

## TFT-LCD Cell Aging 전자구동장치에 관한 연구

김효남<sup>o</sup>

<sup>o</sup>청강문화산업대학 컴퓨터게임전공

e-mail: hnkim@ck.ac.kr

## A Study on TFT-LCD Cell Aging Electronic-Powered Devices

Hyo-Nam Kim<sup>o</sup>

<sup>o</sup>Dept. of Computer Game, ChungKang College of Culture Industries

### ● 요약 ●

3D 디스플레이 시장이 커지면서 TFT-LCD TV 자동화 라인 생산 공정을 3D LCD TV 생산 공정으로 변환 하여 대량 생산 할 경우, 기 설치된 자동화 생산라인의 H/W 부분에는 특별한 투자가 이루어 질 거라 판단되지 않고 있다. 하지만 3D LCD Module 검사 등의 S/W 적인 부분은 현재의 기 설치된 TFT-LCD Module 검사장비로는 검사가 불가능 하여, 추가적인 투자가 이루어 질것이라 판단되고 있다. 이와 관련하여 본 연구에서는 TFT-LCD 제조공정의 효율적인 기술을 제안하고자 한다. 첫째는 TFT-LCD를 Cell상태에서 직접 구동하는 구동회로 기술과 사용 장소가 Clean Room이므로 개별적 구동 Pallet에 비접촉식으로 전원을 공급할 수 있는 비접촉식 급전장치에 대한 기술이다.

키워드: TFT-LCD, 셀(Ceall), 에이징(Aging)

### 1. 서론

2010년 1월 미국에서 개최된 CES (Consumer Electronics Show)에서의 주요 트렌드로 LED TV, AMOLED 디스플레이, 전자책 (E-BOOK), 녹색 기술과 더불어 3D를 꼽고(맥퀼리 증권)있듯이 어느새 3D는 일상생활에 다가와 있다[1].

시장 조사 기관 디스플레이 서치에 따르면 3D 시장은 2013년 까지 연평균 481%의 고성장이 전망 되고, 그중 3D LCD TV가 62.4%를 점유 할 것으로 예상하고 있다. 또한 3D 디스플레이가 연평균 75% 성장해 2018년도에 이르러는 1억 9600만대의 출하량을 기록 할 것이라는 전망이 나왔다. 2011년부터 본격적인 연간 100만대 기준으로 양산 준비 하는 SONY 및 파나소닉 등 일본 회사는 대규모 양산 방법인 자동화 라인방법을 2013년 이후에나 도입 가능하리라 판단되고, 국내 업체인 삼성 전자나 LG 반도체 또한 2011년도 까지는 시장 상황을 주시 하며 생산을 유지 하다가, 2013년부터 본격적인 자동화 라인 생산을 가동 할 거라 유추 되고 있다[2].

시장 조사업체 디스플레이 서치는 2010년 1월 3D 디스플레이 출하량과 매출이 2008년 70만대, 9억 2천만 달러 수준에서 연평균 각각 75%, 38% 성장해 2018년 에는 출하량 1억 9600만대, 220억 매출을 기록할 것이라 전망했다[3]. 또한 세계 3D TV 시장 (디스플레이뱅크 자료)는 내년 11억 3600만 달러 (1조 3200억원)에서 2011년 28억 1600만 달러 (약 3조 2700억원), 2015년 158억 달러 (약 18조 3900억원)로 급성장 할 전망이다. 디스플레이

이 서치는 3D 콘텐츠의 증가로 3D 시장이 본격적으로 형성되고 있으며, 3D 디스플레이에서 가장 높은 매출 비중을 차지하게 되는 디바이스는 TV로 보고 있으며, 3D TV는 2009년 20만대에서 2018년 6400만대로 출하량 증가가 예상되며, 매출은 170억 달러에 달할 것으로 전망 했다. 그림1은 세계 3D 디스플레이 제품의 향후 전망을 보여주고 있다[1].

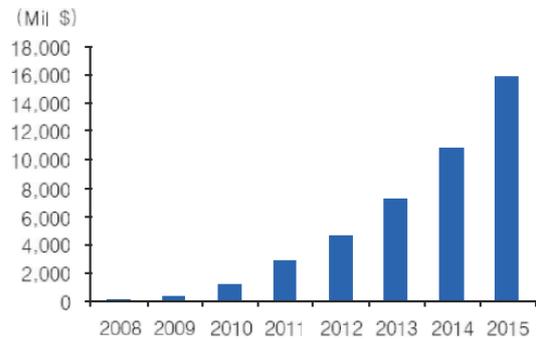


그림1. 세계 3D 디스플레이 전망  
Fig. 1. The View of the World 3D Display

3D 디스플레이 시장이 커지면서 TFT-LCD TV 자동화 라인 생산 공정을 3D LCD TV 생산 공정으로 변환 하여 대량 생산 할 경우, 기 설치된 자동화 생산라인의 H/W 부분에는 특별한 투자가 이루어 질 거라 판단되지 않고 있다. 하지만 3D LCD

Module 검사 등의 S/W 적인 부분은 현재의 기 설치된 TFT-LCD Module 검사장비로는 검사가 불가능 하여, 추가적인 투자가 이루어 질것이라 판단되고 있다. 이와 관련하여 본 연구에서는 TFT-LCD 제조공정의 효율적인 기술을 제안하고자 한다. 첫째는 TFT-LCD를 Cell상태에서 직접 구동하는 구동회로 기술과 사용 장소가 Clean Room (1,000 Class 이하)이므로 개별적 구동 Pallet에 비접촉식으로 전원을 공급할 수 있는 비접촉식 급전장치입니다.

## II. 관련 연구

### 1. 관련연구

#### 1.1 국내· 외 동향

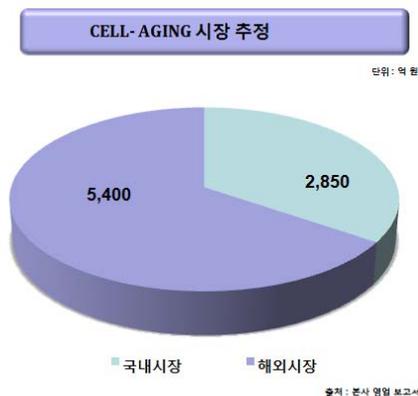
반도체인 TFT공정에서 생산된 TFT기판과 Color Filter 공정에서 생산된 CF기판을 접합시키고 그 사이에 액정을 주입하는 과정으로 공정이 이루어진다. 그림 2는 TFT-LCD의 일반적인 공정 과정을 보여주고 있다. 종래 기술에서는 면광원이 탑재된 팔레트를 이동시키면서 에이징을 하면 팔레트의 이동 도중 팔레트 이동 장치의 고장으로 인해 생산성이 떨어지고, 장시간 사용 시 팔레트의 변형으로 여기에 설치되어 있는 각종 지그의 변형을 초래하여 에이징하고자 하는 제품에 전원이 바르게 공급되지 않아 부분적으로 전원 공급이 차단되면서 에이징이 되지 않는 경우가 종종 발생한다.



그림 2. TFT-LCD 제조 공정  
Fig. 2. TFT-LCD Manufacturing Process

이송 중에 에이징을 함으로 인해 에이징의 전압 및 주파수 조정을 하여야 하는데 이런 제어 부분의 문제 해결이 난해하며 에이징 상태를 감시하기 위한 별도의 통신 장비가 필요한 단점이 있었다. 또한 이송 중 에이징을 시키게 되면, 팔레트에 에이징에 필요한 인버터, 마이크로프로세서 등이 필연적으로 붙여지게 되므로 무게가 증가하는 단점이 있고, 또한 부품의 정밀도를 유지하기 위하여 정밀한 기기에 의한 운송이 되어야 하므로 이 부분의 보수 관리가 힘들게 된다는 문제점이 있었다[5]. 그리고 Module 상태에서의 aging 장치는 제품이 완성된 상태에서 진행되는 장치이므로 제품의 취급이 수월할 뿐 아니라 완성된 케이블의 연결로 신호처리를 할 수 있다는 장점이 있으나, Cell의 상태에서는 Glass 위의 패턴에 임의적인 연결 물체를 만들어 접촉 후 전기적인 신호를 인가하여야 한다는 문제점이 있었고

이 장치는 이동도 되어야 하고 고온, 저온에서 완벽하게 연결을 유지하고 있어야 하는 문제를 해결하여야만 하였다[4]. 그리고 이러한, TFT LCD 산업분야를 크게 보면 셀 제작공정과, 모듈 제조공정으로 분류될 수 있다 할 것이다. 여기에서, 셀 제조공정이 기술 집약의 공정이라면, 상기한 모듈 제조공정은 상대적으로 인건비가 많이 투입되는 공정으로 우리나라에서는 이미 중국 등의 해외공장으로 설비를 이전하여 생산하고 있다. 이런 생산 공정의 변화에서 발생된 것이 셀의 신뢰성 테스트에 대한 문제가 대두되기 시작 한 것이다. 디스플레이 산업이 확대되면서 Cell 상태에서 만으로도 판매가 되는 형태를 가져오고 있고 또한 Module 공정이 인건비를 많이 투입하는 공정이 다 보니 자사제품이라 할지라도 Module 공정이 해외에 존재하게 되면서 많은 Cell만을 해외로 출하하는 방식이 채용되고 있다. 이런 과정에서 Cell의 신뢰성이 확보되지 않은 상태의 제품이 출하되어 제조가 완료된 상태에서 불량률이 발생하게 되면 불량률의 유형에 따라 달라지겠지만 수리를 요하는 불량품은 그 동안의 공정을 역순으로 분해하여 수리를 하여야 하는 과정에서 소모되는 자재, 인건비등이 손실로 남게 된다. 종래 기술은 진보된 것이 없는 상황이고 현재 셀 상태에서의 에이징 장치는 존재 하지 않는다. 다만, 순차 공정에서 셀 제조 후 셀에 액정을 주입하고 입구를 막은 다음 셀 외부를 세정하여 이물질을 제거하고 에이징 공정을 통하여 셀 내부의 배향 안정화를 실시한다. 이어서, 봉지를 실시한 후 셀 gap 평균치와 쇼팅바 연결을 통하여 온오프 및 패턴구동검사를 실시한다. 검사 공정 후 여러 단계를 거쳐 완제품 모듈이 제조된다. 즉, 모듈 상태가 아닌 Cell 상태에서 전기적인 신호를 인가한 후 고온 또는 저온의 챔버에서 일정시간 동안 Cell의 구동을 테스트 하는 장치는 개시되어 있지 않은 상황이다. 이와 같이, 종래기술은 진보된 것이 없는 상황이고 현재 Cell 상태에서의 aging장치는 존재 하지 않으며 따라서 최초의 개발 공정이 될 것이라 생각한다.



시장 상황 추정

- CELL-AGING 시장은 TFT-LCD 검사 부분의 신기술임
- 2003년부터 2009년 현재까지의 TFT-LCD IN-LINE 검사 장비 시장을 기본 데이터로 하여 유추, 파악한 시장임
- 국내 해외 진출 기업 (S사, L사)등은 국내에서 제작한 셀을 해외 공장으로 이동, 모듈 작업 하기 때문에 원가 절감의 이유로 보다 큰 시장 형성

그림 3. Cell Aging 시장 규모  
Fig. 3. Market Volume of Cell Aging

### III. 본 론

TFT LCD산업분야를 크게 보면 Cell 제조공정과, Module 제조공정으로 분류될 수 있다. 특히 Module 제조공정은 상대적으로 인건비가 많이 투입되는 공정으로 우리나라에서는 이미 중국 등의 해외공장으로 설비를 이전하여 생산하고 있다. 이런 생산 공정의 변화에서 발생된 것이 Cell의 신뢰성 Test에 대한 문제가 대두되기 시작하였으며 본 연구가 제품으로 개발되면 해외공장의 Module Aging공정이 없어서 투자비가 약50%가 절감되고 Module제조공정에서 불량 발생으로 인한 자재의 Loss율을 약 3~5%이상 줄일 수 있어 TFT-LCD의 제조원가를 낮출 수 있다. 그림 4는 TFT-LCD Cell 모듈 공정라인을 보여주고 있다.



그림 4. TFT-LCD Cell Module 공정 라인  
Fig. 4. TFT-LCD Cell Module Process Line

본 연구에서 제안하고자하는 내용은 두 가지이며 첫째는 TFT-LCD를 Cell 상태에서 직접 구동하는 구동회로 기술 개발이며, 둘째는 이 제품의 사용 장소가 Clean Room (1,000 Class 이하)이므로 개별적 구동 Pallet에 비접촉식으로 전원을 공급할 수 있는 비접촉식 급전장치 기술이다.

#### 1. TFT-LCD Cell Aging 구동회로

그림 5는 TFT-LCD Cell 구동 회로를 보여주고 있다. Cell 구동에 필요한 신호를 만들기 위해 크게 3부분으로 나누어 Power Supply Unit, TCU(Timing Control), DBU(Driver Board Unit)로 구성되어 있다.

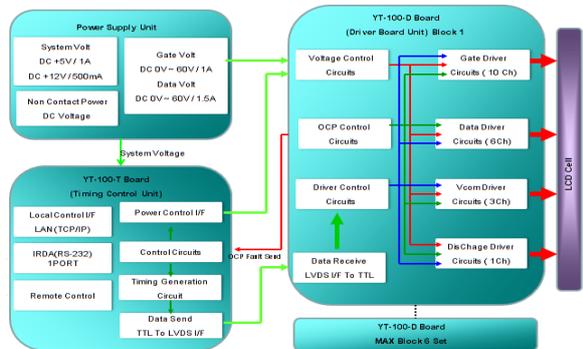


그림 5. TFT-LCD CELL 구동 회로  
Fig. 5. TFT-LCD Driving Circuit

Power Supply unit은 Gate, Data 전압 과 시스템 전압을 출력하는 기능을 담당하고 전압값 및 주기 Setting은 TCU Board 에서 콘트롤 제어를 하며, 전압의 크기 채널 분배와 Analog 파형을 DBU Board가 생성 및 제어 하도록 구성되어진다.

#### (1) Power Supply Unit

- TCU BOARD 에 필요한 시스템 전원 구성 및 출력
- Cell 구동 기준 전압 생성(GATE, DATA 전압)

#### (2) TCU BOARD

- PC 통신 방식 : LAN 및 RS-232 통신가능
- Power Control Interface 역할
- Timing Generation 기능

#### (3) DBU BOARD

- Cell 구동에 필요한 Gate, Data, Vcom 전압 Control
- 각각의 신호 Analog 파형 생성

### 2. 비접촉식 전원 공급 장치

전자 유동 작용에 의해 급전측의 코일로부터 수전측의 코일에 전력을 전달하는 원리는 변압기와 같지만, 1 차측과 2 차측의 Coil과 철심은 분리되어 공간의 자속 변화에 의해 전력의 송수신이 이루어진다.

비접촉 급전장치에서는, 전력의 송수신을 Coupler로 불리는 전력결합기에 의해 가능하며, 급전 측에는 Coupler에 전력을 보내는 급전회로가 있고, 수전 측에는 Coupler로부터 전력을 받아 부하에 공급하기 위한 수전 회로가 있다. 그림 6은 비접촉 전원 공급 장치의 구성을 보여주고 있다.

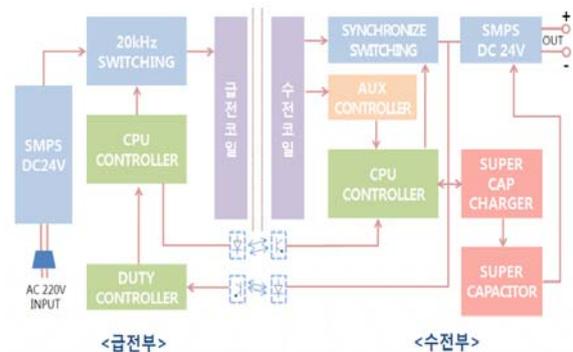


그림 6. 비접촉 전원 공급 장치 구성도  
Fig. 6. Noncontact Power Supply Block Diagram

비접촉 전원 공급 장치의 기본 구성은 Coupler, 급전회로, 수전 회로로 이루어진다. Coupler는 Core의 철심에 Coil을 감아 만들어진 Coil부와 자기 차폐판으로 구성되며, 급전측과 수전측에서 서로 마주보게 위치에서 급전Coil에 전압을 인가하면 급전Coil에 의하여 발생한 자속이 Gap을 통하여 수전 Coil로 자속이 통과하고 수전 Coil에 전압이 발생한다. 즉 급전 Coupler와 수전 Coupler 라는 1차측과 2차측의 Gap에 의해서 분리된 변압기 형태를 이루게 된다. 급전회로는 정류회로 Coil 구동 회로 등으로 구성되어 입력된 교류 전압을 정류회로로 직류로 변환하여 Coil 구동 회로로부터 급전Coil에 고주파의 구형파 전압을 인가해 준다.

수전 회로는 평활 회로 등으로부터 구성되어 수전 Coil로 유기된 고주파 전압을 직류로 변환해 부하를 공급해 준다.

따라서 TFT-LCD Cell 생산라인을 비롯한 반도체 자동화 생산라인 (크린룸)에서도 사용 가능케 할 것으로 기대한다.

#### IV. 결 론

본 연구에서 제안한 Cell-Aging 검사 기술은 Cell상태에서 전기적인 신호를 인가하고 Aging 검사를 실시하여 Cell 자체의 불량을 검출 하는 설비이며, Cell 자체의 불량품이 후 공정으로 투입 되는 것을 방지하여 후 공정의 생산성 향상에 도움을 줄 수 있다. 또한, 기존 Process 에서는 Module Aging 공정에서 Cell의 고온 진행성 불량이 발견되게 되어 있는데, 이럴 경우 Cell의 수리를 위해 조립이 완료되었던 자재들의 분해가 필요하게 된다. 이때, 자재들의 폐기에 따른 손실 비용과 수리를 위한 Loss Time이 발생하게 되는데, 본 기술을 적용한 Cell-Aging System은 이러한 Cell-Repair를 줄이기 위한 설비로 최초로 시도 되는 검사 설비 기술이다. 또한 본 연구를 적용한 비접촉 전원 공급장치는 현재 100W급 까지 개발 완료 하였고, 거기에 더 나아가 연속적으로 비접촉 전원이 공급이 가능한 제품으로 개발 준비 중이다.

#### 참고문헌

- [1] Display Bank, <http://www.displaybank.com>
- [2] LG Display, <http://www.lgdisplay.com>
- [3] Kim Hyeon-Jae, "TFT-LCD Technical Trend ," Bulletin of KIEEME, Vol. 20, No. 9, 2009.
- [4] Son Hyuk, Baek Sung-Sik, Oh Hyeong-Geun, Choi Byoung-Deog, "LCD Cell Aging Tester," 9th International Meeting on Information Display 2009, pp. 1383-1385, 2009.
- [5] Myoung-Chul Kim, "Analysis on the Electric Properties of TFT-LCD," Journal of KIEEME , Vol. 21, No. 4, pp. 368, April 2008.