

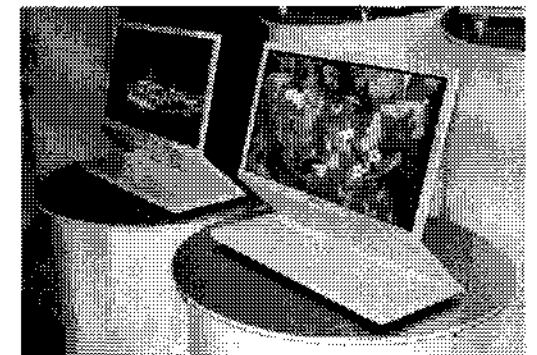
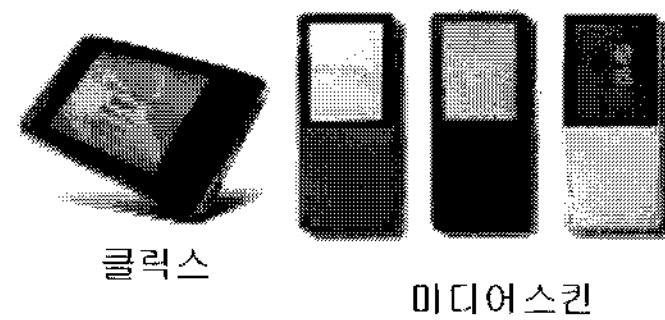
기술 특 집

# AMOLED의 비상과 도전

김혜동(삼성SDI 수석연구원)

## I. AMOLED 가치

최근 AMOLED가 양산에 돌입하면서 LCD와 PDP를 잇는 차세대 Display로 부각되고 있다. AMOLED는 궁극의 디스플레이에서 요구되는 모든 특징을 보유하여 꿈의 디스플레이로 불리고 있다. AMOLED는 자발광으로 시야각에 제한이 없는 선명한 화질을 구현하며, 고속 응답이 가능해 빠른 동영상 구현이 가능하고, 얇게 만들 수 있는 장점이 있다. 따라서 모바일 디스플레이부터 향후 TV까지 전 응용 제품에 적용 가능하다. 또한 기관 하나에 모든 소자기능을 탑재할 수 있는 유일한 디스플레이로 Flexible display 구현에 가장 적합하다. 양산적 관점으로는 기존의 신규 디스플레이와 달리 70% 이상 LCD에서 기 구축된 인프라 활용이 가능하여 향후 시장상황에 따라 기존 LCD 업체의 AMOLED로의 급격한 전환도 예상할 수 있다.



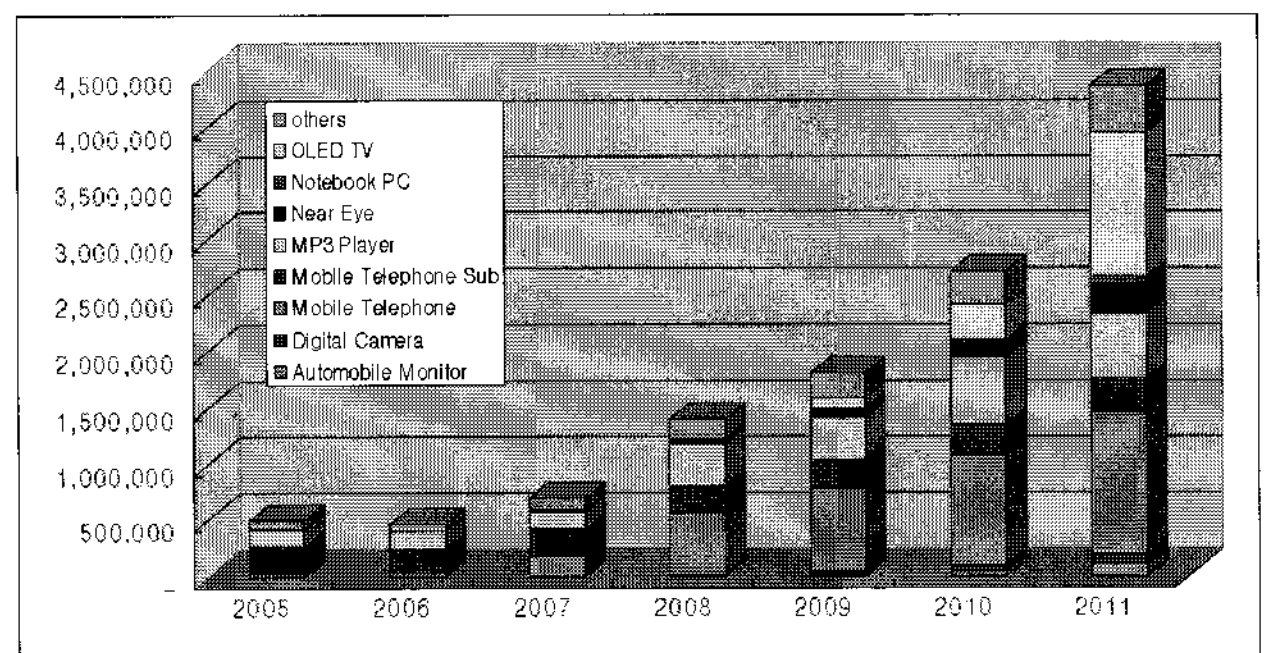
[그림 2] 삼성SDI 최초 양산 적용제품 및 Sony 11" AMOLED TV

관인 iSuppli에서는 2007년을 'AMOLED의 원년'으로 선언하고 있다. 삼성SDI의 첫 시장 테스트용 AMOLED는 2007년 상반기에 레인콤의 MP Player인 클릭스에 탑재되어 6월기준 약 10만대 판매실적을 얻었으며, 일본 교세라 미디어스킨 휴대폰에 채용되어 일본 휴대폰 선호도 1위를 차지하는 등 시장에서의 가능성을 성공적으로 검증 받았다.

다음은 시장조사기관인 Display Search사의 2007년 2Q에 발표한 AMOLED 시장전망이다.



[그림 1] AMOLED장점

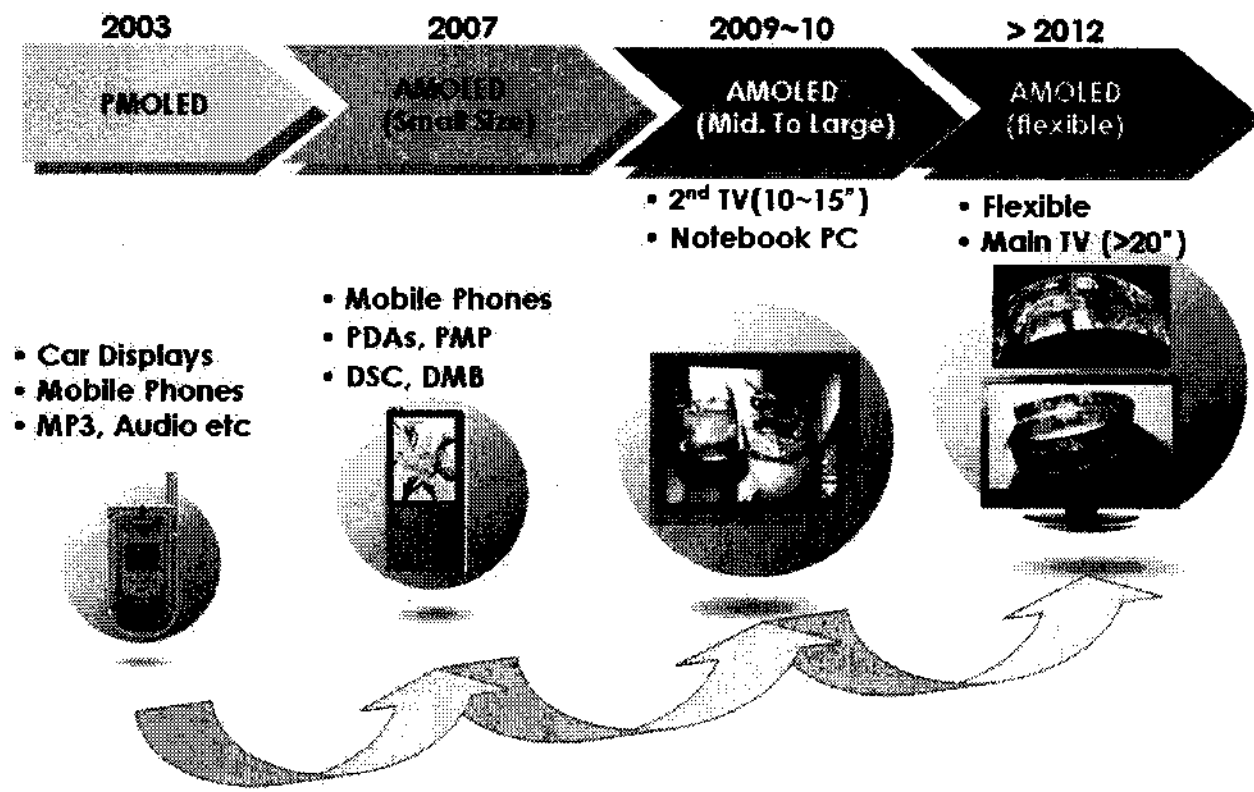


[참조 : Display Search 2007. 2Q]

## II. 시장 동향

삼성SDI의 세계 최초 AMOLED 본격양산, LG의 mobile 향 및 Sony의 TV향 AMOLED 양산 발표로 시장조사 기

AMOLED 시장은 2007년 모바일 제품을 시작으로 2009년 이후 중소형 TV 제품으로 확대되리라 예상되며, 2011년에는 본격적으로 대형 TV 시장에 진입하여 OLED 전체 시장규모가 43억불에 달할 전망이다. 아직 OLED의 재료 수명과 설비 대형화가 미흡하여 모바일 제품부터 시장에 출시되지만, AMOLED의 장점을 가장 잘 살릴 수 있는 시장이



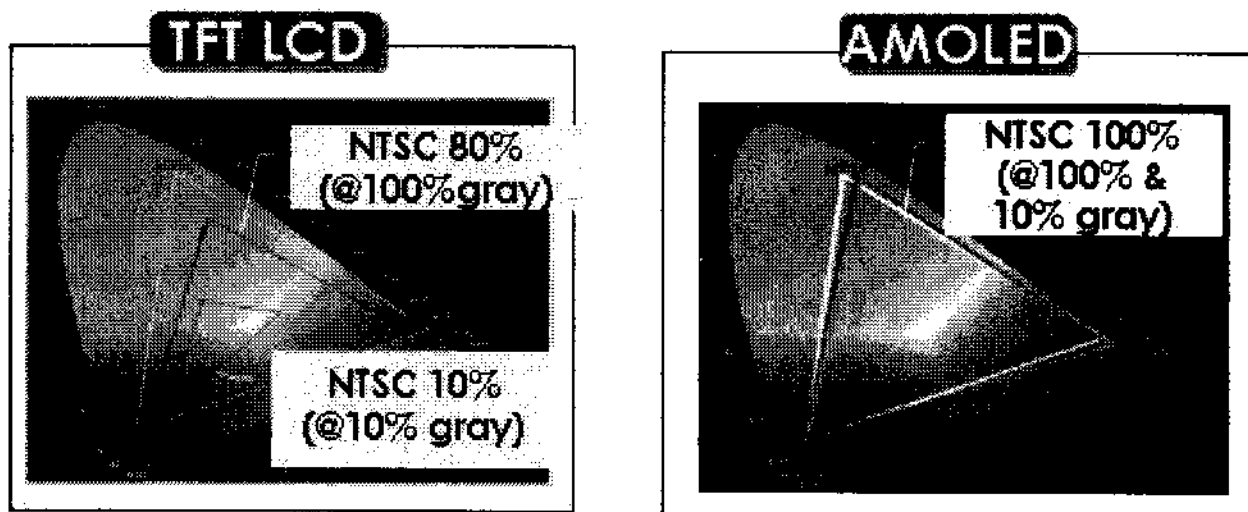
[그림 3] 삼성SDI AMOLED Roadmap

TV 부문이어서 향후 기술확보 시 본격적인 시장 진입이 예상된다. 다음은 삼성SDI의 AMOLED Roadmap이다.

### III. AMOLED의 장점

#### 1. 선명한 색상

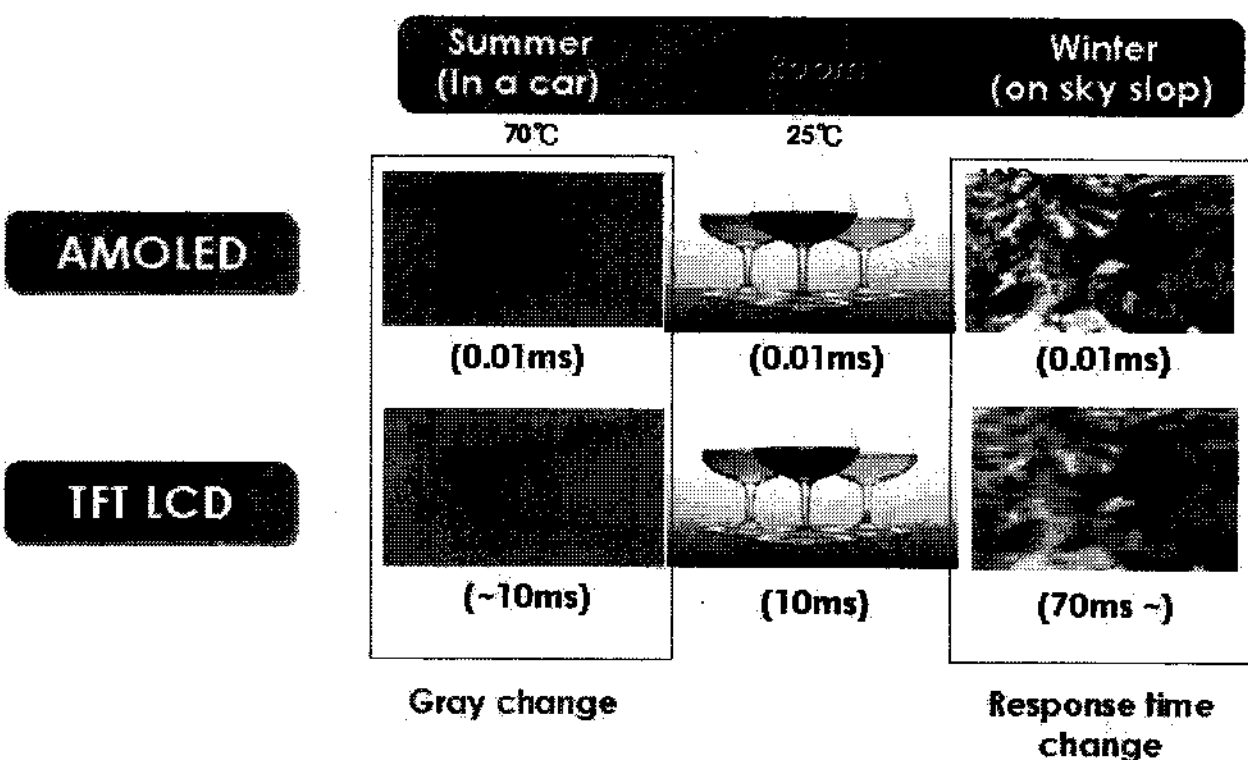
AMOLED는 TFT LCD와 달리 Gray level에 따라 색 순도의 변화가 없으며 Gray 표현도 매우 선형적이어서 화면의 콘텐츠와 상관없이 선명한 색상이 유지된다.



[그림 4] TFT LCD와 AMOLED의 색 재현율 비교

#### 2. 넓은 온도영역에서의 화질 유지

AMOLED는 응답속도가 us 단위로 매우 빠르며 또한 온



[그림 5] TFT LCD와 AMOLED의 온도에 따른 응답속도변화

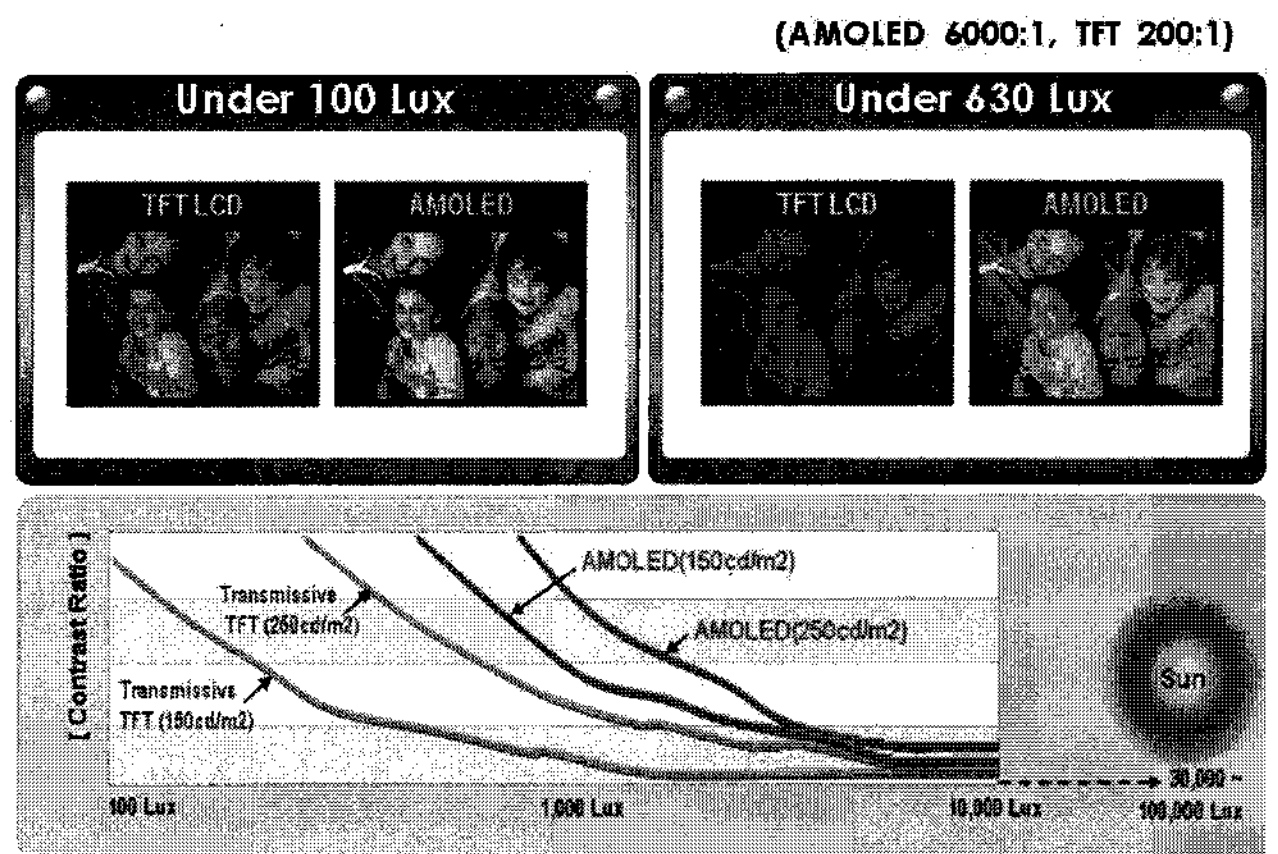
도에 따른 민감도가 매우 낮아 저온에서부터 고온까지 균일한 화질을 유지할 수 있어 이동성이 높은 모바일 기기에 매우 적합하다.

#### 3. 넓은 시야각

TFT LCD의 경우 편광과 액정에 기인된 시야각 문제점이 있다. 이를 보완하기 위해 광 시야각 모드를 채용하여 개선을 지속하고 있다. 그러나 이를 사용하더라도 Contrast 변화 이외에 시야각에 따른 휘도, 색상의 변화가 유발된다. 반면에 자발광인 AMOLED의 경우에는 시야각에 따른 특성변화가 거의 없는 장점이 있다.

#### 4. 야외 시인성

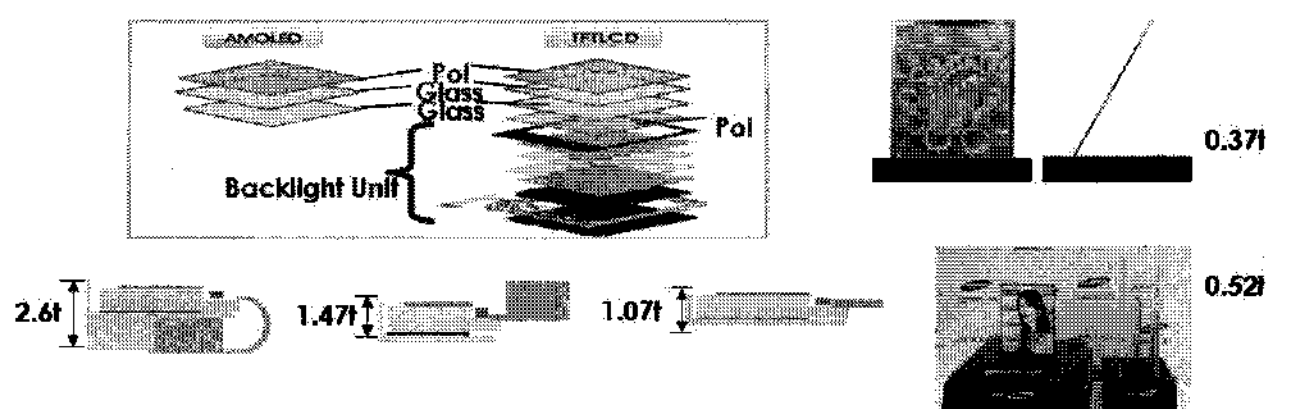
모바일 기기는 야외에서 사용되는 경우가 많기 때문에 야외 시인성이 중요하다. 자발광인 AMOLED는 개발 초기 우려와 달리 우수한 black 특성과 peak brightness 특성, gray에 따른 안정적인 색표현력 등의 특성으로 겉보기 휘도가 LCD대비 매우 높아 야외 시인성이 우수한 것으로 나타났다.



[그림 6] TFT LCD와 AMOLED의 야외 시인성 비교

#### 5. Ultra Slim

모바일 기기의 slim화에 따라 디스플레이의 박형화가 가속화되고 있다. AMOLED는 기본적으로 Backlight, color filter가 필요 없으면 궁극적으로는 하나의 기판에 디스플레이 전체를 구현할 수 있어 박형화에 매우 유리하다.

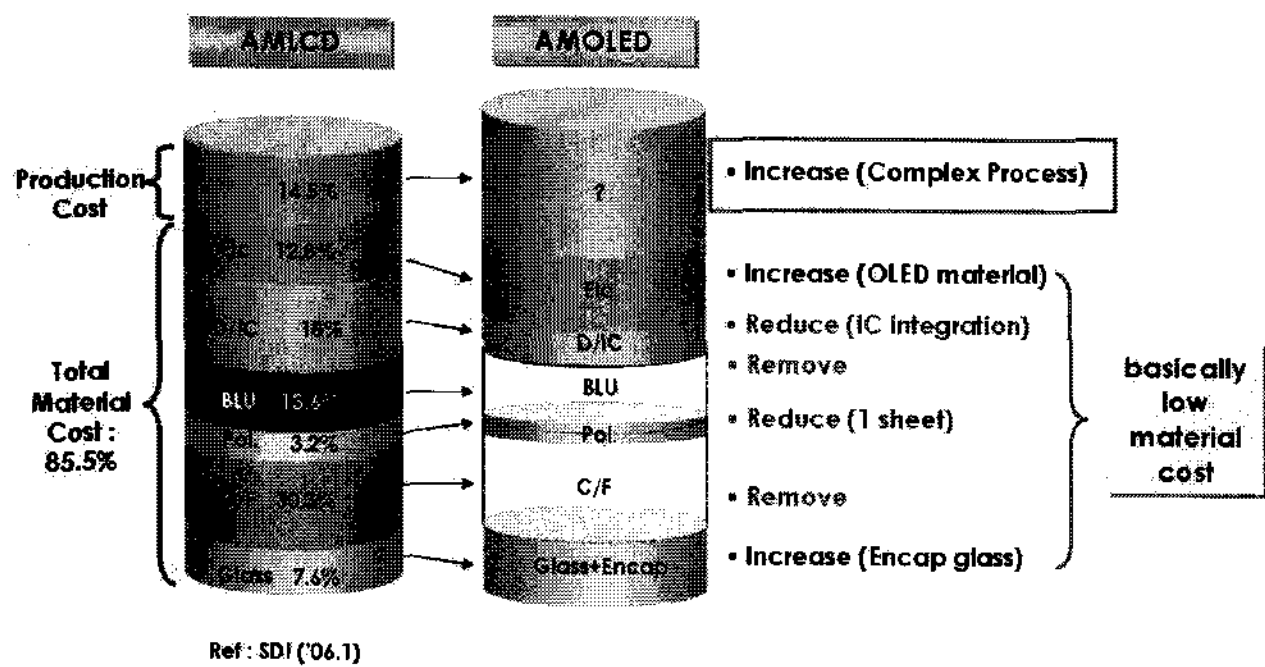


[그림 7] AMOLED 박형화 추세



### 6. 저 재료비

AMOLED는 초기 투자에 따른 감가상각 비용으로 초기 cost가 높으나 근본적으로 액정의 Color filter, Back light unit 등을 부품들을 제거할 수 있어 낮은 재료비의 구조를 가지고 있다. 따라서 향후 수율 확보와 감가상각 비용문제 해결이 된 후에 충분한 가격경쟁력을 가질 것으로 보인다. 특히 대형화할수록 재료비의 분율이 높아 더욱 유리하리라 전망된다.

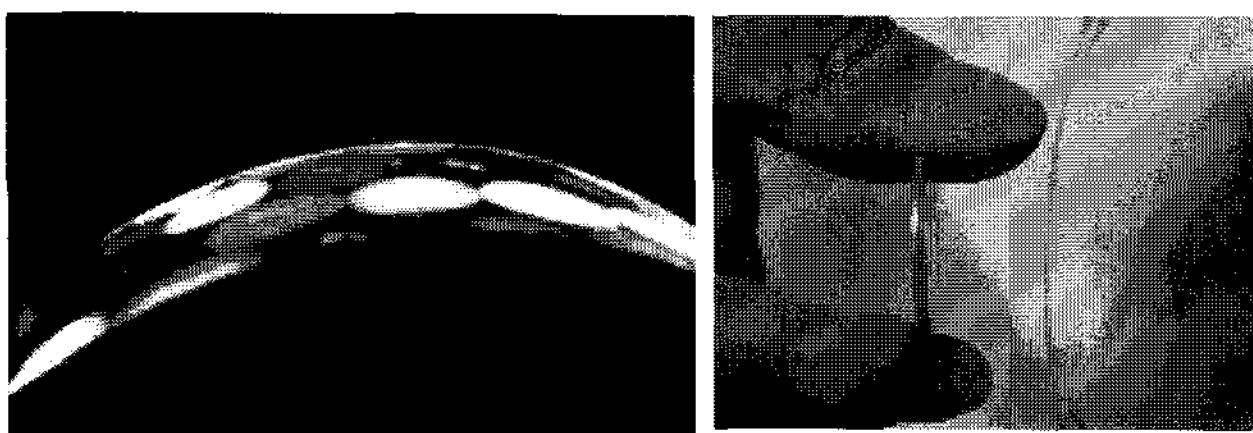


[그림 8] AMLCD 대비 AMOLED Cost 분석

## IV. AMOLED만의 구현가능 기술

### 1. Flexible AMOLED

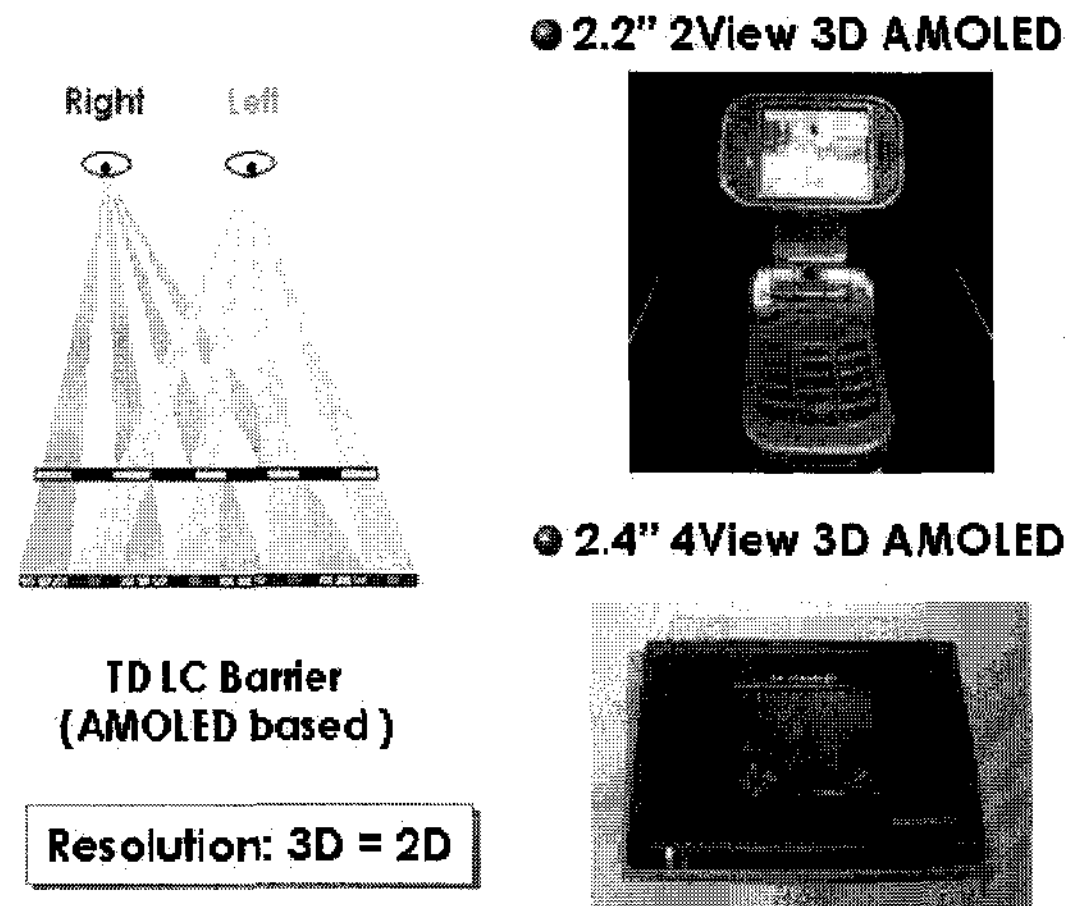
AMOLED는 다른 디스플레이와 달리 모두 고체로 구성된 유일한 디스플레이이다. 이에 따라 한 개의 기판에 모든 구성요소를 구비할 수 있어 Flexible에 최적인 디스플레이로 알려져 있다. 기판에 대한 자유도도 높아 금속 등을 사용할 경우 기계적 충격에 매우 강한 디스플레이 구현이 가능하다. 삼성SDI는 세계 최초로 2006년 SID에 150um 두께의 금속판에 회로가 내장된 LTPS TFT Flexible AMOLED를 구현한바 있다.



[그림 9] 5.6" Flexible AMOLED-삼성SDI

### 2. 고해상도 3D AMOLED

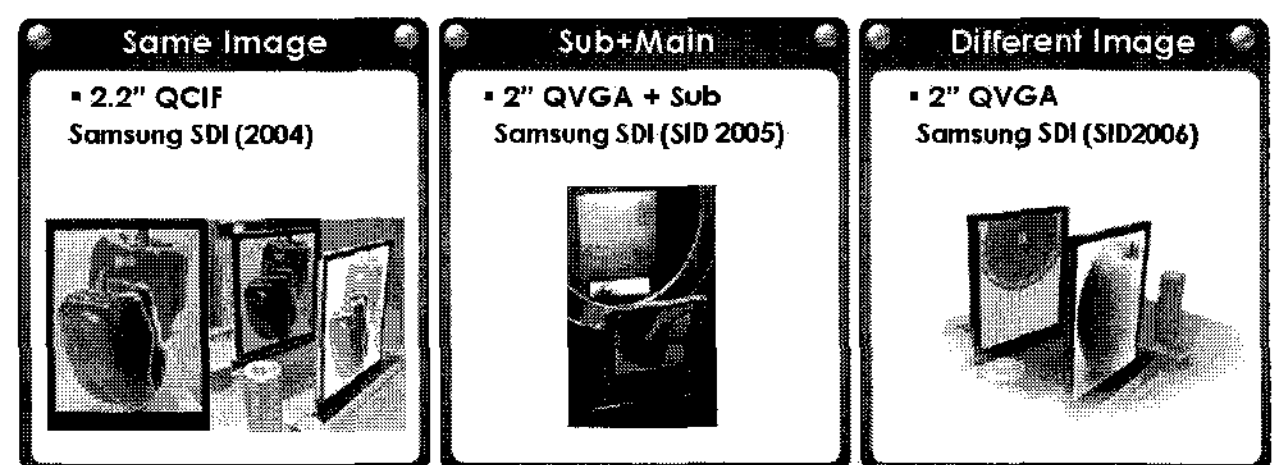
AMOLED는 LCD와 달리 매우 빠른 응답속도를 가져 고속 구동이 가능하다. 아래 그림과 같이 3D를 구현하기 위해서는 양쪽 눈의 화상을 나눌 필요가 있는데 AMOLED는 빠른 응답속도를 이용하여 2D와 동일한 해상도의 3D AMOLED 구현이 가능하다.



[그림 10] 고해상도 3D AMOLED

### 3. 양면 Display/투명 Display

AMOLED는 자발 광이어서 빛의 방향을 제어할 수 있다. 이를 통해 앞, 뒤 양면으로 빛이 나오는 양면 디스플레이 구현이 가능하다. 또한 투명한 유기재료의 특징을 이용하여 투명 디스플레이 구현도 가능하다.



[그림 11] 삼성SDI가 발표한 양면 디스플레이

### 4. Seamless Multi-Display

AMOLED는 박막봉지가 가능하여 패널외곽의 Seal영역을 제거할 수 있다. 이를 이용하여 이음새가 없는 Multi-Display 구현이 가능하다.



[그림 12] 삼성SDI의 Multi-Display

## V. 해결 필요과제

### 1. 대형 TFT 공정

AMOLED를 위한 active 기판으로 LCD에서 사용되고 있는 LTPS TFT와 a-Si TFT를 고려할 수 있다. a-Si TFT가 이미 8세대까지 개발이 완료되어 있어 대형화에 용이한 점이 있으나, 전류가 흘러야 발광하는 AMOLED에 사용될 경우 a-Si TFT의 안정성이 매우 취약해져 AMOLED 화면에 이미지가 고착되는 문제점이 발생된다. 따라서 현재 양산에는 소자 안정성이 우수한 LTPS TFT가 사용되고 있다. LTPS TFT는 laser를 이용하여 실리콘을 결정화하기 때문에 기판 크기가 현재 4세대 정도로 대형화에 한계가 있다. 이를 해결하기 위해 최근 laser를 사용하지 않는 SPC(Solid phase crystallization) 방법이나 uc Si, oxide TFT 등이 연구되고 있다.

### 2. 대형 OLED 공정

현재 수분이나 물에 취약한 OLED 물질을 칼라 패터닝하기 위해 fine metal mask(FMM)을 사용하고 있으나 대형화와 고해상도화에 한계가 있어 4세대 절반크기의 기판만 대응 가능하다. 이를 해결하기 위해서 Laser를 이용한 전사법이나 White에 color filter를 사용하는 방법들도 개발되고 있다.

### 3. 대형 봉지 기술

외부 환경에 취약한 유기재료를 보호하기 위해 OLED를 제작한 후 완전 봉지를 해주어야 한다. 현재는 유리기판을 이용하여 봉지를 하고 있으나 향후 패널의 대형화에 대응하기 위해서 충격에 강한 충전방식의 봉지기술이 개발되고 있다. 미래의 flexible display에 대응하기 위해서는 박막봉지 기술 개발이 필수적이다.

## 4. 회로 기술

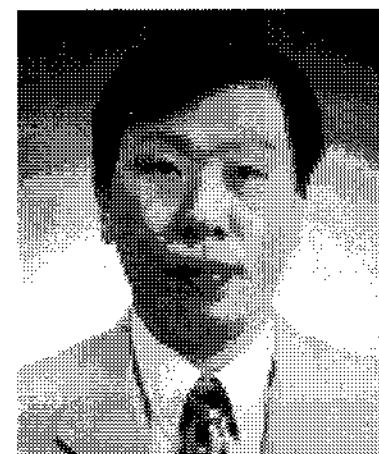
자발광의 특징으로 소자열화 시 화질이 저하되는 문제점이 있다. 이를 해결하기 위해 장수명 재료 개발이 필수적이거나, 회로적으로도 이를 보상하기 위한 방안들이 검토되고 있으며, AMOLED가 갖는 많은 장점들을 구현할 수 있는 새로운 구동칩 등의 개발도 이루어지고 있다.

## VI. 향후 발전 전망

그 동안의 우려를 뒤로하고 AMOLED는 2007년 첫 양산 돌입에 성공하였다. 시장 추이에 따라 향후 한국, 일본, 대만 업체들을 중심으로 급속한 참여가 예상되고 있다. AMOLED는 기본적으로 가지고 있는 많은 장점으로 인해 태생부터 타 디스플레이와의 차별화가 가능하며 AMOLED만이 구현 가능한 방향으로 향후 개발이 진척될 경우 차세대 디스플레이로서의 위치를 더욱 공고히 할 것으로 전망된다. 이를 위해서는 재료의 획기적 개선과 대형화를 위한 설비 기술들이 뒷받침되어야 하며 시장규모의 확대에 따라 참여업체가 많아질 경우 더욱 시너지 효과가 기대된다.

AMOLED는 유기소자가 처음으로 능동소자로 채택되는 제품으로 그 양산을 통해 구축되는 유기재료, 유기소자, 신뢰성, 설비 등의 기술들은 향후 유기 TFT, 유기 태양전자, 유기 Sensor 등 다양한 유기소자들의 양산화에 밑거름이 되어 이들 산업 발전에 많은 영향을 주리라 예상된다.

## 저 자 소 개



김 혜 동

1984~1988 : 인하대학교 금속공학 학사, 1989~1991 : 한국과학기술원 재료공학과 석사, 1991~1995 : 한국과학기술원 전자재료공학과 박사, 1994~현재 : 삼성SDI 중앙연구소 Display Lab AMOLED 그룹장