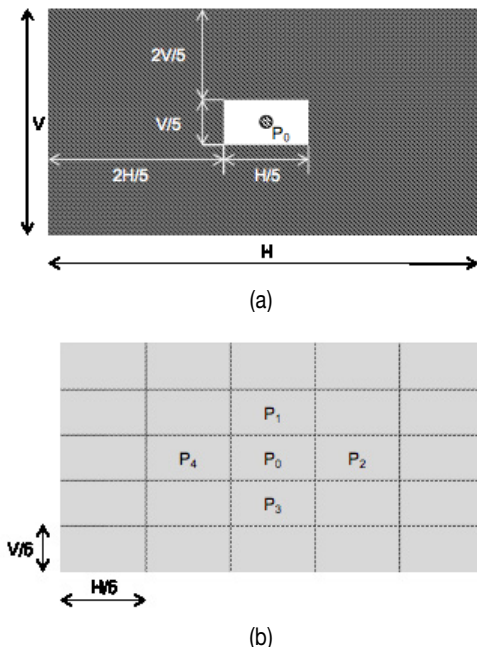
특히, 모바일 제품의 특성상 커버(유리)를 포함할 경우, 이를 포함하여 시험할 수 있도록 표준에 기술하여, 실제 제품의 특성이 반영되도록 하였다. 또한, LCD와 PDP에서 다루지 않았던 기구적 특성을 다루게 되면서, 시험 후 이를 해석하는 방법에 대하여 부속서에 기술하여 패널 개발 시 도움이 되게 하였다. 본 표준에서 다루고 있는 주요 평가 항목은 다음과 같다.

- Vibration(sinusoidal)
- Shock
- Quasi-static strength
- Four-point bending test
- Transportation drop test
- Peel strength test

(2) IEC 62341-5-3 Measuring methods of image sticking and lifetime

(P/L : 이정노, Hideki Ohmae(일))

본 표준 문건은 자발광 특성의 OLED 디스플레이에 있어서 매우 중요한 잔상(image sticking)과 수명의 측정 방



[그림 5] 잔상 측정을 위한 구동 패턴(a) 및 측정 패턴(b)

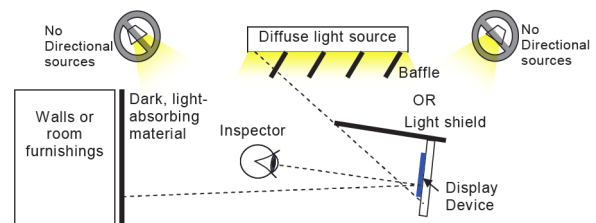
법에 대한 문건으로, 한국과, 일본이 공동으로 진행하고 있다. 통상 잔상 측정에 있어서, 가장 열악한 조건인 black과 white의 대비 조건으로 측정하는데 그치지 않고, 사용 조건(usage model)에 따라서, 밝은 패턴과 어두운 패턴의 계조를 추출하여 평가하는 방식을 도입하여, 실제 사용 환경에서의 잔상 발현에 대한 평가가 가능하도록 한 것이 특징이다. 그리고, RGB 3 개의 primary color 이외에 RGBW 등의 3 개를 넘는 primary color를 갖는 패널에 대해서도 적용 가능하도록 협의가 진행 중이다.

또한, 수명 측정에 있어서는 빠른 수명 평가를 위하여 도입하는 가속 수명 측정 방법 및 외삽법을 이용한 수명 예측에 대하여 기술하였으며, 이 때에 오류를 범하지 않도록 하는 점검 사항을 가이드로 제시하였다. 그리고, 수명 데이터 처리 시, 와이블 분포를 활용한 수명의 통계적 리포트 방법을 제시하여 수명 데이터를 제시할 때의 혼선을 줄이기 위한 방안이 제시하였다.

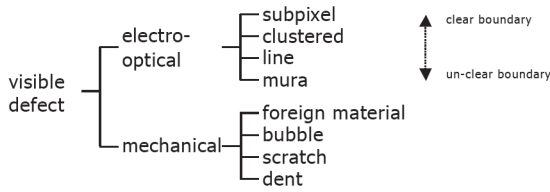
(3) IEC 62341-6-2 Visual quality and ambient performance (P/L : 정종호, John Penczek(미))

본 표준서에서는 육안으로 화질을 검사할 때 필요한 점 결함, 선결함, 얼룩 등 불량 항목에 대한 정의와 검사 기준을 제시하였으며, 기존의 optical and optoelectrical parameter 과제에서 주로 암실 조건을 다루었던 것과 달리 외광 조건을 정의하여 제시하였다. 외광 조건을 구분하는데 있어서 빛이 전 방향으로 확산되어 있는 구름/안개 속을 재현하는 확산광원에 대한 조건과 태양 등 직접적인 광원의 위치가 명확한 직접 조명으로 나누어 제시하여 측정 기준을 정립하였다.

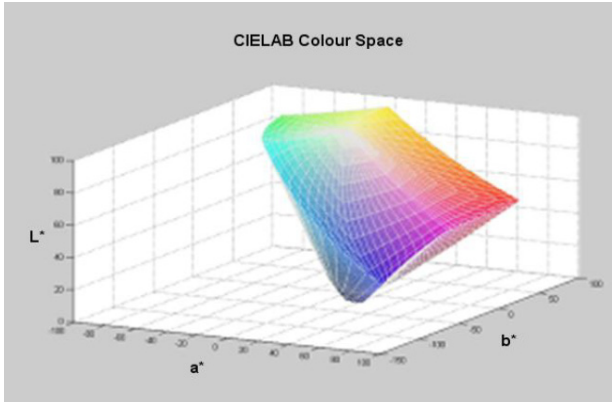
본 표준서에서 무엇보다도 중요한 것은, 타 디스플레이 대비 우수한 대비비(contrast ratio)와 색재현 범위(color gammut)을 통합하여 색공간에서의 부피로 표현하는 측정 방법을 도입한 것이며, 이를 통하여 OLED 디스플레이



[그림 6] 화질 검사 시 환경 조건 예시



[그림 7] 육안 화질 검사 시 불량 구분 체계

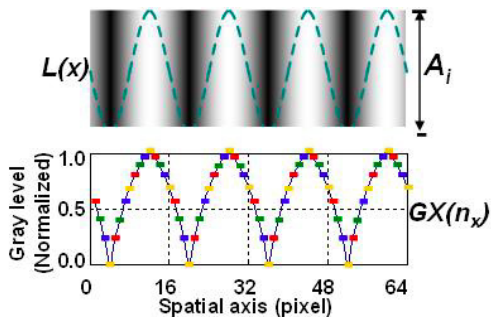


[그림 8] CIELAB 좌표계에서 표현한 색재현 공간의 부피 개념
이의 감성적인 특징점이 잘 드러나도록 하였다.

(4) IEC 62341-6-3 Measuring method of image quality
(P/L : Tongsheng Mou)

본 표준서는 62341-6-1 및 62341-6-2에서 제외된 항목을 정리하여 새로운 프로젝트로 중국의 Mou 교수가 제안하여 진행 중이며, 다음의 항목을 포함하고 있다.

- Viewing angle
- Cross talk



[그림 9] 동영상 해상도 측정에서의 sin파의 휘도 패턴 및 이에 해당하는 그레이 레벨

- Flicker
- Static image resolution
- Moving image resolution

IV. 맺음말

현재 IEC TC110 WG5에서 한국이 주도하여 OLED 표준화를 추진함에 있어서, 다음의 쟁점 사항을 고려하여 추진하여야 할 것이다.

1. 타 디스플레이와의 조화 문제

OLED는 디스플레이의 한 방식으로 LCD, PDP 등 기존 제품과 같은 역할을 하게 된다. 그러나, OLED표준화 및 LCD와 PDP의 표준화에 있어서 같은 항목을 서로 다른 방법으로 평가하거나 다르게 정의하게 되면 소비자의 혼란을 가져올 수 있는데 이를 각각의 전문가가 별도의 WG에서 추진함으로써 이러한 우려를 가질 수 있다. 이를 해결하기 위하여 각 WG의 전문가가 모이는 회의를 병행하여 소비자 입장에서의 혼란을 최소화하거나 없애려는 노력을 하여야 한다.

2. 감성 화질 이슈

디스플레이 평가 기술의 발달로, 단순 계측기를 활용한 평가보다는 감성적인 느낌을 평가할 수 있는 방법이 여러 가지 제시되고 있는데, 이를 표준화할 경우 다른 ISO, CIE 등과 중첩되어 국제 표준 기관간의 역할 문제가 대두될 수 있다. 이를 최소화하기 위해서는 각 국제 표준 기관의 범주를 잘 정의하고, 그 범위 내에서 표준서를 작성하거나, 연계 표준기관으로 처음부터 협력관계를 유지하며 추진하여야 한다.

3. 응용제품별 사용 모델 정립

OLED 디스플레이는 발광하는 비율만큼, 전력을 소비하고, 수명 측면의 열화가 진행된다. 따라서, 응용제품에 따라 소비전력, 수명의 측정 방법이 달라지게 되는데, 현재는 휴대폰의 사용 모델만이 협의되어 있는 상태이다. TV도 PDP, LCD 진영에서 구축해 놓은 모델이 있지만, 다른 응용 제품의 경우는 정립된 모델이 없어 이에 대한

협의를 정립이 필요한 상황이다.

4. 투명 디스플레이, 플렉시블 디스플레이 등으로의 확장

OLED 디스플레이는 투명 디스플레이, 플렉시블 디스플레이를 만들 수 있는 가장 유력한 디스플레이 디바이스로서, 향후 다양한 형태의 제품에 대한 개발 및 응용이 이루어 질 것이다. 따라서 이에 대한 표준화가 체계적으로 이루어져야 하는데, 최근 구성된 WG8(flexible display devices)과의 연계는 필수적이라 할 수 있다.

우리나라 기업이 세계 OLED 산업을 주도하고 있는 만큼, 표준화에 있어서도, 지속적으로 주도권을 유지하며, 위에 열거된 쟁점 사항을 고려하여 추진할 때, 표준화 리더십을 보여줄 수 있을 것이다.

저 자 약 력

이 정 노



- 1993년~1997년: 한국과학기술원 재료공학 박사
- 1994년~2008년: 삼성 SDI AM사업팀
- 2008년~현재: 전자부품연구원 플렉시블 디스플레이 연구센터
- 관심분야: OLED display and lighting, flexible display, printed electronics 등