

소 특 집

액정 표시 소자 기술

황 정 연, 전 용 제, 서 대 식

연세대 전기전자공학과

I. 서 론

최근, 고도의 정보화 시대를 맞이하여 중요한 소자로서 반도체 소자와 함께 인간과 컴퓨터 기기와의 인터페이스를 담당하는 정보 표시 소자의 역할이 중요한 위치를 차지하게 되었다. 다양한 형태, 종류를 취급하는 멀티미디어 시대의 표시 소자로서 액정 디스플레이(LCD; Liquid Crystal Display)소자에 대한 기대는 상당히 크다. 1973년 전자계산기의 표시장치로서 상품화된 LCD 소자는 오늘날에 이르기까지 액정 배향 기술, 액정재료, 구동기술, 박막트랜지스터 형성 기술, 컬러필터, 전극재료 등의 주변 기술, 생산제조 기술 등에 주력해 왔다. 이 결과 저소비 전력, 고화질, 평판, 경량 등의 특징을 살려 지금까지의 브라운관(CRT; Cathod Ray Tube)으로는 만들 수 없었던 전자수첩, 펜입력 컴퓨터, PDA 등의 휴대용 정보단말기 또는 노트북 PC, 워크스테이션 등의 OA용의 흑백 및 컬러 LCD를, 휴대용 TV, 벽걸이 TV등의 AV용의 컬러 LCD 등이 상품화되고 있다.

LCD 소자는 고도의 정보화 사회에 필수적인 역할을 담당하며, 시장 규모의 확대도 확실시 된다. 특히 개인용 노트북 PC의 시장 점유율은 거의 100%이다. 또한 LCD 모니터 시장은 2001년부터 향후 6년 간 연평균 40%의 가파른 성장률로 호황을 누릴 것으로 전망되며, 전체 모니터 시장에서 LCD의 점유율도 매년 약 31%의 증가율을 보일 것으로 보인다. LCD 모니터는 판매 금액 면에서도 2001년 66억 달러에서 2007년 \$

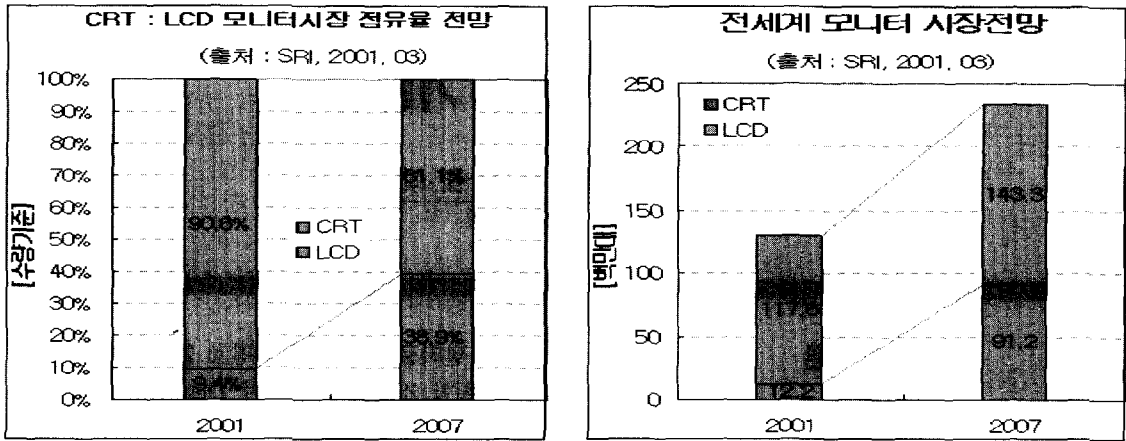
244억 달러로 증가하여 연평균 24.3%의 성장률을 기록할 것으로 예상되며 Desktop과 Workstation용 모니터는 2007년에 1억4330만대에 달하고, Flat Panel 시장은 전체 모니터 시장의 38.9%를 차지할 것으로 전망된다. 2001년 현재 전체 모니터시장 수량 중 LCD 모니터의 점유율은 약 9.4%에 달하고 있다. 특히 LCD 모니터 시장이 2001년 모든 FPD 모니터 판매의 89% 이상을 차지할 예상이며, 2007년에는 90% 이상을 점유하게 될 것이다(그림 1). 또한 LCD 소자는 디지털 방송이 개시되면서 progressive 방식에 의한 고화질의 동영상 감상 할 수 있는 지금, LCD 소자는 소량이나마 가정용 TV 영역으로의 진입을 시도하고 있다. TV 시장은 규모가 거대하므로 LCD 산업이 새로운 도약을 하기 위해서는 TV 시장의 진입이 반드시 필요하다. 그러므로 LCD 소자는 동영상을 주로 표시하는 TV 특성을 감안 할 때, 동화상 표시에 CRT 수준의 시인성 확립이 시급하다(그림 2).

이러한 LCD 시장을 보다 확실하게 선점하기 위해서는 표시 성능 향상을 위한 기술 개발이 필요하다. 본 해설에서는 고화질 LCD 소자 개발에 필요한 액정배향 기술과 광시야각 기술 개발, 고속응답기술에 대해서 해설한다.

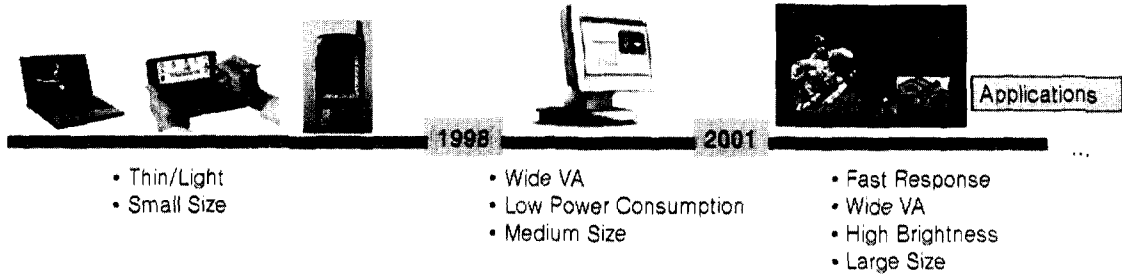
II. 액정배향 기술

1. 액 정

액정은 서모트로픽(Thermotropic)과 라이오



〈그림 1〉 모니터 시장 전망



〈그림 2〉 LCD 소자의 발전 방향

트로픽(Lyotropic) 액정으로 나뉘어지며, 전자는 온도의 증가에 의하여 고체→액정→액체로 상태가 변화하는 특성을 가지며, 후자는 물 등을 가함으로써 상태가 변화하는 특성을 가지고 있다. 서모트로픽 액정은 1888년 오스트리아의 식물학자 F. Reinitzer에 의해 발견되었으며, 현재 사용되고 있는 LCD에는 이 종류의 액정이 사용된다. 액정은 분자의 길이가 약 30~50Å 정도의 가늘고 긴 유기화합물로 저온에서는 고체, 고온에서는 등방(Isotropic) 상태의 액체이나 그 중간의 온도 영역에서는 빛의 굴절률 등의 물리적 성질인 광학적 이방성을 나타내는 액정 상태를 나타낸다. 즉, 액정이란 고체도, 액체도 아닌 3차원적인 상태를 말하며 이방성 액체라고도 불린다. 액정에서는 네마틱(Nematic(N)) 액정, 콜레스테릭(Cholesteric(Ch)) 액정, 스멕틱(Smectic(S)) 액정으로 분류된다. 네마틱 액정은 액

정분자가 평행으로 배열하나 한 개 한 개의 분자는 긴축 방향으로 비교적 자유롭게 이동 가능하고, 분자의 중심은 거의 랜덤(random)으로 층구조는 존재하지 않는다. 이 때문에 유동성이 풍부하며 점도는 작다. 네마틱 액정은 한개 한개의 액정분자에 있어서 조금씩 그 방향을 바꾸고 있으나 거시적으로는 한쪽 방향을 향하고 있다. 콜레스테릭 액정은 네마틱 액정과 열역학적으로는 구별할 수 없을 정도로 비슷하다. 광학적으로는 일축성이나 부($n_e < n_o$)의 액정으로 chiral한 네마틱 액정(N*)으로도 불려진다. 스멕틱 액정은 분자가 층구조를 형성하고 구성 분자는 서로 평행으로 배열하고 있으나 분자의 중심은 층내에서는 일반적으로 랜덤한 배열을 하고 있다. 분자가 층에 수직일 때(S_A)는 광학적으로 일축성이고 기울어져 있을 때(S_C)에는 이축성이다. 스멕틱 액정은 자발 분극(P_s)을 나타내는 강유전성 방

식에 사용된다.

LCD 소자는 액정재료가 가지는 분자의 장축, 단축 사이의 유전율 이방성, 굴절율 이방성 등의 성질을 이용하여 전자나 열 등에 의한 광학효과를 이용하고 있다. 광학효과는 간섭, 선광, 산란, 흡수 등이 있다. 또, 문자나 화상을 표시하는 LCD소자는 일반적으로 X-Y 매트릭스 전극을 가진 2장의 유리기판에 액정을 샌드위치 된 구성으로 되어 있고, 그 구동방식에 의하여 단순 매트릭스 구동 LCD와 능동 매트릭스 구동 LCD로 구별된다.

2. 표면 액정 배향기술

LCD소자는 일반적으로 샌드위치형으로 그 안에 주입되어 봉합된 액정은 기판의 표면 처리법에 의하여 일정한 방향으로 균일하게 배향된다. 예를 들면, TN-LCD와 STN-LCD 등이다. <그림 3(a)>는 프리틸트각을 가진 수평배향을 <그림 3(b)>는 수직배향을 나타낸다. 임계치 이상의 전압인가에 의해서 액정의 이방성인 $\Delta\epsilon$ 이 $\Delta\epsilon > 0$ 이면 <그림 3(a)> 상태에서 (b) 상태로, 또는 $\Delta\epsilon < 0$ 이면 <그림 3(b)> 상태에서 3(a) 상태로 후리디렉스(Freedericks) 전이(transition)를 일으킨다. 이 때, 프리틸트를 주게 되면 10^{19} 개의 분자가 일제히 같은 방향으로 움직여서 분자 도메인의 불연속, 즉 역 방향으로 기울어진 轉傾(reverse tilt disclination)이 발생하지 않고

표시에도 결함이 없다. 액정분자의 균일 배향을 실현하기 위해서는 다음과 같은 방법이 있다.

1) 고분자막의 러빙법^[1-3]

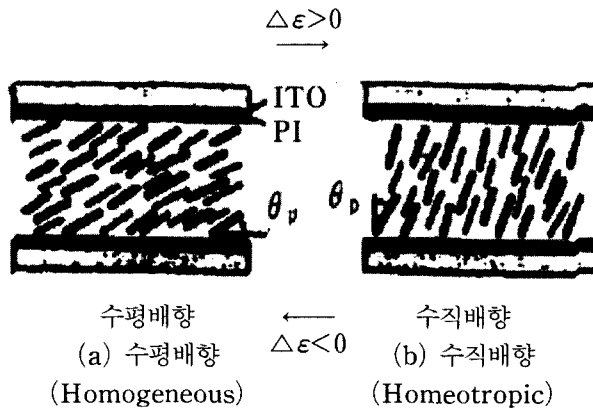
고분자막의 표면 위를 형질 등으로 일정한 방향으로 문지름으로서(러빙법) 고분자를 재배열시켜서 러빙 방향으로 액정분자를 배향시켜준다. 이 러빙법은 간편하고 배향이 안정하여 산업 현장에 있어서 가장 많이 사용되고 있다. 이 방법에는 폴리이미드막이 가장 많이 사용되고 있다. 러빙의 강약을 나타내는 러빙강도(Rubbing Strength)는 본 연구자에 의하여 다음과 같이 정의된다.

$$RS = NM \left(\frac{2\pi r n}{v} - 1 \right)$$

여기서, N은 러빙한 회수(여기서는 N=1로), M은 섬유 기판과의 접촉 거리, n은 러빙롤러의 회전수(1000/60s), v는 기판의 이동속도(7.0 mm/s), r은 러빙롤러의 반경을 나타낸다. 일반적으로 러빙강도에 가장 큰 기여하는 섬유 표면과 기판과의 접촉 거리인 M을 변화시켜서 러빙강도를 변화시킨다. 실제로, 단위 면적당의 러빙에 의한 일의 양 W는 $W = a \cdot RS$ 를 변화시켜 줌으로서 실제의 일 W를 변화시킬 수 있다.

2) 너러빙법

LCD의 표시 성능을 결정하는 중요한 기술인



<그림 3> 프리틸트 각을 가진 배향상태의 구조

액정의 배향 제어법은 LCD 소자의 개발 당초부터 러빙법이 사용되어 왔다. 러빙법이란 고분자막 표면을 섬유질 등으로 일정한 방향으로 문질러서 그 방향으로 액정분자를 배열시키는 방법이다. 이 러빙법은 배향처리가 간단, 안정, 대량생산에 적합하며 프리틸트각의 제어가 용이하다는 이점이 있어 현재 가장 많이 사용되고 있다. 그러나 이 방법은 러빙할 때 발생하는 먼지나 정전기로 인한 박막 트랜지스터 소자의 파괴 및 제조 공정이 증가하는 등의 문제가 있어서 이전부터 배향막 표면을 러빙하지 않는 너러빙 액정 배향처리법이 요구되어왔다. 또 최근의 화소의 미세화에 따른 액정의 배향 얼룩의 문제나, LCD의 시야각 특성 개선을 위한 화소의 다분활화의 요구에서 더욱 너러빙 액정배향기술 개발 필요성이 강하게 인식되어 광배향 제어기술을 이용한 액정 배향기술이 주목받고 있다.

a. 광배향 기술

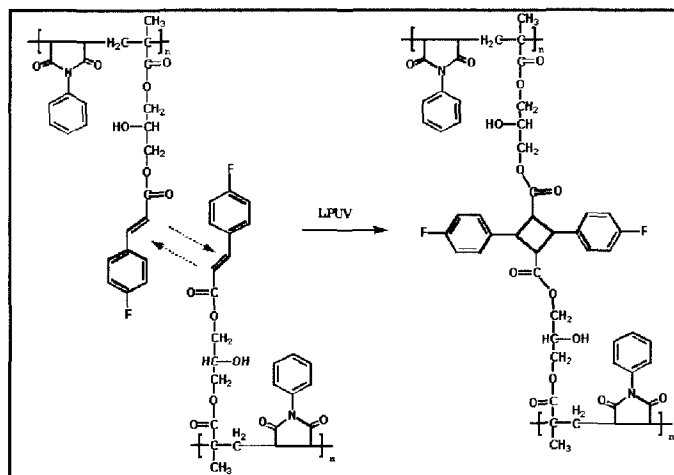
광배향 제어기술에는 광이성화법^[4], 광중합법^[5], 광분해법^[6] 등의 3가지 방법이 알려져 있으며 이 방법들의 공통점은 조사광원으로 직선편광을 사용하며 랜덤하게 배향하고 있는 고분자의 주쇄(main chain)와 말단기(side chain)를 편광방향에 향하고 있는 분자가 주로 광을 흡수하

여 광반응을 일으켜 그 막에 광학 이방성을 발생시켜 액정분자가 배열한다. <그림 4>는 Maleimide계의 분자구조와 광중합 반응을 나타낸다. Maleimide계 고분자막에 직선 편광을 조사하여 어떤 특정 방향을 향한 분자만을 중합 반응시켜 편광된 UV 방향과 수직방향으로 액정분자가 배열된다.

b. Diamond like carbon(DLC) 박막과 Ion beam (IB) 배향 기술^[7]

무기 막인 DLC(Diamond like carbon)와 IB(Ion beam)을 이용한 너러빙 배향 방법으로 2001년 IBM에 의해 개발되었다. 배향막으로서 일반적으로 사용되고 있는 유기 배향막인 폴리이미드(polyimide)필름 대신 무기박막인 DLC를 배향막으로 사용하고, 배향방법도 기존의 러빙법 대신 이온입자에 의한 배향법을 사용한다.

이러한 DLC 박막은 일반적으로 보호층으로 알려져 있다. (예, 단단한 디스크드라이브의 디스크 표면) DLC 박막 형성 공정과 제조장치는 대화면에서의 응용에 적합하다. LC배향에서 요구하는 필름 특성은 1) 투명성 2) 저항성 3) 고착성 그리고 4) IB에 의한 불균형 표면의 형성 등이다. 투명도는 DLC 박막 두께와 수소물질 조절에 적용된다. 박막은 스퍼터링 또는 CVD방식에



<그림 4> Maleimide 분자구조와 광중합 반응



〈그림 5〉 DLC 박막과 IB 배향을 적용한 laptop computer용 13.3" TFT-LCD

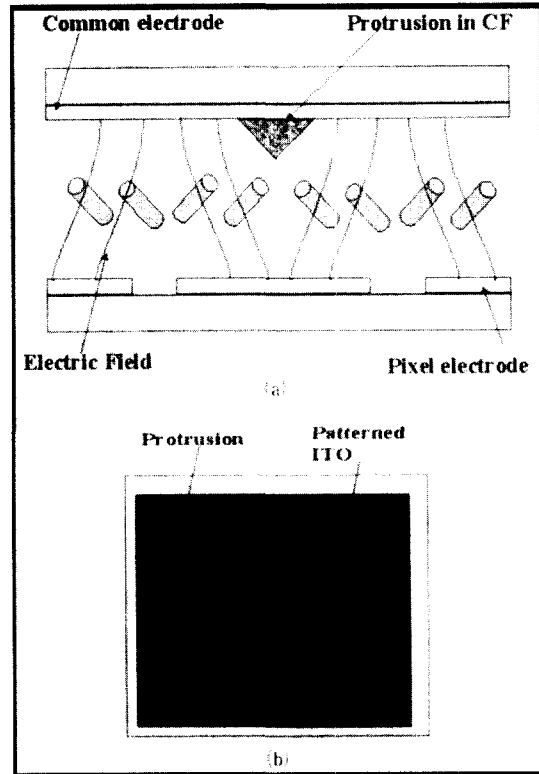
의해 증착된다. 이러한 DLC 박막의 투명도는 균등한 정도, 통상의 폴리이미드 필름과 동등하거나 더 좋은 특성을 얻는데 영향을 준다. 이는 DLC 박막의 두께를 3~15nm로 사용하므로써 얻을 수 있다. DLC 박막의 저항성은 높아 디스플레이 응용에도 충분한 것으로 알려져 있다. DLC와 SiN_x, DLC와 컬러필터(폴리머 코팅) 사이의 고착력은 충분하다. 또한 Metal mask 방법에 의해 멀티도메인을 쉽게 적용될 수 있다. DLC 박막의 구성, 즉 C/H비는 이온입자에 의한 LC 배향을 충족시키는 넓은 영역을 가지고 있다. DLC 필름은 IB를 이용한 액정의 배향에 가장 좋은 방법 중 한 가지이다.

III. LCD 모드 기술

1. 광시야각 기술

a. MVA^[8]

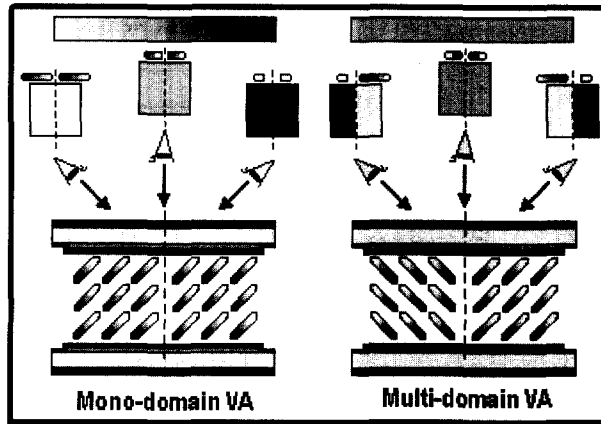
MVA (Multidomain Vertical Alignment) 모드에서는 액정분자들이 상판에 존재하는 돌기에 의해 90°에서 약간 벗어나 있다. 하부 기판에는 화소 전극이 슬릿형태로 패터닝되어 있어 전압 인가시 수직장이 아닌 수직방향으로부터 약간 벗



〈그림 6〉 돌기와 패터닝된 전극을 가진 MVA 모드의 (a) 수직 단면도, (b) 평면도

어난 fringe field가 인가되어 액정분자들이 지그재그 형태로 되어 있는 구조에 의해 여러 방향으로 눕게 된다.

〈그림 6〉은 한 화소의 수직 단면과 평면도를 보여준다. 〈그림 6〉에서와 같이 돌기와 패터닝된 ITO전극이 지그재그형태로 놓여있다. MVA모드는 후지쓰사에 의해 많은 연구가 진행되었다. 초기에는 상·하에 각각 돌기를 두어 공정이 증가되었지만 후에는 하부기판의 돌기를 제거하였고 최근에는 제조간의 응답시간을 개선하기 위하여 하부기판의 ITO전극을 패터닝 하여 액정 분자를 좀더 완벽하게 제어하였고 제조간 응답시간도 단축하였다. 이 모드의 주 단점은 칼라 필터, 배향제, 액정, 보상필름 등의 제조 비용의 증가이므로 경쟁력을 갖추기 위해서는 고수율이 중요하다. 〈그림 7〉은 mono-domain VA의 경우 복굴절



〈그림 7〉 mono-domain & multi-modomain VA의 특성 비교

효과로 인한 시야각에 따른 차이가 보여준다. 오른쪽에서 보았을 경우 복굴절이 거의 일어나지 않아서 중앙에서 본 그레이보다 블랙에 가깝게 보이고, 왼쪽에서 볼 경우는 복굴절이 크게 나타나서 밝게 보이는 것을 볼 수 있다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 multi-domain VA 기술이 필요하다. 각 픽셀 마다 액정분자의 배열을 여러 방향으로 조절함에 따라 이러한 문제를 해결할 수 있다.

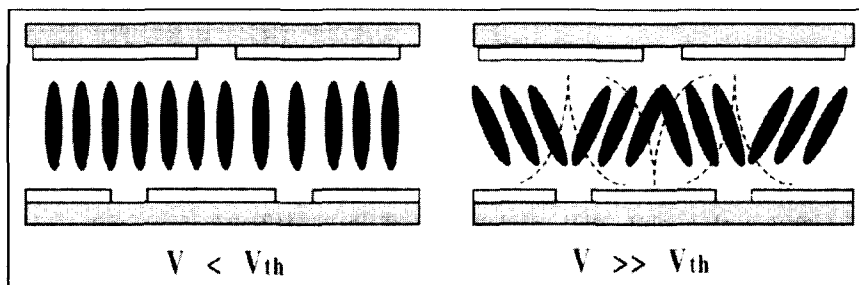
b. PVA¹⁹⁾

PVA(Patterned Vertical Alignment) 모드는 상하기판의 투명 전극을 식각한 슬릿 모양으로 만들어, 화소에 전압이 가할 때 생기는 fringe field로 액정 배향 방향을 결정하는 구조이다.

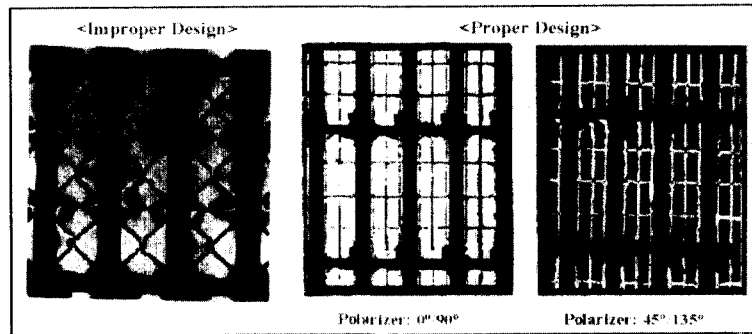
〈그림 8〉은 PVA 모드의 기본원리이다. PVA

모드는 슬릿의 모양을 달리하여 다중영역을 만들 수 있다. 이 모드에서는 액정분자들이 전압 무인가시 기판 위에 서있고 상하기판에 ITO전극이 슬릿 형태로 패턴되어 있어 전압 인가시 액정분자들이 서로 다른 방향으로 눕게 된다. 그러므로 모드 설계시 중요 요소는 액정분자들을 안정성 있게 여러 방향으로 눕히는 데 있다. 제조공정에서 칼라필터 기판의 ITO를 패턴하는 공정이 필요하지만 러빙공정이 없고, 종래의 TN 모드와 제조 공정이 유사하고, 투과율이 TN 모드의 75% 정도로 높고, 명암대비율이 300~500으로 다른 광시야각 모드에 비해 높다는 점이 특징이다.

〈그림 9〉에 편광판 투과축을 회전시킬 때 밝은 상태의 투과율을 보여주는 편광 현미경 사진을 나타내었다. PVA 모드는 전극 구조가 상당히 복잡하므로 화소 설계가 잘못되었을 때 두꺼운



〈그림 8〉 PVA 모드의 동작원리



〈그림 9〉 전극화소 구조에 따른 전경선을 보여주는 편광 현미경 사진

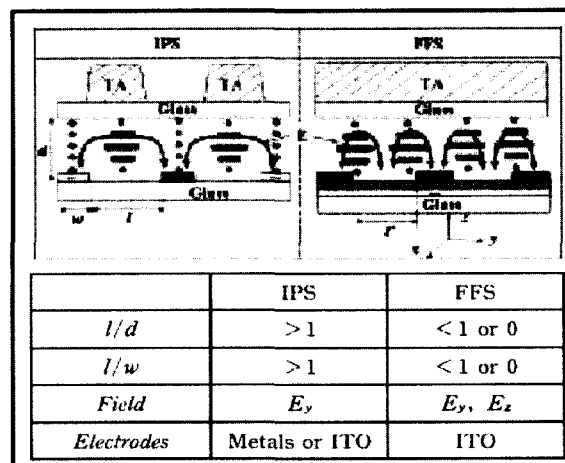
전경선이 생긴다. 반대로 화소 설계가 잘 되었을 때는 액정분자가 안정적이고 뚜렷한 전경선을 보여준다. 이 모드의 제조상의 문제점은 대면적에서 칼라필터 위에서 ITO전극을 정교하게 패터닝하기 어렵다는 것이다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 ITO 밑에 절연막을 두어 패터닝의 정밀도를 향상시킨다. 하지만 제조비용 관점에서 볼 때 MVA와 마찬가지로 고가이다.

c. IPS 및 FFS

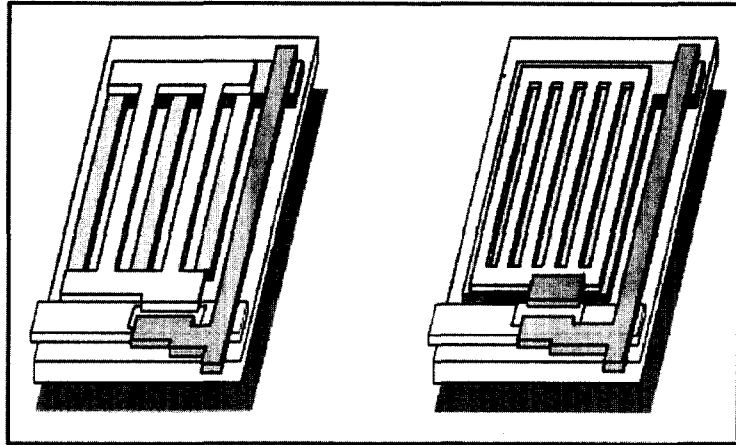
IPS(In-Plane Switching)와 FFS(Fringe Field Switching)는 기존의 전계에 의한 액정상의 상하 반전을 통한 표시의 제어를 지양하고 면내에서의 전계의 형성으로 인한 액정상의 제어로 기존 액정 표시소자와는 다른 특성의 향상을 가

져왔다. 특히 시야각적인 측면에서 우수한 특성을 가지고 있다.

〈그림 10〉은 IPS^[10] 및 FFS^[11] 모드의 셀 구조 및 전압 인가시 액정 분자 구조의 배열과 투과율 상태를 보여준다. 두 모드는 모두 초기에는 액정분자들이 상하 판에 꼬임 없이 수평 배열하고 있고, 액정분자의 광축이 교차된 편광판 투과축 중의 하나와 일치되어 있다. 따라서 두 모드 초기에는 어두운 상태를 보여준다. 초기에 액정분자들이 누어 있기 때문에 정면이 아닌 경사각 방향에서도 빛의샘이 적어 좋은 dark 상태를 보여주어 별도의 광 보상 필름을 필요치 않다. 전압을 인가하면 액정분자들이 편광판 광축과 어긋나면서 빛이 투과되기 시작하는데 IPS 모드에서는 면내에서의 전계가 형성되며, FFS 모드에서



〈그림 10〉 IPS 및 FFS 모드의 셀 구조 및 투과율



〈그림 11〉 IPS와 FFS의 기판 구조

는 fringe field가 형성된다.

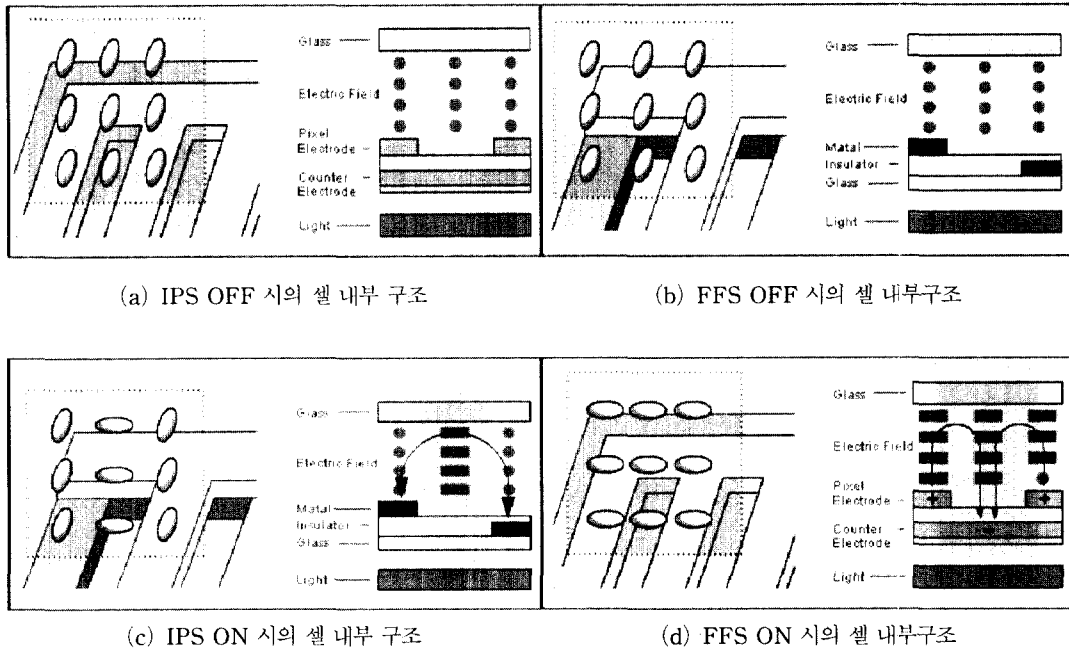
이때 액정분자들이 기판에 평행하게 회전하므로 상대적으로 투과율 균일도가 우수하다. 즉 두 모드에서는 좋은 dark 상태와 균일한 white 상태를 얻을 수 있어 광시야각 구현이 가능하다. IPS 모드의 하부 기판 어레이 구조를 보면 상대전극과 화소전극이 각각 게이트 및 데이터 금속으로 이루어져있고, 슬릿형태로 하부기판에만 임의의 거리를(L) 가지고 있다. 이러한 경우 하부 기판에 최소 1000Å 이상의 단차가 생겨 균일한 액정 배향을 하기 위해서는 하부 기판의 평탄화나 러빙공정시 주의가 필요하다.

IPS 모드에 관한 연구는 히타치와 다른 연구가들에 의해 활발히 연구되어 현재 상용화되어 있고 18"급 또는 그 이상에서 주를 이루고 있다. 최근에는 IPS 모드에서 특정 시야각 방향에서 발생하는 색땀 문제를 해결하기 위해 췌기 형태의 전극구조가 개발되었고, 이 경우 한 화소 안에 있는 액정 분자들이 시계 및 반시계 방향으로 서로 다르게 회전한다. 또한 응답시간도 재료의 개발로 16ms까지는 달성을 하였다.

FFS 모드에서는 IPS 모드와는 달리 화소전극과 상대전극간의 수평간격은 존재하지 않고 화소전극간의 간격만(L') 존재한다. FFS 모드에서는 전극 전체 표면에서 액정분자들이 회전하면서 투과율을 발생시키므로 두 전극 모두 투명전극이

어야 한다. 또한 FFS 모드에서는 전극의 두께가 약 400Å으로 균일한 액정 배향을 얻기 위해 평탄화가 필요치 않다.

전기광학 특성을 살펴보면, FFS 모드의 광효율의 TN모드의 90% 이상으로 기존 IPS모드에서 존재하는 근본적인 문제를 해결하였다. 또한 IPS 모드의 경우 전압인가에 따른 투과율(V-T) 곡선이 셀 갭과 전극 사이의 간격에 크게 의존하고, 따라서 디스플레이의 선명도에 따라, 화소 크기가 달라짐에 따라 화소 설계를 다시 해야 하지만 FFS모드의 경우 화소전극의 수만 달리하면 된다. 따라서 FFS 모드가 다양한 크기의 디스플레이를 제조하는데 설계적으로 용이한 측면이 존재한다. IPS 모드에서 색땀을 제거하기 위해 2-도메인 IPS(SUPER-IPS)를 제작할 시 투과율이 감소되는 문제가 발생하나 FFS의 경우 2-도메인 FFS(Ultra-FFS)를 제작하여도 투과율이 거의 1-도메인의 것으로 유지되는 장점이 존재한다. FFS 모드의 또 하나의 중요한 특징은 전기광학 특성이 유전을 이방성이 음인 액정과 양의 액정을 사용했을 때 다르다는 것이다. IPS모드의 경우 V-T 곡선의 모양과 응답시간이 다른 점을 제외하면 큰 차이가 없으나 FFS 모드의 경우 fringe field를 사용하기 때문에 광효율 및 기타 특성도 달라진다. 현재 FFS 모드의 경우 15.0"와 18.1"가 각각 pen-based tablet 및 모니터



(a) IPS OFF 시의 셀 내부 구조

(b) FFS OFF 시의 셀 내부구조

(c) IPS ON 시의 셀 내부 구조

(d) FFS ON 시의 셀 내부구조

<그림 12> IPS와 FFS의 ON OFF 시의 셀내부에서의 액정의 움직임

로 상용화되고 있다. FFS 모드의 또 다른 큰 장점은 외부에서 디스플레이에 압력이 가해졌을 때 액정분자들이 강한 fringe field에 의해 묶여 있어 분자의 배열 흐트러짐이 적고 액정의 움직임이 안정하다. 이러한 특징은 위치 및 압력 감지 디스플레이의 응용으로 적합하고 종래 보호막으로 사용되었던 두꺼운 유리 층을 줄일 수 있어 화질 및 가격 면에서 장점을 가지고 있다.

IPS나 FFS 모드의 경우 근본적인 약점은 장시간 정지화상 고정시 잔상이 존재한다는 것이다. 하지만 이 분야에 대한 많은 연구가 이루어지고 있으며 개선의 과정에 있다고 하겠다.

느린 응답시간이다. 이러한 LCD 소자가 동영상의 시인성이 절대적으로 필요한 TV 시장에 진입하기 위해서는 절대적으로 응답속도의 개선이 필요하다. 주요 동영상 content의 frame rate 을 살펴보면 영화는 24frames/s 즉, 1/24sec=41.7ms이며, TV 방송(NTSC)은 30frames/s으로 1/24sec=33.3ms이고, 마지막으로 PC graphic(60Hz)은 60 frames/s, 즉 1/60sec=16.7ms이다. 결국, LCD 소자는 기본적으로 1 frame보다 짧은 시간에 응답 할 수 있어야 된다.

현재 가장 광범위하게 사용되고 있고 있는 TN 모드는 응답속도가 30ms 이하로 매우 느리다는 단점을 가지고 있다. <표 1>에서와 같이

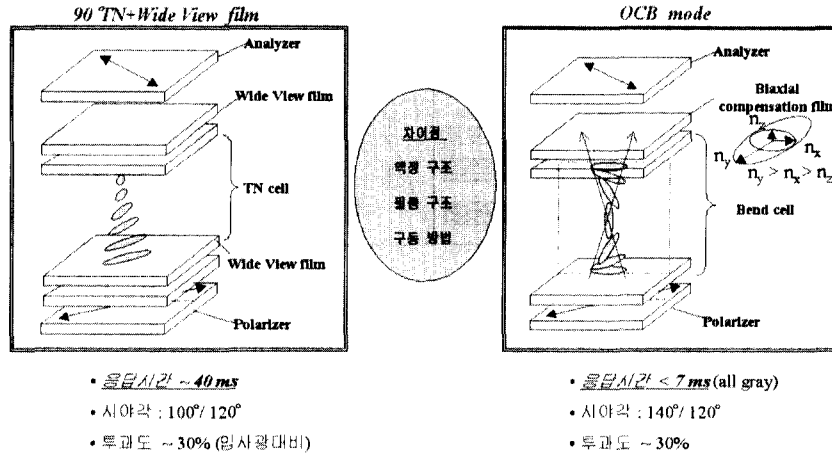
IV. 고속응답 기술

a. 고속응답의 필요성

현재 LCD 소자의 응답 시간은 수십 ms이다. 그러나 1ms 이하의 응답시간을 나타내는 CRT, EL, PDP등의 다른 디스플레이에 비하면 매우

<표 1> 대표적인 LCD 모드의 특성

	휘도 (상대비교)	응답속도 (ms)	시역각 (°)	구동전압 (V)
TN	1	3~30	50/35/80/80	3.3
OCB	0.9	3~10	80/80/80/80	6.0
IPS	0.4	15~60	80/80/80/80	7.5
VA	0.5	15~100	80/80/80/80	6.0



〈그림 13〉 TN 및 OCB 모드의 비교

TN의 느린 응답속도를 개선하기 위해 현재 IPS, VA, OCB(Optical Compensated Birefringence) 등이 연구되고 있으며, 현재까지 네 마틱 모두에서 가장 빠른 모드는 OCB 모드이다.

b. OCB(optical compensated birefringence) 모드^[12]

OCB 모드는 π 셀을 이용하여 비스듬히 일어난 상태의 광학적 특성이 보는 방향에 따라서 변화하지 않도록 하기 위해 3차원의 광학 보상을 이용하여 3차원 방향으로 굴절률을 균등하게 하는 방식이다. 원리적으로는 광축이 상호 직교하는 3장의 일축성 (uniaxial) 광학 매체를 상정하는데, 실지는 이중 2장을 밴드 배향의 액정셀로, 나머지 1장은 일축성 위상차 필름으로 한다. 여기서 액정에 안정된 밴드 배향을 얻기 위해서는 프리틸트각을 몇도 이상으로 한 후에 전압을 가해야 한다. 이 때문에 수직배향 성분이 증하하고 광학 보상을 하기 위해서는 일축성 위상차 필름을 이축성 위상차 필름으로 할 필요가 있다. 따라서 OCB 셀은 2장의 편광판사이에 밴드 배향셀과 이축성 (biaxial) 위상차 필름을 삽입한 구도가 된다. 이 밴드 배향셀은 전압을 가하지 않은 상태에서 보다 안정된 퍼진배향 (splay alignment)을 취하기 때문에 최초로 6V 정도의

전압을 수초에서 수분간 가해 밴드 배향으로 전이시킬 필요가 있다. 그 후 화소마다에 화상의 명암에 의해 2~6[V]의 전압을 가한다. 이러한 OCB 모드는 1~10ms정도의 빠른 응답속도를 얻을 수 있고, 넓은 시야각을 수 있으나, 바이어스 전압으로 액정을 안정하게 제어하기 어렵다는 단점을 가지고 있다.

참 고 문 헌

[1] D.-S. Seo, K. Muroi, and S. obayashi, "Generation of pretilt angle in nematic liquid crystal, 5CB, media aligned polyimide films prepared by spin-coating and LB techniques: effect of rubbing", Mol. Cryst. Liq. Cryst., Vol. 213, p.223, 1992.

[2] D.-S. Seo, N. Yoshida, S. Kobayashi, M. Nishikawa, and Y. Yabe, "Effects of conjugation of mesogenic core of nematic liquid crystals for polar anchoring energy and surface order parameter on rubbed polyimide films", Jpn. J. Appl. Phys., Vol. 33, No. 8B, p.

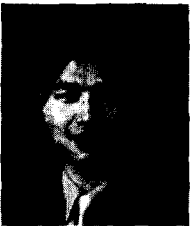
- L1174, 1994.
- [3] D.-S. Seo, S. Kobayashi, and M. Nishikawa, "Study of the pretilt angle for 5CB on rubbed polyimide films containing trifluoromethyl moiety and analysis of the surface atomic concentration of F/C with an electron spectroscope for chemical analysis", *Appl. Phys. Lett.*, Vol. 61, p.2392, 1992.
- [4] P.J. Shannon, W.M. Gibbons, and S.T. Sun, "Patterned optical properties in photopolymerized surface-aligned liquid-crystal films", *Nature*, Vol. 368, p. 532, 1994.
- [5] J.-Y. Hwang, D.-S. Seo, O. Kwon, and D. H. Suh, "Electro-optical characteristics of photo-aligned TN-LCD on PM4Ch surfaces", *Liq. Cryst.*, Vol. 27, No. 8, p.1045, 2000.
- [6] M. Nishikawa, B. Taheri, and J.L. West, "Polyimide films designed to produce high pretilt angles with a single linearly polarized UV exposure", *SID 98*, p.131, 1998.
- [7] P. Chaudhari, J. Lacey, J. Doyle, E. Galligan, S.C. Alan, A. Callegari, G. Hougham, N.D. Lang, P.S. Andry, R. John, K.H. Yang, M. Lu, C. Cal, J. Speidell, S. Purushothaman, J. Ritsko, M. Samnt, J. Stohrt, Y. Nakagawa, Y. Katoh, Y. Saitoh, K. Saka, H. Satoh, S. Odahara, H. Nakano, J. Nskshski, and Y. Shiota, "Atomic-beam alignment of material for liquid-crystal displays", *Nature*, Vol. 411, p.56, 2001.
- [8] S. Kataoka, A. Takeda, H. Tsuda, Y. Koike, H. Inoue, and T. Fujikawa, "A new MVA-LCD with jagged shaped pixel electrodes", *SID'01 Dig.*, p.1066, 2001.
- [9] K.-H. Kim, K.-H. Lee, S.-B. Park, J.-K. Song, S.-N. Kim and J.-H. Souk, "Domain divided vertical alignment with optimized fringe field effect" *Asia Display'98*, p.383, 1998.
- [10] M. Oh-e and K. Kondo, "Response mechanism of nematic liquid crystal using the in-plane switching mode", *Appl. Phys. Lett.*, Vol.69, No. 13, p.623, 1996.
- [11] H.-Y. Kim, S.-H. Hong, T.-K. Park, D.-S. Seo, and S.-H Lee, "Electrooptic characteristics of the fringe-field switching device with electrode on top substrate", *Jpn.J.Appl.Phys.*, Vol.41, No.1, p.176, 2002.
- [12] T.Miyashita, Y.Yamaguchi, and T. Uchida, "Wide-viewing-angle display mode using bend-alignment liquid crystal liquid crystal cell", *Jpn. J. ppl. Phys.*, Vol 34, No. 2A. p.177, 1995.

저자 소개



黃正淵

1998년 2월 숭실대학교 물리학과 (B.S.), 2000년 2월 숭실대학교 전기공학과 (M.S.), 2000년 9월~현재: 연세대학교 전기전자공학과 박사과정, 2001년 11월 최우수 대학원생 수상(연세대학교 전기전자공학부), <주관심 분야: 액정 배향연구, 고속응답 LCD 개발(OCB 모드), 광시야각 LCD 개발(MVA, IPS 모드), Flexible 디스플레이 연구>



金容濟

2001년 2월 연세대학교 전자공학과 (B.S.), 2001년 3월~현재: 연세대학교 전기전자공학과 석사과정, <주관심 분야: 액정 배향연구, 고속응답 LCD 개발(고속응답 TN, OCB 모드), 광시야각 LCD 개발(MVA, IPS 모드), Flexible 디스플레이 연구>



徐大植

1989년 3월 Tokyo University of Agri. and Tech. 전자공학과(B.S.), 1991년 3월 Tokyo University of Agri. and Tech. 전자정보공학과(M.S.), 1994년 3월 Tokyo University of Agri. and Tech. 전자정보공학과(Ph.D.), 1993년 4월~1995년 3월: 일본학술진흥회 특별연구원, 1994년 5월~1995년 7월: Kent State Univ. 액정연구소 객원연구원, 1995년 9월~2000년 2월: 숭실대학교 전기공학과 전임강사·조교수, 2000년 3월~현재: 연세대학교 전기전자공학과 조교수, 2002년 1월~현재: (사)한국전기전자재료학회 편집이사, 2002년 2월~현재: 한국과학기술한림원 준회원, 1992년 6월 제5회 안도우히로시기념학술장려상 수상, (재)안도우 연구소(일본), 1997년 2월 공대학술상 수상(숭실대학교), 1998년 2월 제1회 젊은과학자상 수상(전기전자계열, 대통령표창, 한국과학기술한림원 주관), 1999년-2001년 학술상, 논문상, 충헌논문상, 공로상 수상((사)한국전기전자재료학회), 2001년 11월 최우수교수상(연구부문) 수상(연세대학교 전기전자공학과), 2002년 4월 제12회 과학기술우수논문상 수상(한국과학기술단체총연합회), <주관심 분야: 액정 배향연구, 고속응답 LCD 개발(OCB 모드), 광시야각 LCD 개발(MVA, IPS 모드), Flexible 디스플레이 연구>