

AMOLED 기술의 화질 및 표준화 동향

이돈규, 임무종(LG Display, 화질 개발실)

1. 서론

최근 들어 꿈의 디스플레이 기술로 일컬어지던 Active Matrix Organic Light Emitting Diode(이하 AMOLED) 기술이 mobile 분야에서 뿐 아니라, 국내 업체들을 중심으로 TV 분야에서도 제품화가 되면서 우리의 생활로 빠르게 다가오고 있다. AMOLED 기술은 모든 개별 화소가 넓은 범위의 dynamic range에서 구동 될 수 있으며, 소자의 빠른 응답속도, 풍부한 색표현 능력, 넓은 시야각 특성 등의 많은 기술적 매력을 가지고 있다. 또한 LCD처럼 Backlight unit을 가질 필요 없이 스스로 모든 화소가 개별 발광을 하기 때문에 얇은 두께로 생산할 수 있어 개발업체나 소비자들의 입장에서 다양한 디자인 측면의 장점도 함께 가지고 있다.

아울러, AMOLED 기술 수준의 향상 및 제품화와 함께 관련된 국제 표준의 중요성도 부각되고 있다. 특히, 디스플레이 화질 표준화는 다른 산업 분야대비 상대적으로 기술의 변화가 빠르고, 기술적 도달을 위한 목표 화질 인자 및 그 수준이 새롭게 정의되기 때문에 여타 표준의 경우와는 달리 새로운 화질 인자의 정의 및 평가 방법 등의 표준화가 중요하다. 화질 표준은 새로운 기술의 개발 목표치를 정할 수 있게 해 줄 수 있으며, 일반적으로 산업화 수준이 높은 경우에 회사 표준이 국제 표준화를 이끌고 나아갈 확률이 높아지게 되며, 산업화 수준이 낮거나 소비시장만 존재하는 국가의 경우에

는 선진 기업이나 선진 국가가 주도하여 제정된 국제표준을 그대로 받아 들여 사용할 확률이 높아진다. 따라서, 국내의 기술 발전과 더불어 표준 기술의 발전도 병행되어야 시장을 함께 이끌 수 있다고 볼 수 있다.

본 기술특집에서는 AMOLED기술의 화질적 특성을 알아보고, 주요 기관별 디스플레이 화질 표준화 동향을 소개한 뒤, AMOLED 기술과 관련된 국제 표준화 현황과 향후 OLED·화질 표준화의 방향을 언급하고자 한다.

2. AMOLED의 화질 특성

2.1. 디스플레이 화질의 개념

디스플레이의 화질을 몇 가지 요소로 정의하고 설명하기는 쉽지 않다. 때문에 많은 연구에서 화질을 정의하려는 시도가 있어왔다. 화질을 정량적으로 정의하면 제조사 입장에서는 그 정량치를 목표로 하여 기술수준을 향상시킬 수 있으며 소비자 입장에서는 다양한 제품들 중에서 본인이 원하는 제품을 선택할 수 있는 정량적인 기준이 될 수 있다. 실례로 몇 가지 요소로 화질을 정의하기 어려운 점을 해결하기 위하여 주관적 평가방법에 기반을 둔 화질 모델, 신호대 잡음비 개념의 화질 모델, 객관적 물리량으로 구성된 화질 모델 등 다양한 방법들이 제안되어 왔다. 그 중 가장 포괄적이고 합리적인 화질의 모델중 하나인 Engeldrum의 Image Quality

Circle(이하 IQC)은 화질의 개념을 이해하는데 많은 도움을 준다.^[1] 그림 1에서 보는 바와 같이 IQC는 고객이 선호하는 화질의 인지적인 화질 요소와 제조사의 display 설계변수들과 관련이 있는 측정 가능한 물리량 간의 관계를 설명하고 있다. Technology variables는 제조사가 조절 가능한 pixel크기, 투과율, 등과 같은 설계인자를 의미하고, physical image parameter는 물리적으로 측정 가능한 휘도, 색좌표 등과 같은 인자를 의미한다. 또한, Customer perception은 sharpness, colorfulness, brightness, naturalness등과 같은 사람이 느끼는 인지적인 화질 인자를 의미한다. 따라서, 제조사가 조절 가능한 설계 인자와 사람이 느끼는 인지적 화질 인자사이의 측정 가능한 화질 평가법 (metrology)을 만드는 것이 화질 표준의 주요 역할이 될 수 있다.

2.2. AMOLED의 주요 화질 특성

서론에서 언급한바와 같이 AMOLED는 기존의 디스플레이 기술들과 비교할 때 많은 기술적, 인지적 장점을 가지고 있다. 본 절에서는 시판 중에 있는 High-end 급 TV 제품을 기준으로 주요 특성을 비교하였다.

(1) 시야각 특성

시야각 특성의 비교를 위해 3가지 평가 방법을 International Display Measurement Standard(IDMS)

규격에서 참조하였다.^[3] (휘도 반치각, 명암비 유지율, 감마 왜곡율)

휘도 반치각은 정면 휘도의 절반 휘도가 되는 각도를 의미한다. OLED TV의 경우 75도 정도의 반치각을 가짐으로써 50도 정도의 반치각을 갖는 LCD TV 와 비교할 때 다양한 각도에서 시청시에도 밝기가 변하지 않는 특성을 가짐을 알 수 있다.

OLED는 각 개별 소자가 발할 수 있는 빛의 양을 완벽한 black부터 최대 밝기 까지 조절할 수 있기 때문에, 편광 film과 액정의 투과 특성을 filter처럼 사용하여 빛의 양을 조절하는 LCD기술 대비 명암비가 매우 우수한 방식이다. 그러나, 해당 디스플레이의 최대 및 최대 밝기의 비는 실제 영상에서 시청시 쉽게 느낄수 없는 물리적 계산량이기 때문에 본 글에서는 명암비 유지율개념을 소개하려 한다.

$$CR\text{유지율} = \frac{CR_{\text{평균값}(0-75\text{도})}}{CR_{\text{정면}}}$$

명암비 유지율은 좌.우 혹은 상.하 시야각에서 75도까지의 contrast ratio 값의 변화되는 정도를 정면 contrast ratio 값과 비교한 값이므로 정면에서 느끼는 contrast 특성이 다양한 시청 각도에서 얼마나 잘 유지

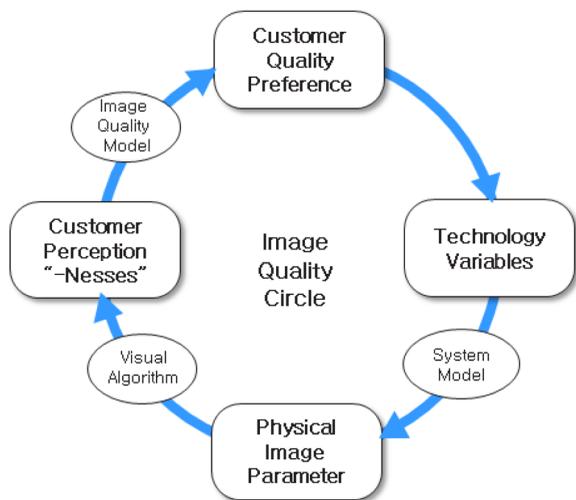


그림 1. Image Quality Circle의 개념도

표 1. 휘도 반치각과 명암비 유지 특성 비교

	AMOLED	LCD A	LCD B
휘도 반치각 (degree)	75	52	50
명암비 유지율 (%)	80	58	30

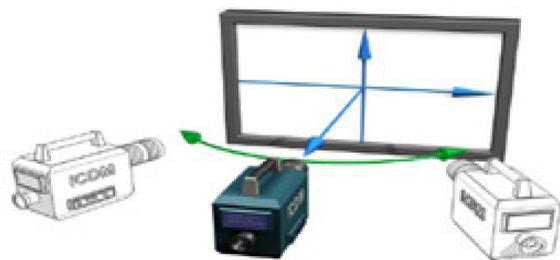


그림 2. 시야각 특성 평가 개념도

되는지를 알 수 있는 평가 방법이라 할 수 있다. OLED 제품의 경우 75도까지 명암비가 80% 까지 유지되는 우수한 특성을 보이고 있었다.

끝으로 감마 왜곡율은 정면과 시야각에서의 display gamma curve의 지수 값의 변화 비율을 의미한다. display의 감마는 입력 계조, 입력 전압, 입력 전류 대비 출력되는 휘도나 투과 특성간의 관계를 지수함수의 관계라고 가정할 때의 지수 값을 의미한다. 이 값에 따라서 저계조 영역과 고계조 영역에서의 contrast, 밝기 특성 등을 각 회사의 화질 철학에 맞게 조절하는 용도로 사용되기도 한다. 다만 해당 디스플레이의 감마 설계 특성이 시청 각도별로 의도하지 않은 특성으로 변하지 않는 디스플레이가 좋은 디스플레이라 할 수 있다.

표 2와 그림 3의 결과를 보면 OLED기술은 시야각에 따라 감마 특성이 거의 변하지 않음을 볼 수 있다.

$$GDR(\%) = \frac{|\gamma_{\text{정면}} - \gamma_{\text{시야각}}|}{\gamma_{\text{정면}}} \times 100$$

표 2. 시야각별 Gamma 특성 비교

	AMOLED	LCD A	LCD B
정면	2.34	2.15	2.51
15°	2.4	2.13	2.39
30°	2.36	2.18	2.1
45°	2.33	2.18	1.79
60°	2.37	2.17	1.54
80°	2.34	2.11	1.3
감마 왜곡율	0.2~2%	1~2%	5~48%

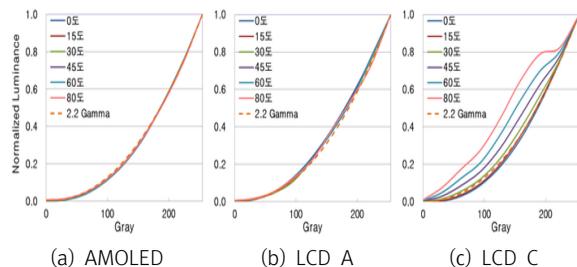


그림 3. 기술별 시야각 감마 유지율 특성

(2) Color 특성

일반적으로 OLED의 색재현율(Color gamut)이 LCD 기술 대비 넓은 특성을 보인다는 점은 잘 알려져 있다. 그러나 디스플레이 장치는 입력 영상 신호 및 contents의 색영역에 기인되어 출력되므로 TV와 같이 고정된 입력 영상 신호(BT-709 기준)를 받아 출력하는 경우 넓은 색재현율의 의미가 크지 않을 수 있다. 오히려, R,G,B primary color의 계조 level별 gamut의 크기가 얼마나 유지되는지의 성능이 더 중요할 수 있다. 만일 gamut의 크기가 계조가 낮아질수록 작아진다면, 그 디스플레이는 어두운 영상에서 색 표현 능력이 떨어진다고 볼 수 있기 때문이다. 따라서, 디스플레이 기술별 Gamut 크기의 계조별 유지 특성을 비교해 보았다. 그림 4의 결과를 보면 LCD의 경우 255계조의 R, G, B 특성이 63계조에서부터 줄어들기 시작하여 31계조부터는 gamut의 크기가 절반정도로 줄어드는 것을 볼 수 있었으며, OLED의 경우 낮은 계조에서도 gamut의 크기가 유지되고 있음을 볼 수 있다.

(3) 동화 화질 특성

디스플레이의 동화 화질 특성은 다양한 contents와 인터넷 환경의 고속화 등의 영향으로 그 중요성이 더욱

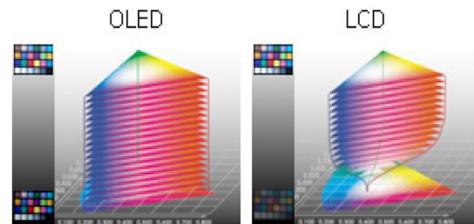
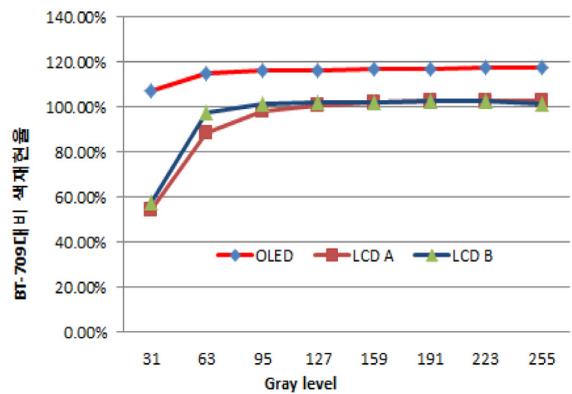


그림 4. 계조간 Gamut 유지율 특성 비교

커지고 있다. OLED 기술은 자발광 소자의 특성상 on-off 시간이 LCD와 같이 액정의 움직임 속도에 기인하는 응답속도 대비 매우 빠르다. 실제 영상 device에서의 동화 화질은 소자의 응답속도 이외에 contents 제작시에 발생할 수 있는, camera blur, display 시스템 구동시 발생될 수 있는 영상의 motion blur등 다양한 인자들의 영향을 받을 수 있다. 이러한 화질 수준의 정량화를 위한 많은 노력들이 있어왔으며, 최근 몇 년간 Motion Picture Response Time(이하 MPRT) 방법이 많이 사용되고 있다. 또한 MPRT 평가시에는 실제 동영상에 다양한 계조 정보간의 시간 변화를 고려하기 위하여 Gray to Gray MPRT 방법이 주로 이용된다. 그러나, Gray to Gray MPRT 평가 결과의 해석에 있어서 몇 가지 주의해야할 사항이 있다. 즉, 평균적인 인간의 Critical Flicker Frequency(이하 CFF)를 60Hz로 보았을 때, 빛의 변화인지 최소 시간은 16.7ms 정도로 계산할 수 있고, 이 CFF 한계시간보다 짧은 디스플레이에서의 계조간 응답속도나 MPRT의 값은 그 평균치나 minimum 값이 가지는 의미보다는 계조간 응답속도나 MPRT값의 max값과 값들 간의 편차값에 더 민감할 수 있다는 점을 간과해서는 안 된다.

그림 5 와 표 3은 MPRT특성 비교 결과를 보여 주

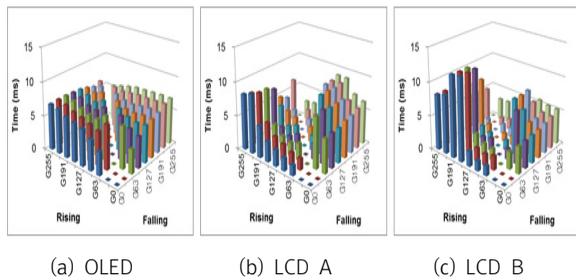


그림 5. MPRT특성 비교

표 3. GTG MPRT 특성 비교

	AMOLED	LCD A	LCD B
Average	6.02	4.91	4.89
min	3.4	1.5	1.21
max	6.9	9	12.2
Standard Deviation	0.7	2.52	3.26

며 계조간 MPRT값의 표준편차는 OLED가 가장 낮은 값을 보여줌을 알 수 있다. 동화 화질 특성의 경우에는 서론에서 언급한 Customer perception factor를 잘 설명할 수 있는 physical parameter를 추가적으로 개발하여 화질 규격에 포함할 필요가 있다.

3. 기관별 Display 화질 표준화 요약

3.1. IEC의 화질 표준

IEC의 화질 표준은 국가간 합의에 의하여 진행되며, 각 국가에 소속된 회사의 기술 개발 및 생산에 관여되는 제조사의 전문가나 관련 기술 분야를 연구하는 교수들로 구성되어 있다. IEC에서는 각 항목의 한계치를 규정하지 않고 평가 방법만을 규정 한다.^[4] 따라서, 개발된 표준은 주로 panel 제조사와 완제품 제조사 사이의 기술적 communication에 활용된다. 아울러, 표준 개발의 목적 자체가 디스플레이 디바이스가 인간의 눈에 어떻게 보일 것인가에 대한 규정 보다는 디바이스 자체가 어떠한 물리량을 가질 것인가를 평가하는 표준이라고 할 수 있다. 이는 동일한 화질 평가 인자에 대하여 IEC표준과 ISO표준이 가지는 가장 큰 철학적 차이라 할 수 있겠다. IEC에서의 화질 표준은 technical committee 110 내에서 7개의 working group으로 나누어 각 display 기술별 화질 표준을 별개로 제정하고 있다. 한국에서는 2000년대 초반부터 국내 평판 디스플레이 제조업의 점진적인 부각과 함께 IEC화질 표준의 개발에 국내 전문가들의 주도로 표준화를 하기 위한 정부의 정책적 지원이 시작되어 상대적으로 짧은 시간에 디스플레이 화질 표준화에 다양한 기여를 하고 있다. IEC TC110의 구성을 보면 디스플레이 분야의 표준화를 IEC에서는 한국과 일본이 양분하고 있음을 알 수 있다. 한국은 1994년 IEC TC47/SC47C/WG2 북경 회의에 참관인 자격으로 첫 참가를 함으로써 국제 표준화 활동에 참여하기 시작했으나, 현재는 OLED, 3D, Flexible, BLU 분야에서 의장직 수행과 함께 주요 화질 표준을 주도적으로 개발함으로써, 표준화 단계 초기부터 제조사의 의견이 적극적으로 개진되고 있다. 의장직을 수행하고 있지 않은 working group 에서도 현재

진행되고 있는 표준화 문서 개발 프로젝트 총 21종중 10종의 프로젝트에서 프로젝트 리더 역할을 수행함으로써, IEC 표준화의 주도적인 역할을 수행하고 있다.

3.2. ISO의 화질 표준

ISO의 화질 표준 역시 국가 간 합의에 의하여 표준화가 진행 되는 표준이다. ISO의 화질 표준은 Technical committee 159 내의 Subcommittee 4 내에서 각 working group에 의해 표준의 개발 및 제정이 이루어진다. 현재 평판 디스플레이의 인간공학적 요구사항 및 그 평가 방법에 대해서는 working group 2에서, 그리고 3D display의 인간공학적 평가 방법과, safety 관련 규정은 working group 12에서 진행하고 있다.¹⁵⁻⁶⁾ ISO의 화질 표준은 다른 화질 표준과는 달리 두 가지 중요한 특징을 가지고 있다. 첫째, ISO의 화질 표준은 각 화질 평가 항목의 평가 방법과 수학적 정의 뿐 아니라, 해당 평가 방법의 pass / fail 기준치를 표준에 제시한다. 둘째, ISO 화질 표준은 평가 방법(ISO 9241-305)과 pass/fail 기준치(ISO 9241-307)를 규정하는 두 개의 표준 모두가 인간공학에 그 근거를 두고 개발된다. 즉, 다른 화질 표준의 각 평가 방법에서도 출 되는 값이 해당 평가 항목에서 디스플레이 장치의 물리적 성능을 제시하는 반면, 이 표준은 도출 되는 값이나 결과가 인간의 시각계(Human Visual System)에 영향을 미치는 정도를 판단하는 기준치가 된다. 또한 해당 평가 항목의 수학적 정의에 있어서도 타 표준이 물리적인 특성치 값 간의 관계 모델인 반면, ISO 화질 표준은 일부 평가 항목에서 인지 실험의 결과로 만들어진 실험적 모델을 포함하는 경우가 있게 된다. 이렇게 개발된 표준은 주요 표준 인증 회사에서 표준을 인증하고 인증 라벨을 제품에 부여하는 기능으로 활용도 되고 있다. ISO 표준화의 활동 국가 현황을 보면, 우선 표준화 전반에 걸쳐 네덜란드, 독일 등을 중심으로 진행되어 왔으나, 2007년 이후 일본이 적극적인 활동을 진행하여, 현재는 주요 표준의 리더 역할을 일본과 유럽 국가들이 분담하고 있다. 한국의 경우 National Committee 멤버들이 정해져 있으나, 아직 project leader를 수입할 만큼 적극적인 활동을 진행하지는 못하고 있는 실정이다. 이는 현재 디스플레이

산업의 구조와도 일부 관련이 있다. 즉, 제조사 중심의 표준이 작성되고 있는 IEC에서는 제조사 국가들 중심으로 표준이 개발 되고 있으며, 디스플레이 제품의 소비 시장만이 형성되어 있는 유럽에서는 제품 중심이 아닌 인간 중심의 규격에 집중하고 있기 때문이라고 볼 수 있다.

3.3. ICDM의 화질 표준

ICDM (Information Committee for Display Metrology)은 화질 표준 전문가들의 자발적인 움직임으로 만들어진 표준화 조직이다. 최근(2012년 6월) IDMS (Information Display Measurements Standard) 라는 첫 번째 표준집을 발간하였으며, 이 IDMS는 디스플레이 산업의 시작과 함께 가장 많이 활용되어온 VESA의 FPDM 표준을 그 근간으로 하여 개발 되었다.⁷⁻⁸⁾ ICDM은 2007년 VESA FPDM 표준을 만들었던 전문가들을 중심으로, SID(Society of Information Display) 내의 committee로 재출발 하게 되었다. IDMS은 현재 존재하는 거의 대부분의 화질 평가 방법들이 약 560여 페이지의 분량으로 총 18개 chapter에 걸쳐 망라되어 있다. 따라서, 이 표준의 상당 부분은 IEC나 ISO는 물론이고, 다양한 사실상의 표준(De facto Standard)들에서도 그 방법을 참조하고 있는 백과사전식 표준이라 할 수 있다. 총 12개의 분과로 구성 되어 있으며, 한국에서도 일부 전문가들이 전문 분야에서 문서 작성, 의견제시 등의 적극적 활동을 통하여 표준화에 기여하고 있다.

3.4. 그 외 화질 표준

상기에서 언급한 규격 외에도 다양한 규격이 있다. 현재 디스플레이 제조업체에서 활동하고 있는 화질 규격화 중 SEMI FPD라는 표준이 있으며, 현재 한국, 일본, 대만의 제조업체를 중심으로 디스플레이 화질 표준화를 활발히 진행하고 있다. SEMI FPD 표준의 경우 국가 간의 합의나 전문가 개인의 합의가 아닌 표준 개발자의 소속 회사의 의결권으로 표준화가 진행 되는 표준이다. 끝으로, 표준 개발 및 인증 자체를 목적으로 표준화되는 경우도 있다. 유럽의 TCO 와 미국의 THX와 규격이 대표적인데 이들 표준은 표준의 개발, 평가, 인증을 모두 같은 회사가 자체적으로 수행하여 공적 표준

과는 별개로 해당 지역의 소비자와 세트사간의 화질 수준을 인증하는 것을 목적으로 한다. 이러한 표준의 경우 제조사의 입장 보다는 최종 소비자의 입장에서 표준화 되는 경우가 일반적이므로, 표준에서 제한하는 화질 인자 수준의 난이도가 높거나 제조사의 의견을 반영하기 쉽지 않은 특징이 있다. 따라서, 한국의 제조업체 입장에서는 이들 규격의 제한 사항에 제조사의 입장을 반영하기 위해서 ISO, IEC뿐 아니라 평가방법의 참조 규격인 ICDM 및 SEMI FPD 규격에도 적극적인 표준화 활동이 필요하다.

3.5. AMOLED 화질 표준

앞서 언급한 대부분의 화질 표준은 디스플레이 기술을 구분하지 않고 통합적인 화질 규격을 개발하고 공표하고 있다. 그러나, 국가 규격 중 IEC규격의 경우 디스플레이 기술별 분과를 별도로 운영하고 규격을 개발하고 있다. 표 4 는 IEC AMOLED분과의 표준 개발 현황을 요약한 내용이다. 그 중 62341-6-3, Image quality 규격은 2013년부터 한국이 프로젝트 리더의 자격으로 규

격을 직접 작성 중에 있다. 아울러, OLED 투명 디스플레이 규격도 활발한 규격화 활동을 한국이 주도하여 작성하고 있으며, 이 경우 LCD 분과에서 진행하고 있는 LCD 투명 디스플레이 규격과 통합 개발이 별도로 논의되고 있는 상황이다.

4. 결 론

본 기고문에서는 AMOLED 기술의 화질 특성 분석 사례를 통하여 기존 기술과의 차이점을 화질 측면에서 살펴보고, AMOLED 기술은 화질 측면의 많은 강점들을 통하여 향후 다양한 응용분야에 적용될 가능성이 있음을 설명 하였다. 아울러, 관련 산업과 시장의 성장과 함께, 관련 표준의 중요성을 되새겨 보았다. 그 중 화질 표준은 회사간 기술적 의사소통, 설계 목표치 설정, Market에서의 제품 특성 communication을 위한 중요한 활동이라 할 수 있겠다. 이러한 표준들은 궁극적으로 산업체뿐만 아니라 소비자, 해당 국가, 시장의 흐름 등에 많은 영향을 줄 수도 있다. 현재 진행중인 AMOLED 표준화활동을 위해 국내의 많은 전문가들이 노력을 기울이고 있으며, 이러한 국내 업체들의 기술개발과 표준화 문서 개발을 위한 노력이 꿈의 디스플레이라 불리고 있는 AMOLED 시장의 형성에 기여 될 수 있으리라 생각된다.

참고문헌

- [1] Eneldrum, P. G., A framework for image quality models, Journal of Imaging Science and Technology. 39::312 (1995).
- [2] 이돈규, 임무중, 디스플레이 화질 표준화 동향, The korean information display society, 2012년, 13권, 제6호, pp27-33.
- [3] ICDM, Information display measurement standard 1.0. (2012).
- [4] IEC, Liquid crystal and solid-state display devices - part6:Measuring methods for liquid crystal modules - Transmissive type., IEC 61747-6., (2004).
- [5] ISO, Ergonomics of human-system interaction - Part 305: Optical laboratory test methods for electronic visual displays. ISO/FDIS 9241-305.,

표 4. IEC의 AMOLED 표준화 현황

규격번호	규격명	작성국
62341-1-1	Generic specification	한국
62341-1-2	Term and letter symbols	중국
62341-2-1	Essential rating and Characteristics (module)	중국
62341-3-1	Sectional specification for module	중국
62341-4-1	Sectional specification for panels	중국
62341-5	Environmental testing	한국/일본
62341-5-2	Mechanical endurance testing	한국
62341-5-3	Image sticking and lifetime	한국/일본
62341-6-1	Optical and electro-optical measurement method	중국/미국
62341-6-2	Visual quality and ambient performance	한국/미국
62341-6-3	Image Quality	한국
62341-6-4	Transparent display	한국

- (2006)
- [6] ISO, Ergonomics of human-system interaction – Part 307: Analysis and compliance test methods for electronic visual displays. ISO/FDIS 9241-307., (2007).
 - [7] Video Electronics Standards Association, Flat panel display measurements standard 1.0, (1998).
 - [8] Video Electronics Standards Association, Flat panel display measurements standard 2.0, (2001).

저 자 약 력

이 돈 규



- 1997년 한양대학교 산업공학과 학사
- 1999년 한양대학교 산업공학과 석사
- 2008년 Colour & Polymer Chemistry in Univ. of Leeds, UK. 박사
- 2008년~현재 ICDM gamma subcommittee 의장
- 2009년~현재 SEMI FPD LCD 분과 의장
- 2012년~현재 SEMI FPD OLED 분과 의장
- 2000년~현재 IEC LCD, 3D 분과 Korea NC 멤버
- 2000년~현재 ISO TC159 Korea NC 멤버
- 2011년~현재 LG Display 책임 연구원
- 2013년~현재 IEC OLED IQ 및 투명 규격 PL
- 관심분야: Display 표준화, Color science, Vision Science, LCD, 3D display, OLED, 투명 디스플레이, Flexible Display.

임 무 중



- 1990년: 서강대학교 물리학과 학사
- 1993년: 서강대학교 물리학과 석사
- 1997년: 서강대학교 대학원 물리학 (고체물리 전공, 박사)
- 2008년~현재: IEC LCD 분과 Korean NC 멤버
- 2008년~현재: ICDM 멤버
- 2010년~현재: KIDS 화질 연구회 위원
- 2001년~2006년: LG Display 책임 연구원
- 2006년~2010년: LG Display 수석 연구원
- 2011년 ~ 현재: LG Display 연구위원(화질개발실장)
- 관심분야: Display 표준화, Color science, Vision Science, LCD, 3D display, OLED, 투명 디스플레이, Flexible Display.