

전자분야와 CLEAN ROOM 기술

-LCD를 중심으로-

삼성엔지니어링(주)
(배 관 부)
과 장 강 창 열

1. 서언

정보화 시대에 살고있는 지금 정보 관련 기기에 접하여야만 하며 이러한 기기를 사용하기 위하여서는 정보화 기기와 인간을 연결할 수 있는 매체로서 여러가지의 DISPLAY DEVICE가 사용되고 있다. DISPLAY DEVICE로는 CRT가 가장 많이 사용되고 있으나 CRT는 소비전력과 부피가 크다는 단점을 갖고 있기 때문에 LAPTOP, NOTEBOOK 등의 휴대용기기에는 액정의 성질을 이용한 LCD (Liquid Cristal Display)를 사용하고 있다.

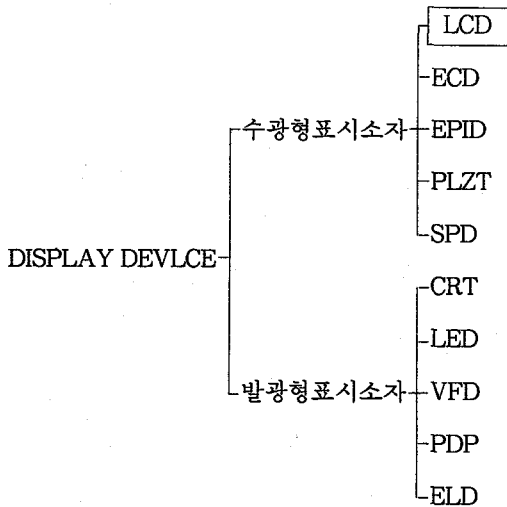
DISPLAY DEVICE의 종류는 「표1」과 같이 분류되며 CRT 이외의 DISPLAY DEVICE는 평판(FLAT PANEL)형에 속하며 그 중에서도 지속적인 기술개발이 진행되고 있는 LCD는 저전압구동, 저소비전력 구동 그리고 경박단소의 장점을 가지고 있어 그 용도는 계속 증가되고 있다.

LCD는 제조공정의 대부분이 CLEAN ROOM내에서 이루어지고 있으므로 본고에서는 LCD의 개요와 공기청정기술에 대해 알아 보기로 한다.

2. LCD의 개요

액정은 분자의 위치 및 분자축의 방향이 고체결정에서 보이는 완전한 규칙성을 가지는 상태와 등방성 액체에서 볼 수 있는 불

표 1. DISPLAY DEVICE의 종류



규칙한 상태와의 중간상태를 가지는 물질을 말하며 그 종류로는 NEMATIC, SMETIC, CHOLESTERIC의 형태로 구분된다.

이와같은 액정이 외부로부터 전계, 자계 또는 열등의 극히 약한 자극에 의해 배열방향이 변하거나 분자의 움직임이 흐트러지는 광학적 성질을 이용하여 표시소자로 활용하고 있다.

LCD는 표시형태에 따라 SEGMENT 표시형과 MATRIX표시형으로 구분되며 또한 MATRIX표시형은 단순 MATRIX표시형과 ACTIVE MATRIX표시형으로 구분된다.

SEGMENT형과 단순 MATRIX형 LCD의 기본적 구조로 같으며 액정 CELL, 편광판, 광반사판 등으로 구성되어 있다.

ACTIVE MATRIX 표시형 LCD는 표시면

측 전극기판 내면에 RGB MICROCOLOR-FILTER 층이 있어 COLOR 화면표시용으로 사용하고 있다. ACTIVE MATRIX 표시형 LCD에는 3단자소자 SWITCHING 방식과 2단자 비선형소자 SWITCHING 방식이 있으며 전자에는 MOS·FET 방식과 TFT 방식이 있으며 후자에는 다이오드방식, MIM 방식, 배리스타방식 등이 있다. 이상과 같은 여러가지 방식 중에 TFT방식은 2단자비선형소자 SWITCHING 방식에 비해 제조공정이 복잡하고, 낮은 수율과 제조 단가가 비교적 고가인 결점이 있어 2단자비선형소자 SWITCHING 방식을 일시적으로 TV 표시용으로 사용하였으나 소자 특성의 변동이 크고, 화소에 전압을 가하기가 어려우며, 단단계 중간조 표시가 어려워 현재로서는 다시 TFT방식을 채택하고 있다.

현재 제작 실용되고 있는 대표적인 LCD의 종류와 특징을 다음과 같다.

1) TN(TWISTED NEMATIC)

TWISTNG ANGLE 이 90° 인것으로 시계, 계산기, 계측기용 표시판에 사용된다.

2) STN(SUPER TWISTED NEMATIC)

TWISTING ANGLE 이 180°~240° 가 되도록 개발된 제품으로 측면시각 효과를 개선한 것이다.

항공기 계기판, COMPUTER GRAPHIC 등에 사용된다.

3) TFT(THIN FILM TRANSISTOR)

각 화소에 SWITCHING 소자를 설치하여 액정을 직접 구동하는 ACTIVE MATRIX 표시형 COLOR DISPLAY DEVICE로서 화면 SIZE에 자유도가 있고 투과형 표시가 가능하여 COLOR TV용으로 사용되고 있다.

3. 제조기술과 CLEAN ROOM의 필요성

실용적인 LCD는 양호한 표시특성, 안정된 전기 특성, 장기간의 신뢰성이 필요하나 제조기술적인 측면에서 다음과 같은 사항이 요구된다.

1) 액정분자의 배향기술

액정분자의 배열은 액정과 기판을 이루는 표면상태의 배향효과에 의해 결정된다. 액정분자의 배열상태에 따라 표시 CONTRAST, COLOR의 명확도가 결정된다.

2) 액정 CELL의 구성기술

액정 CELL의 구조적결합, 제조상의 부주의에 의해 액정 재료가 분해열화되어 액정의 비저항이 저하되어 소비전류가 증대된다. 동시에 가스가 발생되어 표시부분의 일부가 표시불능의 장애를 유발한다.

3) 기판의 오염

기판표면의 오염이나 분진부착에 의해 적극형성시 단선이나 단락을 유발한다. 또한 배향층을 형성하는 경우 배향층이 일정한 형태로 형성되지 않고 액정분자의 배열상태

가 균일치 못하게 된다. 전극이나 배향층이 형성된 후에는 액정을 열화시키는 등의 장애를 일으켜 LCD의 신뢰성을 저하시킨다.

상기와 같이 고도의 표시특성, 전기특성, 신뢰성이 요구되는 LCD는 고도의 제조기술이 필요한 외에 온도, 습도가 엄밀하게 유지되는 CLEAN ROOM 내에서 제조하여야 한다.

ACTIVE MATRIX 표시형 LCD는 대량의 SWITCHWG 소자와 화소전극을 MATRIX 형으로 형성시킨 전극기판을 사용한다.

이 전극기판의 소자나 전극의 집적밀도는 범용 LSI 정도의 고밀도는 아니나 표시화면내의 선상결합은 물론 다소의 점결합도 허용되지 않는 경우가 많다. 특히 투영표시용 ACTIVE MATRIX 표시형 LCD는 가공을 1 μ m RULE 보다 고정도로 할 필요가 있으며 반도체의 WAFER보다 대형의 기판에 제작하여야 하므로 제조환경을 초 LSI 보다도 더욱 엄밀하게 관리하여 제조하지 않으면 안된다.

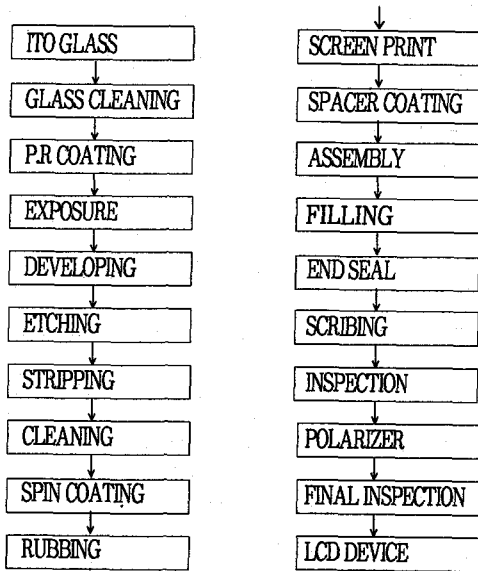
4. 제조 공정과 CLEAN ROOM

LCD는 제품의 종류에 따라 제조공정을 달리하고 있으나 크게 차이 나지는 않으므로 표준적인 제조공정을 보면 「표 2」와 같다.

제조수율의 향상과 제조단가의 저감을 위하

여 제조장치의 자동화가 급속히 진행되고 또 LCD의 SPEC이 다양해짐에 따라 SPEC 별 전용장치가 필요하게 되었다.

표 2. LCD 제조공정의 예



실제로 300×300mm의 기판에서 600×600mm 까지 취급 가능한 장비가 평판의 대형화 및 COST DOWN의 필요성에 따라 요구되고 있으며 가공정도의 향상이 요구되어 수 μm RULE 정도는 상식화 되고 있다. 제조장치의 기본적인 구성은 반입용 CARRIER CASSETTE로부터 피가공재료를 받아 작업 후에 가공재료를 반출용 CARRIER CASSETTE에 넣는 방식의 IN-LINE 방식이 주류를 이루고 있다. 각 제조 장치간의 연결은 자동반송 CONVEYER에 의해 연결

된다.

자동화된 제조 CINE의 예는「그림1」과 같으며 제조 LINE의 중앙에 CONTROL ROOM을 설치하여 MONITOR로 각 ZONE을 감시하고 각 ZONE 별로 구분하여 원격 제어로 관리한다.

SPIN COATING ⑥	ETCHING STRIPPING ⑤	EXPOSURE DEVELOPER ④	P.R COATING ③	GLASS CLEANING ②	GLASS STORAGE ①
RUBBING ⑦	CONTROL ROOM			AIR LOCK	
SCREEN PRINT ⑧	SPACER COATING ⑨	ASSEMBLY ⑩	FILLING END SEAL ⑪	SCRIBING ⑫	POLARIZER INSPECTION ⑬

그림 1. LCD 자동제조 LINE의 예

제조공정은 P.R COATING, EXPOSURE, DEVELOPE, ETCHING, STRIPPING 등의 공정은 반도체 공정과 유사하며 RUBBING 이후의 공정은 LCD 고유의 공정으로 각공정에 대한 이해가 필요하다. 요구되는 청정도는 1~100000 CLASS, 온습도 조건의 허용범위는 0.2℃~2℃까지 제품 및 제조공정에 따라 다양하게 요구된다.

상기「그림1」의 제조 LINE의 공정별 관리 조건을 엄밀하게 관리한 경우의 예는「표 3」과 같다.

CLEAN ROOM의 형식은 난류식과 층류식을 병행하여 사용하는 경향으로 ACTIVE

MATRIX 표시형 LCD의 경우에는 반도체의 초 LSI에 적용하는 방식과 같은 방식을 적용하고 있으며 단순 MATRIX 표시형 LCD의 경우에는 난류형 CLEAN ROOM을 설치하고 제조장비 직상부에 HEPA FILTER를 배치하거나 CLEAN MODULE을 설치하여 국소적으로 층류를 형성하고 꼭 필요한 ZONE 만 전면 층류방식을 설치하는 방식이 주로 사용되고 있다.

표 3. 공조관리 조건의 예

대상 ZONE	조 건		
	온도(°C)	습도(%)	청정도
③ ⑥	23±0.2	40~45	1~10
④ ⑤	23±0.2	45±5	1~10
⑦ ⑧ ⑨	23±1.5	35~40	100
② ⑩ ⑪ ⑫ ⑬	23±1.5	45±5	100
①	23±2	45±10	1000

온습도는 PASTE의 점도변화에 따른 막압을 유지하는데 매우 중요하고 평판의 크기가 점차 대형화함에 따른 SETTING을 정확히 하기 위하여 각제조 공정별 특성에 적합한 온습도 관리가 중요하다.

제조장비가 IN-LINE화 됨에 따라

CLEAN ROOM의 청정도도 중요하지만 제조장비 내부의 청정도도 중요해지고 있으므로 평판에 직접 접촉하는 가스, 초순수 등의 유틸리티도 엄격히 관리하여야 한다.

5. 맺음말

반도체 기술의 혁신에 따른 DISPLAY DEVICE의 저전압화, 저소비전력화와 장치의 소형, 경량화가 진행되고 있으며 사회적 요구에 의해 다양한 DISPLAY DEVICE가 개발되어 제품화가 진행되고 있다. 그 중에서도 CRT를 대체할 평판형 DISPLAY DEVICE로서는 기술혁신이 착실히 진행되고 있는 LCD가 현재로서는 가장 유망하다고 할 수 있다. 그러나 LCD는 첨단기술분야로서 선진국에서 기술이전을 기피하기 때문에 우리 스스로 기술을 개척하고 습득하여야 한다. 특히 LCD는 반도체와 달리 평판이 대형화 되는 추세에서 하나의 결함이 평판의 사용 가능 여부를 결정하기 때문에 수율을 높이기가 어려운 난점이 있고 DESIGN RULE도 점차 미세화 되는 과정에 있으므로 공기청정분야에서 각 공정에 대응하는 대책의 검토 및 기술 개발이 필요하다.