

Special

## Thema | TFT-LCD 기술동향

김현재 교수  
(연세대 전기전자공학부)

2010년에 평판디스플레이 시장의 규모는 약 100조가 예상된다고 한다. 이 100조 규모의 평판 디스플레이 중 TFT-LCD가 차지하는 비중은 약 85% 정도이다. TFT-LCD 산업규모를 실감할 수 있다. 이 규모에 맞게 차세대 TFT-LCD 기술개발을 위해 다양한 신기술들이 최근 속속 등장하고 있다.

TFT-LCD는 다양한 기술의 복합 소자이다. 수많은 부품과 재료가 필요하고 TFT를 만들기 위해서는 대형 반도체 Clean Room이 필요하다. TFT-LCD 기술을 크게 분류하자면 TFT를 만드는 반도체 기술, 두 장의 유리 사이에 빛의 Shutter 역할을 하고 LCD 동작이 가능하게 하는 액정 광학 기술, 사람의 눈 시인성에 관련된 Color Filter를 비롯한 색채기술, 별도의 광원이 필요한 백라이트 기술 등 다양한 기술의 복합체이다.

산업자원부가 향후 10년간 총 1조 2700억 원의 예산을 투입해 미래시장 선점형 부품소재 핵심원천 기술을 개발하기로 했다고 한다. 디스플레이 분야도 미래 8대 중점기술의 하나로 국가에서 크게 육성하는 분야이다. 정부 예측대로 차세대 플렉서블 디스플레이에서 소재개발에 성공한다면 2015년경 전 세계 플렉서블 디스플레이 소재 시장의 약 40%를 점유할 것이라는 추측은 미래 소재 산업의 큰 가능성을 짐작케 한다.

평판 디스플레이의 신기술 및 신제품 동향은 매년 5월~6월 미국에서 열리는 SID(Society for Information Display)와 8월 한국에서 열리는 IMID(International Meeting on Information Display)와 같은 국제 학술대회 및 전시회에서 알 수 있다. SID는 45년의 역사를 가지고 있으며 매년 200여개 이상의 관련 기업이 참가하고 약 500편 이상의 학술논문이 발표되는 세계적인 디스플레이 전문 학술대회 및 전시회다. 금년에도 LCD, 유기EL, PDP, FED, 플렉서블 디스플레이 등 다양한 디스플레이의 경쟁적인 비용절감, 화질 특성개선 등의 기술 동향과 차세대 디스플레이 구현을 위한 다양한 신기술들이 새롭게 등장해 눈길을 모았다. 전 세계의 디스플레이 관계자들의 이목이 집중되는 이곳에서 한국은 디스플레이 최대 생산국으로 세계1위의 위상을 다시 한 번 보여주었다. 학술대회에서 한국 연구진과 기업들의 활약이 돋보였다. 21개 국가에서 총 489개의 논문이 발

표된 이번 행사에서 한국에서 발표하는 논문이 전체의 23%를 차지하며 2006년에 이어 논문 제출 1위 국가의 자리를 지켰다. 미국과 일본이 각각 전체 제출 논문 중 22%와 19%를 차지했으며 대만이 16%를 기록했다. 디스플레이 산업을 리드해 가는 한국이지만 기술적 리드는 아직까지 하지 못하고 있는 것이 현실이다.

본 기고에서는 최근 학술대회 및 언론에 발표된 TFT-LCD의 기술적 주요 동향을 간단히 살펴보기로 하자.

## 1. LCD-TV 기술개발 동향

### 1.1 세계최대 LCD-TV 상용화

삼성전자는 최근 세계최대 사이즈의 LCD인 70인치 LCD TV를 지난 6월 상용화 했다. 판매가는 5천9만원이며, 국내에서 주문 생산 방식으로 100대만 한정 판매할 예정이라고 한다. 가장 두드러진 특징은 기존 LCD TV의 백라이트로 사용하던 냉음극 형광램프(CCFL) 대신 LED 백라이트를 적용했다. LED 백라이트를 적용한 LCD TV가 국내에 판매되는 것 역시 이번이 처음이다. 또 하나의 특징은 뒤에서 자세히 설명하겠지만 '카멜레온 LED 백라이트 기술(Local Dimming)'을 구현하는 알고리즘 개발이다.



그림 1. 세계최대 70인치 LCD TV(Source : Internet).

이 기술은 어두운 부분의 백라이트를 꺼 줌으로써 명암비를 높이고 소비전력을 줄일 수 있게 해준다.

### 1.2 고속구동

2007년 하반기부터 초당 120프레임을 구현하는 LCD모듈이 대거 출시된다고 한다. 120 Hz 구동방식 기술을 이용한 초당 120프레임 화면은 LCD의 최대 단점으로 꼽힌 잔상현상을 획기적으로 개선해줄 수 있는 기술이다. 대형 LCD의 주요한 약점의 하나인 동화상의 떨림 현상이 이 기술로 크게 개선되었다. 기술개발의 다음 단계는 액정 움직임이 멈춘 곳에는 백라이트를 부분적으로 점멸해 보다 자연스러운 동영상을 제공하는 기술개발로 진행되고 있다. 아마도 추측컨대 그 다음에는 180 Hz 기술도 나올 것이다. 120 Hz는 풀HD의 경우 2008년 기준으로 전체 LCD TV의 약 50%까지 적용된다고 한다. 액정의 응답속도는 이론적으로 CRT 같은 수준인 약 4 m/s까지 개발할 수 있다. 이러한 동영상을 위한 핵심 기술이 순차적으로 도입되면 최상의 동영상을 제공할 수 있게 된다. 소니社를 필두로 하는 TV용 AMOLED 디스플레이의 추적이 거세지만 당분간은 걱정 없을 듯하다.

삼성전자는 지난해 HD급 일부 LCD모듈에 시범 적용한 120 Hz 구동방식을 2007년 5월부터 40인치와 46인치 풀HD급 LCD모듈로 확대해 본격 양산키로 했다. LG필립스LCD는 120 Hz 구동기술을 도입한 42인치, 47인치 HD급 LCD 모듈을 개발하고 2007년 4월부터 본격 양산에 돌입했다고 한다. 이에 따라 올 하반기를 기점으로 120 Hz 구동기술을 적용한 LCD TV 신제품이 대거 선보일 것으로 예상된다. 이 기술은 또한 LCD 제품의 치명적인 단점인 응답속도를 액정의 한계를 극복하고 PDP 수준까지 개선시켜 응답속도에 관한한 PDP 수준의 잔상 없는 동영상 구현이 가능하다.

### 1.3 Local Dimming 기술

Local Dimming 기술이란 화면의 어두운 부분에서는 백라이트를 아예 꺼주는 기술로 대형 TV 및 모바일 제품에서 소비전력의 감소와 더불어 화질을 크게 개선시키는 기술이다. 화질개선의 구체적인 항목

은 화면내 어두운 곳은 더 어둡게, 밝은 곳은 더 밝게 해서 대비와 동영상 구현시 끌림 현상을 개선시킬 수 있다. 더욱이 Local Dimming기술은 기존의 백라이트에 사용되던 CCFL이 아니라 LCD의 차세대 광원으로 주목받고 있는 LED 백라이트를 사용함으로써 상용화를 눈앞에 두게 되었다. 삼성전자는 LCD 총괄과 DM (Digital Media)총괄과 공동으로 개발해서 최근 상용화에 성공해 위에서 언급한 70인치 LCD TV에 적용했으며 추후 40인치 및 50인치 대의 LCD TV에도 적용할 예정이다. LG 필립스 LCD도 Local Dimming을 적용한 기술을 40인치대의 LCD

TV에 적용, 4분기 이후부터 출시할 계획이라고 한다. 하지만 기존의 CCFL대비 LED 가격이 3배까지 비싼 것은 단점으로 지적된다.

#### 1.4 LCD TV용 신 백라이트 백색 LED

주로 모바일 제품의 백라이트유닛(BLU) 광원으로 채택되기 시작한 백색 LED가 TV용 BLU의 새로운 대안으로 부상하고 있다. 차세대 TV용 BLU 광원으로 손꼽혀온 RGB LED 기술이 높은 부품 가격으로 시장 진입에 어려움을 겪으면서 관련업체가 백색 LED를 이용한 TV용 BLU 제품 개발로 돌파구를 마련하고 있다. 백색 LED를 백라이트 광원으로 사용하면 기존의 RGB LED로 사용하는 LED 개수를 크게 줄일 수 있다. 아울러 드라이버 회로 등도 기존 대비 획기적으로 줄어서 제조 단가를 30~40% 낮출 수 있다. 단점이라고 하면 색 재현율이 기존 RGB LED 방식에 비해 낮아진다. 하지만 기존의 CCFL 방식의 백라이트 보다는 약 10% 이상 우수하다. 백색 LED를 개발하는 곳은 삼성전기가 한 예로 이미 백색 LED 모듈 개발을 완료하였으며 이를 삼성전자 LCD 총괄에 공급을 하고 있다. LG 필립스 LCD도 백색 LED를 이용한 백라이트 기술을 진행 중이다. 그 외 서울반도체와 세계 최대 LED 기업인 일본의 니치아도 관련 제품을 개발 중인 것으로 알려졌다. 백라이트의 도광판 두께를 줄이는 노력도 한창이다.

#### LED BLU 분할구동 화면



#### CCFL BLU 채용화면

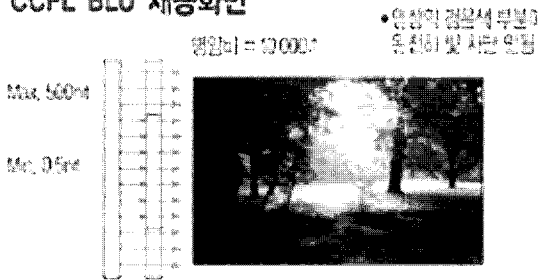


그림 2. Local Dimming이 가능한 LED BLU과 기존 CCFL BLU 화면 비교(Source : Digital Times, 2007.5).

## 2. 모바일용 LCD 기술개발 동향

최근 모바일 기술의 동향은 크게 Multi-Touch Panel 기술, 3D 디스플레이 기술, 박형기술, 모바일 Projector 기술, 그리고 SOG 기술 등으로 나눌 수 있다.

그중 두드러지는 기술로는 아이팟, 아이폰 등의 고가 핸드폰의 출시로 새로운 Touch Panel 기술이 본격화 되고 있다.

### 2.1 Touch Panel 기술

Touch Panel은 기존의 완성된 TFT-LCD Panel위에다 Film을 부착하는 방식으로 과거에 진행되었으



그림 3. Hybrid Touch Screen Panel을 적용한 디스플레이(Source : 2007 SID, p1101).

나 최근에 와서는 TFT-LCD 패널에 일체화 하는 기술이 속속 등장하고 있다. 전극의 형성 및 인식을 TFT-LCD내의 Capacitor로 하는 방법, 저항으로 하는 방법 등 다양한 신기술들이 발표되고 있으며 최근에는 LCD패널의 여러 곳을 동시에 인식하는 Multi-Touch Panel 기술이 Hot Issue로 등장하고 있다.

## 2.2 3D 디스플레이 기술

3D기술은 모바일 제품에 우선 상용화가 본격화되고 있으나, TV Application에도 상용화의 요구 및 기술개발이 매우 활발하다. 각 국가별 동향을 살펴보면, 일본에서는 2002년 월드컵 축구경기의 3차원 중계방송을 기점으로 3차원 입체상업방송을 시도하였었다. 한편, NHK, NTT, SANYO, ATR 등을 중심으로 다시점 카메라 및 Auto 3D TV 개발을 위한 다양한 프로젝트를 수행하고 있으며, NTT에서는 렌티큘러 방식의 10" 3D TV 시제품을 개발하였고 핸드폰 용 입체 디스플레이를 채용하여 시장에 최초로 출시하였다.

북미의 경우는 종합적인 형태가 아니나 핵심 기술별로는 다른 기술개발과 연계하여 활발히 진행되고 있다. 특히, 미국에서는 NASA의 화성탐사 로봇 「Path Finder」에 3차원 스테레오 카메라를 탑재하여 지구로 화성의 사진들을 3D 입체로 전송한 바 있

며, 3차원 매체를 통합한 「실감매체」국책과제가 NASA, MIT, Washington Univ., CMU 등에서 정보통신, 국방, 의료 등을 목적으로 추진되고 있다. 또한, Dimensional Technologies Inc. 등의 기업체에서는 무안경식 LCD 스테레오 입체 모니터를 상품화하고 있다. 그리고 DMA社, Phillips社 등의 각각의 회사별로 독자적인 방식의 연구를 수행하고 있으며 주로 5"~18" 급 LCD 채용구조의 입체 모니터를 개발하고 있다.

국내 3D 입체기술은 90년대 중반부터 연구소를 중심으로 입체영상 방식 및 신호 처리 기술에 대한 기초연구가 진행되고 있으며, 최근에는 산업계에서 입체영상 관련 H/W 개발을 위한 제품화 연구가 진행 중이다. 광운대를 주축으로 한 3차원 영상매체연구그룹이 1992년부터 과학원, 연세대등 일부 대학의 연구진들과 함께 가상현실, 차세대 3차원 TV의 개발을 목표로 하여 펠드레이저 홀로 그래픽 비디오 시스템, 홀로 그래픽 스크린을 이용한 무안경식의 8시점 천연색 3차원 동영상 입출력시스템, 투사식 위주의 새로운 3차원 영상기술의 개발과 감각 수수기술과 관련한 모션 플랫폼, 공간 공유기술과 관련한 가상 스튜디오 기술을 개발해오고 있으며, 영상합성 및 압축 기술과 관련하여서는 한남대, 연세대, ETRI, 과학원, 서울대 등에서 MPEG시리즈에 의한 중간 영상합성, HDTV영상의 압축에 관한 연구를 해오고 있다. 또한, 산업계의 대표 격인 삼성, LG, KBS, MBC 등 기업 연구소에서는 차세대 첨단기술 분야로서 3차원 영상장치의 개발을 진행하고 있으며 국내에서는 대학과 산업계에서 3차원 기술에 대한 기초연구를 수행하고 있으며 상품화가 가능한 독자적인 원천 기술 확보와 상용화 기술개발을 하고 있다. 이와 같이 국내의 산업계에서는 3D 입체관련 핵심기술 및 시스템 기술을 개발하기 위해 적극적인 산학 협동을 통해 3차원관련 신호처리 및 요소기술을 개발하고 있다.

또한 그동안 이론적으로만 가능한 것으로 알려졌던 3D 영상투영 부양시스템(3D Floating System)이 국내 기술로 개발되었다. 국내의 JKT그룹은 지난 5월 세계 최초로 위조방지용 입체 디스플레이용 3D 영상투영 부양시스템 개발에 성공했다. 이 기술을

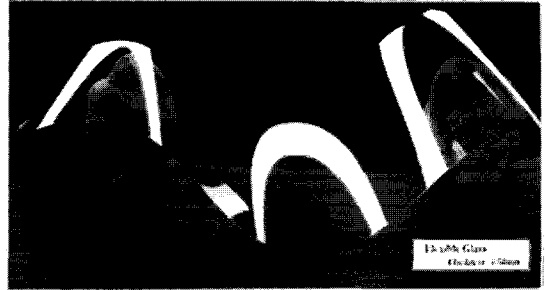
이용하면 위조방지용 3D 디스플레이 필름을 만들 수 있으며 가시거리 안에서 물체를 3D로 플레이할 수 있고 기존 LED 전광판의 수십 분의 1 가격에 수십 배의 저장용량으로 광고를 할 수 있다고 한다. JKT그룹은 1단계로 4월부터 위·변조 방지를 위한 3D 영상투영 부양시스템 적용 필름을 휴대폰용으로 공급하기로 했으며, 2단계로는 기존 디스플레이에 적용해 기존 2D 영상과 완전히 다른 3D 디스플레이를 실현할 수 있도록 LCD TV 패널, 내비게이션 패널, 휴대폰 디스플레이 제품 제조회사 등에 기술을 제공할 계획이다. 또 마지막으로 전광판 및 대형 광고판을 대체하는 부양영상 시스템을 연내 출시, 공중에 원하는 광고를 3D로 띄울 수 있도록 할 예정이다.

### 2.3 박형기술

신문지 두께 정도로 얇은 LCD 패널을 만들 수 있는 초정밀 미세 식각 기술이 속속 등장하고 있다. 국내의 이노루트 회사는 4세대 LCD용 유리 기판을 30  $\mu\text{m}$ (0.03 mm) 두께까지 가공할 수 있는 유리 식각 기술을 개발했다고 최근 발표했다. 가공된 유리 기판 두 장으로 LCD 패널을 만들더라도 신문지 두께(0.06 mm)에 불과하며 기존에는 LCD 유리 두께를 0.3 mm까지 가공할 수 있어 이노루트가 개발한 기술은 이보다 최대 10분의 1수준으로 얇게 만들 수 있다. 이노루트는 기존의 버블(Bubble) 및 스프레이(Spray) 방식을 탈피, 특수 모듈을 식각조(Etching Bath)에 넣어 초박판으로 가공할 수 있도록 했다. 특히 유리가공표면의 품질을 나타내는 Ra값(평균 거칠기)은 0.01  $\mu\text{m}$ 으로 가공전의 표면과 거의 동일하다. 또한, 기존처럼 불산을 전혀 사용하지 않고 환경 친화적인 비휘발성 식각액을 사용했다. 모바일 제품에 사용되는 LCD 패널은 경박 단소화 요구에 따라 최근에는 별도의 식각 공정을 거쳐 더 얇게 만드는 사례가 늘고 있으며 삼성전자, LG필립스LCD도 식각을 거친 더 얇은 소형 LCD 제품을 출시 중이다.

### 2.4 모바일 Projector 기술

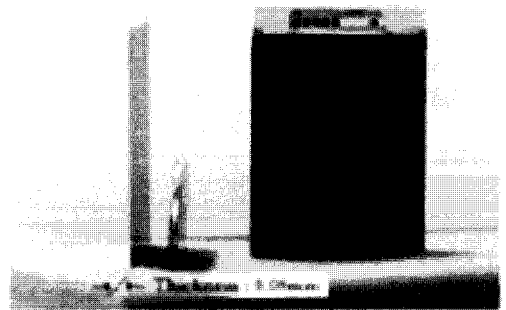
최근 휴대폰 내에 Micro-Projector를 내장하는 기



(a)



(b)



(c)

그림 4. 이노루트사가 적용한 기술로 박형화된 유리 (Source : 전자신문, 2007.5).

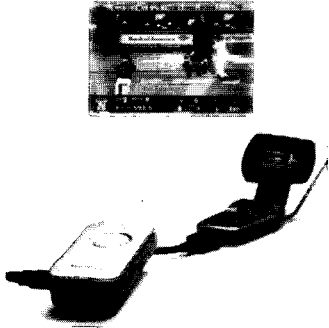


그림 5. 마이크로 프로젝터를 탑재한 휴대폰(Source : 웹사이트).

술이 발표되었다. 우리나라의 일진디스플레이와 모토로라사가 벽이나 칠판 등의 빈 공간에 큰 화면을 띄울 수 있는 프로젝터 휴대폰 기술을 발표했다. 일진디스플레이는 지난해 개발한 프로젝션용 싱글 Single LCD 패널을 사용, 휴대폰의 소형화면 크기(2~3인치)로만 볼 수 있던 동영상 등을 최대 20인치까지 키워볼 수 있는 초소형 프로젝터를 본격 생산한다고 지난 2007년 6월 밝혔다. 나노프로젝터를 상용화하는 것은 일진디스플레이가 세계에서 처음이다. 이를 위해 일진디스플레이는 최근 SK텔레콤과 나노프로젝터 상용화에 관한 독점 계약을 체결했다. 모토로라는 2007년 7월 이미지 전문 업체인 미국 마이크로비전과 계약을 맺고 이 회사의 초소형 프로젝터 모듈을 휴대폰에 탑재하기로 했다. 출시 일정과 성능·가격 등 구체적인 정보는 공개되지 않았지만 양사는 휴대폰에서 영화·TV·사진·문서 등을 큰 화면으로 볼 수 있도록 공동 노력키로 했다.

## 2.5 양면 디스플레이 기술

휴대폰에 Main 디스플레이 외에 Sub 디스플레이도 동시에 구현할 수 있는 양면 TFT LCD 모듈 개발도 활발히 진행되고 있다. 삼성전자는 2.2인치 양면 LCD 모듈을 지난 1분기에 개발에 양산해 이를 채택한 휴대폰을 세계 최초로 선보일 계획이다. 두 개의 패널을 하나로 대체해 모듈 두께를 2.6 mm로 기존

제품보다 1 mm 이상 줄여 최근 휴대형 디스플레이 슬림화가 가능하다. 지금까지는 양면 LCD 모듈은 LCD 패널 두 개를 붙여 만들었다. 하나의 LCD 패널로 앞뒤 양면에 화면을 구현하는 양면 모듈은 앞면의 영상을 뒷면에서 역상(逆像)으로만 보여줄 수 있는 정도여서 상용화되지 못했다. 삼성전자의 경우 화소 하나당 게이트 하나이었던 기존기술을 개선시켜 더블 게이트 기술을 적용하여 양면 디스플레이 기술을 가능케 했다.

## 3. 플렉서블 디스플레이 기술 외 차세대 기술동향

### 3.1 플렉서블 디스플레이

‘꿈의 디스플레이’로 꼽히는 플렉서블 디스플레이 말 그대로 종이처럼 휘거나 둘둘 말아 보관했다가 필요할 때 펴 볼 수 있는 디스플레이로 가장 대표적인 예로 몇 년전 영화 ‘마이너리티리포트’에서 신문을 보는 장면에 등장하기도 했다.

플렉서블 디스플레이는 우선 e북 휴대폰 등 영역에서 올해 부분적인 상용화가 기대되고 있다. 오는 2010년대에 접어들면서는 3~9인치급 LCD와 OLED기반 플렉서블 디스플레이를 채택한 휴대폰과 10인치급 이상 대형 디스플레이의 등장이 점쳐진다. 플렉서블 디스플레이가 기존 노트북·모니터·TV의 개념을 완전히 파괴한 새로운 가전·정보 기기의 탄생을 예고하고 있다. 이에 따라 오는 2010년 약 2억8000만 달러에서 2017년 100억 달러를 웃도는 시장규모를 갖게 될 것으로 전망되고 있다.

### 3.2 전자종이 기술

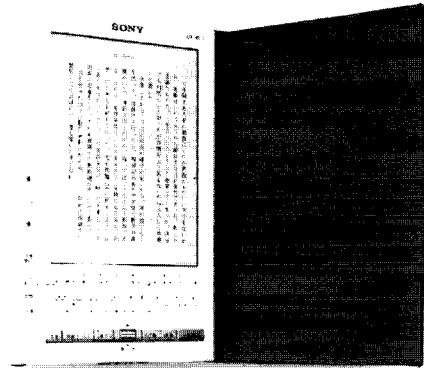
전자종이에 대한 연구가 보다 활발하게 이루어지고 있다. Flexibility의 목적은 깨어지지 않는 전자종이 구현이 가능하여야 하며 보관성 및 휴대성도 높아야 한다. Readability는 크게 두 가지 의미를 고려하여야 한다. 첫째는 동영상이 많이 포함된 디스플레이를 둘째는 정지 문서를 읽는 경우로 나누어 고려될 수 있을 것이다. 여기서는 문서를 중심으로 하는 정지영상을 종이 대신 표시하는 읽기 쉬운 디스

플레이를 지향하는 개념으로 적용한다. Multi-Functionality의 경우는 Ubiquitous Display의 구현을 위하여 여러 가지 복합적인 기능이 결합된 디스플레이에 대한 기대를 나타내고 있다.

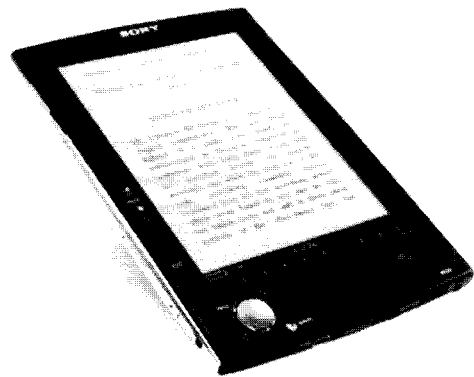
전자 종이의 요소 기술은 표시 소자 기술, 화소 구동 소자 기술, 기판 소재 기술, 모듈 기술 등 4가지로 분류될 수 있다. 표시 소자 기술은 표시 소자에 사용되는 물질 및 방식의 차이에 의해서 분류되며 전기영동(Electrophoretic)방식, Toner 방식, Twisting Ball 방식, 전기 습윤(Electrowetting) 방식 그리고 액정 방식 등 많은 기술들이 존재하고 있으며 요구되어지는 기술은 컬러화, 저전압 구동 가능 물질, 고속 응답 가능 물질 및 신뢰성이 확보된 물질이 필요하다. 현재 개발되어진 가장 앞선 전자 종이의 형태는 플라스틱 기판(Plastic Substrate)위에 유기 박막 트랜지스터(Organic Thin Film Transistor)를 형성하고 그 위에 반사형(Reflective)의 쌍안정성(Bistable) 표시 소자가 올라가 있는 형태이다. 이러한 전자 종이 개발 업체 중의 선두 업체로는 E-ink社의 Microencapsulated Electrophoretic Displays(MEPD) 소자를 이용한 방식이다. 아래의 그림에서 보듯이 소니社의 LIBRIE, PRS-500 제품 등 많은 제품들이 MEPD 소자를 이용하여 상용화된 제품을 선보이고 있다.

최근의 기술적 Issue와 앞으로 해결해야 될 문제에 대해서 간단히 살펴보자. 첫째, 컬러화에 대해서 살펴보면 앞서 언급된 바와 같이 응용 분야에 따라서 다르게 살펴 볼 필요가 있지만 E-ink社의 컬러필터를 이용하는 방식은 가격 경쟁력이나 시인성 면에서 상당한 단점으로 작용하고 있으며 많은 곳에서 컬러필터를 사용하지 않고 컬러를 표현하는 방식에 대한 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 컬러를 표현하기 위해서 입자 자체에 컬러를 입히는 방식, Capsule이나 Microcup 자체에 컬러 입자를 프린팅하는 방식 등 다양한 방식으로 연구가 진행되고 있다. 둘째, 계조 표현 관련하여 응용 분야에 따라서 다르게 적용이 되어야 할 것으로 판단되어지며 e-book, e-newspaper 등과 같이 단순히 글을 표현하는 곳에서는 기본 4계조 정도만 충분하리라고 보며 동영상 표현을 필요로 하는 부분에서는 이에 맞는 계조 표

현 연구가 필요하다고 보여진다. 특히 동영상 표현이 가능한 계조 표현으로 단순 계조 표현을 포함할 것이라는 생각은 잘못된 생각 일 수 있다고 의심해 보아야 할 것이다. 셋째, 응답 속도 면에서는 앞서 언급한 MEPD의 경우 응답속도가 매우 느리다는 치명적인 단점을 가지고 있다. 이는 뭉침이나 침전 현상을 해결하기 위해서 유체 내에서 움직이는 방식을 채택하게 됨으로 인해 생긴 결과이다. 이러한 응답 속도 향상 면에서는 Liquid Powder 기술이나 Electrowetting 기술이 유리하다. 넷째, 신뢰성 면에서 잔상이 없어야 하며 지속적인 구동 시 입자 유지 및 안정적 동작이 보장 되어야 한다. 특히 지속적인



(a)



(b)

그림 6. 소니社의 (a) e-Reader기 LIBRIE, (b) PRS-500(Source : 웹사이트).

고속 구동 시에 입자가 깨지지 않고 안정적으로 동작하는 전자 종이 기술에 대한 연구가 필요하다. 다섯째, 유기 디스플레이용 화소 구동 소자 개발이 필요하며, 이는 활발하게 연구가 진행 되고 있으나 아직 적용 및 생산 가능한 화소 구동 소자가 제안 되고 있지는 않은 실정이다. 초저원가 구동 소자 개발, 유기 박막 트랜지스터 개발 그리고 Roll-to-roll 공정 적용이 가능한 차세대 기술의 성공 여부에 따라서 보다 빠른 전자종이 시장 및 Ubiquitous 디스플레이 구현이 가능 할 것이라 사료 된다. 여섯째, 유연성 기판 소재 개발이다. 단기적으로는 전자 종이는 유리 기판을 사용하여 Plate 형태의 전자책 등이 만들어 질 것으로 예상 되지만, 향후에는 종이처럼 구부러 지거나 접혀서 공간을 적게 차지하는 플렉서블 및 Roll-up Display 개발이 요구 되어 질 것이다. 따라서 이러한 요구에 맞게 유연한 기판의 사용은 필수적이며 PES(Polyether Sulfone), PET(Polyethylene Terephthalate), PEN(Polyethylene Naphthalate) 등 다양한 플라스틱 기판을 사용한 유연한 전자 종이에 대한 연구가 활발하게 이루어지고 있다. 이러한 전자종이는 POP(Point of Purchase)광고판, e-book, Sign Board, Price Tag, 초대형 광고판 등 다양한 응용 분야에 적용 될 것으로 판단되어 진다.

#### 4. 결론

끝으로 산업체에서는 디스플레이의 궁극적인 목적은 값싸고 시인성이 우수한 디스플레이를 만드는 것이다. 아무리 좋은 기술도 제조원가가 비싸다면 회사가 관심을 가질 리가 없다. 회사입장에서는 이윤을 창출해야 새로운 기술개발에 재투자가 가능한 것이다. LCD시장은 이미 성숙기에 진입한 상태라 결국 원가절감을 통한 수익확보가 있어야만 새로운 기술개발에 집중할 수 있는 것이다. 원가절감은 드라이버 IC, 광학필름, Backlight-Unit, 유리 등의 부품의 수를 줄이거나 개선시키는 방법을 모색 중이다.

현대인은 아침에 일어나서 잠자리에 들 때까지 평균 5개 이상의 디스플레이를 보고 생활한다. 평판 디스플레이의 가장 큰 비중을 차지하고 있는 TFT-

LCD의 기술개발도 지금보다 더 다양하게 플렉서블 디스플레이, 전자종이 등 차세대 디스플레이 형태로 지속적으로 발전할 것이다. 이미 TFT 기술은 AMOLED (능동형 유기EL) 디스플레이에서 가장 중요한 핵심 기술이 되었다. 우리나라가 디스플레이 제조의 세계 1위뿐 아니라 원천기술 및 특허, 부품소재 및 장비 등 디스플레이 전 부문에 있어서 진정한 세계최고가 되는 날을 기대해 본다.

#### 저자약력



성명 : 김현재

◆ 학력

- 1991년 연세대 세라믹공학과 공학사
- 1993년 Columbia Univ. 전자재료공학과 공학석사
- 1996년 Columbia Univ. 전자재료공학과 공학박사

◆ 경력

- 1996년 - 2005년 삼성전자 LCD총괄 수석연구원
- 2000년 - 2004년 성공관대 정보통신 공학과 겸임교수
- 2004년 - 2005년 프랑스 Ecole Polytechnique 방문교수
- 2005년 - 현재 연세대 전기전자공학과 부교수
- 2006년 - 현재 한국 정보디스플레이 학회(KIDS) 총무이사
- 2006년 - 현재 한국전기전자재료학회(KIEEME) 편집위원
- 2006년 - 현재 SID(Society for Information Display) 학술위원
- 2007년 - 현재 한국전기전자재료학회(KIEEME) 협력이사