

기술 특 집

LCD/PDP International 2002 고화질 LCD 기술 및 제품 동향

이 승 희 (전북대학교 신소재 공학부 교수)

I. 개 요

최근 각 TFT-LCD 제조업체는 LC TV 제품개발과 시장확대에 심혈을 기울이고 있다. 종래 노트북 및 모니터 시장만 가지고는 이미 과잉공급상태에 의해 가격하락이 지속되고 있어 새로운 영역인 LC TV시장을 확대하지 않고서는 현재 각 제조업체에 의해 증설된 생산라인을 풀가동하기가 어렵다고 볼 수 있다. 올해 열린 LCD/PDP International에 전시된 각 회사의 전시 제품만 봐도 종래와는 달리 거의 모든 TFT-LCD 제조업체가 LC TV 제품을 부각시키는 모양세였다. 더불어 최근에는 30~40인치급 TV시장에서 PDP, FED, OEL 등 타 평판디스플레이와 경쟁이 심화되는데 LC TV가 주도권을 확보하고 시장확대를 위해서는 우선적으로 가격인하와 화질 향상이 요구된다고 본다. LCD가 타 디스플레이에 비해 가진 약점은 크게 세 가지, 시야각에 따른 화질 변화, 암실에서의 명암대비율 저하, 동화상 표현에 부족한 응답시간에 있다고 볼 수 있다. 하지만 엔지니어들의 노력에 의해 여러 가지 시야각을 향상시킬 수 있는 액정 모드들이 개발되었고, 응답시간도 overdrive 방법이나 black 화면을 중간에 끼워 넣는 방법을 통해 어느 정도는 해결되어 비전문가 시각으로 보면 큰 불편함이 없을 정도이다. 전문가의 입장에서 보면 화질 부분은 아직도 개선의 여지가 많이 있다고 본다. 또한 응답시간의 측면에서도 여러 가지 방법에 의해 개선되었지만 아직도 만족할 만한 수준은 아니라고 본다.

LCD의 화질을 향상시키는 기술은 종래에 잘 알려진대로 크게 필름 보상형 TN방식, 액정을 기판에 평행하게 회전시키는 IPS(In-Plane Switching)와 FFS(Fringe-Field Switching) 방식, 수직 배열된 액정을 네 방향으로 눕게 하는 MVA(Multi-domain Vertical Alignment), ASV(Advanced Super View), PVA(Patterned Vertical Alignment) 및 산요방식, 액정의 자기보상효과를 이용한 OCB(Optically Compensated Bend) 방식등으로 구분될 수 있다. 금번 해설지에서는 광시야각 기술 동향에 관한 원

고를 요청받았기에 각 기술들을 이용하여 어떤 응용제품들이 각 회사에 의해 전개되고 있는가를 전시회에 전시된 제품을 토대로 정리해본다. 각 기술들의 동작원리나 셀 구조등은 기존에 발표된 해설지를 참조하면 도움이 되리라 본다.

이번 전시회에서 TFT-LCD를 전시한 회사는 일본에서는 샤프, NEC, 히타치, 파나소닉, 세이코 엡슨, 후지쯔, 산요, 미쯔비시등이고 한국에서는 삼성, LG-P, 하이디스(현대디스플레이테크놀로지) 등이고 대만에서는 AU, Hanstar, Chi Mei 등이었다.

II. 고화질 기술 및 각 회사 적용 현황

1. 필름 보상형 TN(WV-TN)

이 기술은 종래 TN 공정을 그대로 이용하고 편광판만 광보상필름이 부착된 편광판으로 대체되기 때문에 종래의 공정 및 수율에 영향을 끼치지 않는다는 큰 장점이 있다. 하지만 종래에도 지적했듯이 보상필름으로는 TN의 가장 큰 문제인 상하 시야각의 비대칭 문제를 해결할 수 없다. 현재 중형 15~17인치급 모니터 시장에서는 대부분의 회사가 이 기술을 거의 적용하고 있다. 각 회사의 전시 제품을 보면 위의 언급된 크기의 화면에서는 이 기술이 주이고 당분간 이러한 경향은 지속될 것으로 본다. 하이디스의 경우는 19인치, 일부 회사는 20.1인치 크기에서 이 기술을 적용한 제품을 선보이고 있다.

WV-TN 방식으로도 상하시야각의 비대칭이 가장 큰 문제인데 하지만 최근에는 보상필름의 두께를 조절하여 종래 WV-TN보다는 화질이 상당히 향상되었고 마쯔시타에서는 이를 UWV(Ultra-Wideview)로 명명하였다. 마쯔시타에서는 14~22인치급 크기의 모듈에 이 기술을 적용하고 있다.

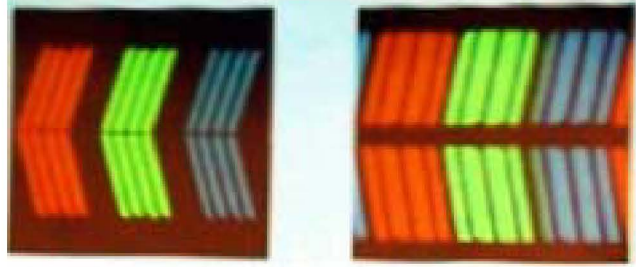
이 방식은 휘도 및 소비전력, 제조공정 용이등에 장점이 있기 때문에 한 동안 시장에서 계속 주도권을 잃지 않을 것 같다.

2. 20인치급 이상의 대화면에서의 고화질 기술 : IPS or MVA

금번 전시장에 전시된 TFT-LCD제품들을 보노라면 LCD의 제조공정기술 발전에 놀라움을 감출 수 없다. 지난해에 삼성이 단일화면으로는 최대 크기인 40인치를 발표한 이후 올해 LG-P에서는 42인치를 전시하였고 다시 삼성에서는 46인치를 전시해 주목을 끌었다. 일본도 이에 뒤질세라 샤프는 37인치, 히타치는 20인치 Wide, 산요는 39인치 등을 전시해 LCD의 대면적화도 가능성을 증명하였고 30~40인치 크기에서 타 디스플레이와 경쟁이 더욱 치열해질 것으로 본다.

LCD가 대면적화 및 TV 적용시 가장 중요한 부분은 화질이다. 또한 이러한 화질은 어떤 액정모드를 적용했느냐에 따라서 시야각, 색특성, 응답시간, 휘도, 소비전력 등이 달라지기 때문에 각 회사별로 적용된 모드를 논의하고 간단하게 비교해본다.

IPS 모드는 LG-P, 히타치, NEC, 미쯔비시, 패나소닉 등의 회사가 적용하고 있다. 대만의 치메이 또한 IBM을 흡수한 까닭에 IPS기술을 적용한 제품을 전시하였다. 특히 금번 세미나를 통해 히타치와 LG-P는 IPS모드의 우수성을 강조하고 있다. 주장에 의하면 명암대비율 및 색특성이 시야각에 따라 MVA기술 보다 적고 제조간 응답시간 차이도 적다고 한다. 또한 VA기술은 반드시 보상필름을 써야만 되고 따라서 대면적화시 불리한 점이 있다고 한다. 색특성 측면에서도 IPS모드는 제조의 색이 파장 분산성이 적어 authentic color를 내는데 VA나 TN보다 강점이 있다고 한다. 응답시간 측면에서도 LG-P의 김경진 책임연구원의 발표에 의하면 응답시간 계산시 100% 투과율 변화를 계산하는 것이 모듈의 실제응답시간을 표현하는데 이 경우 VA모드는 특정 제조에서 수백 ms로 수십 이내인 IPS에 비해 느려 동화상 표현시 화상의 경계가 명확해지지 않는 끌림 현상이 발견된다고 한다. 또한 히타치의 경우 좀더 완벽한 동화상 구현을 위해 DCC(Dynamic Contrast Compenation) 방식을 채택하여 전제조 각 20ms 이내로 달성하고 1프레임 중간에 black화면을 넣어 LCD도 impuse 형태의 빛을 내는 방식을 연구하고 있다. 하지만 이러한 화질 향상에도 불구하고 저자의 입장에서 보면 IPS가 갖는 몇가지 단점기술이 있는데 이런 부분을 극복해야만 진정으로 VA보다 우위에 있지 않을까 고려된다. 첫째 IPS모드는 투과율 저하의 문제점을 해결해야만 한다. 고화질을 얻기 위해서는 전극구조가 반드시 썸기형태의 이중도메인(Super-IPS)이어야 하는데 이는 투과율 감소를 더욱 가중시킨다. 이러한 문제점을 개선키 위해 히타치에서는 고개구율 IPS구조를 제안하여 Advanced S-IPS(AS-IPS)라고 명명했는데 이는 증가효과가 있지만 제조비용 증가 및 구동전압의 증가 문제도 있다[그림 1 참조]. 이 구조에서는 신호선을 화소전극처럼 썸기 형태로 두어 개구율의 향상을 취하고 있는데 미쯔비시도 이 방식을 채택하고 있다. 다른 단점은 black이 시야각에 따라 변하는 문제인데 이 역시 보상필름을 두면 좀더 완벽한 dark를 만

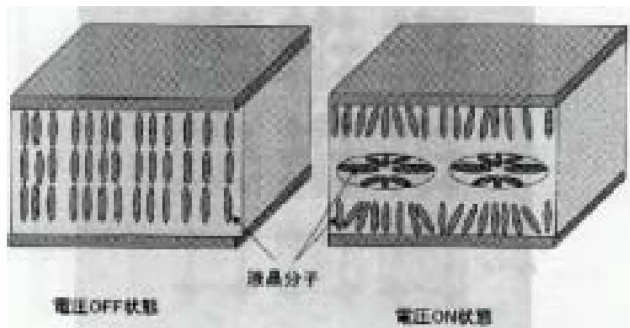


[그림 1] 정면에서 바라본 Super-IPS(왼쪽) 및 AS-IPS 구조(오른쪽)

들 수 있으나 제조비용 증가 및 대면적화시 보상필름의 어려움이 존재한다. 잔상의 존재와 리빙공정의 민감도는 IPS모드가 갖는 약점으로 이 부분을 해결하기 위한 지속적인 노력이 필요하다고 본다.

다른 응용제품을 보면 NEC 경우 IPS모드를 소형에까지 다 적용하여 산업용 디스플레이에 응용하고 있고 Chi Mei의 경우 의료용으로 고해상도 LCD를 IPS기술을 적용하여 제작하였다.

VA모드의 경우 두장의 교차된 편광판 내에 액정 분자들이 초기에 기판에 수직으로 배열되어 있다. 따라서 정면에서는 완벽한 흑상태를 보여주나 경사방향에서는 액정분자들이 서있는 이유 때문에 편광판을 통과한 입사된 빛의 위상차가 크게 발생하여 빛샘이 편광판 두장의 투과축과 일치하지 않은 부분에서는 빛샘이 크게 발생한다. 이러한 문제를 해결하기 위해 VA모드에서는 셀과 편광판사이에 반드시 부의 위상차 필름이 존재해야만 좋은 dark 얻을 수 있다. 이러한 문제는 상대적으로 시야각에 따른 색 변화를 가져오고 비용이 증가하는 단점이 있다. 전압이 인가하였을 때 액정분자들이 눕기 시작하는데 이때 시야각 의존성이 없는 균일한 휘도를 얻기 위해서는 액정분자들이 편광판 축과 45각을 이루면서 적어도 4방향으로 누어야만 한다. 각 회사마다 접근방식이 약간씩 다르다고 보는데 후지쯔의 경우 상판에 유기레진막을 써서 돌기를 썸기 형태로 만든다. 또한 하부기판도 ITO 전극을 비슷한 형태로 패턴해 액정의 움직임에 제어한다. 삼성 PVA는 상하판에 ITO전극만을 패턴해 액정을 제어하는 방식을 이용해 모든 광시야각 모델에 적용하고 있다. 산요도 삼성과 유사한 방식이었으나 39인치에 적용된 액정모드를 문의했을때 산요 VA방식이라고만 대답해 이 방식도 상하판 ITO를 패턴한 방식이 아닌가 생각된다. 위의 방식들이 90도서 있는 액정들이 4방향으로 눕는 방식이라면 샤프의 ASV는 액정들이 360도 방향으로 눕는 방식이라고 볼 수 있다. 액정 배열변화를 보면 초기 90도서 있는 액정이 전압인가시 상하판에 90도 꼬이면서 눕는 방식이다. 이러한 변형은 액정에 적정량의 chiral dopant를 넣어 pitch를 조절하면 얻을 수 있다. 마찬가지로 액정이 한 방향으로만 회전하면서 돌면 시야각 문제가 발생하기 때문에 하판에 고개구율 구조를 가져가면서 신호선에 의한 왜곡 전기장을 제어하고 상판에 원형 모양의 돌기를 대칭적으로 배치하여 전압 인가시 mid-director가 360도 방향으로 눕게 만드는 방식이다[그림 2 참조]. 이 방식을 통해 샤프는 37인치 크기의 액정 TV



[그림 2] ASV 구조의 전압 off 및 on 상태시의 액정 배열

를 제작하였고 응용제품으로는 black/white 디스플레이도 전시하였다. 하지만 이 경우 투과율의 저하가 예상되고 특히 외부 압력이 인가되었을 때 액정 동력학에 문제가 예상된다. 또한 제조비용도 종래보다 증가하리라 본다.

VA기술의 근본적인 장단점을 보면 리빙공정을 안하고 상하판 전극이 존재해 잔상이 적고 DC무라에 상대적으로 강하다는 장점이 있으나 보상필름 및 값이 비싼 유전율 이방성이 음인 액정의 사용, 공정의 증가등의 단점이 존재한다.

현재 대부분의 회사는 IPS나 VA 기술 중 하나의 기술만을 채택해 완성도에 주력하고 있다. 하지만 최근에 IBM을 흡수한 대만의 Chi Mei 경우만 두 종류의 기술을 다 적용한 제품을 선보이고 있다.

3. FFS 및 OCB 기술의 동향

앞에서 언급된 IPS기술의 가장 큰 약점은 투과율의 저하라고 볼 수 있다. 향후 타 평판디스플레이와 경쟁시 LCD가 갖는 가장 큰 강점은 저소비전력에 있다고 볼 수 있다. 따라서 절대적인 개선이 요구되어 고개구율 IPS를 채택했지만 FFS모드의 경우 이러한 공정 없이도 상대적으로 높은 투과율을 달성할 수 있다. FFS모드의 경우 전극 전체 표면에서 액정분자들이 회전하면서 투과율을 발생시키므로 두 전극 모두 투명전극이어야 한다. 이러한 이유로 TFT-array 제조시 공정이 하나 더 추가되는데 고 개구율 공정보다는 훨씬 용이하다고 본다. 현재 FFS모드의 경우 15.0"와 18.1"가 각각 pen-based tablet 및 모니터로 상용화되고 있다.

FFS모드의 또 다른 큰 장점은 외부에서 디스플레이에 압력이 가해졌을 때 액정분자들이 강한 프린즈장에 의해 묶여 있어 분자의 배열 흐트러짐이 적고 동력학이 안정하다. 이러한 특징은 위치 및 압력 감지 디스플레이의 응용으로 적합하고 종래 보호막으로 사용되었던 두꺼운 유리층을 줄일 수 있어 종래 시스템보다 화질 및 가격 면에서 장점을 가지고 있다. 하이디스는 금번 전시회에서 이 기술을 이용하여 10.4 및 12.1인 tablet PC용도의 LCD를 전시하였고 또한 의료용으로 응용될 수 있는 18.1인 black/white, 21.3인치 LCD를 전시하였다. 이 기술을 현재는 하이디스에서만 적용해 제품화하고 있지만 고투과 및 광시야각을 동시에 실현할 수 있어 향후 미래가 어떻게 진행될 것인지 주목할 만하다.

OCB 기술은 마쯔시타가 가장 많이 연구하고 있다고 볼 수 있다. 이 모드는 근본적으로 고속응답이 가능하기 때문에 초기 set 전압 및 복잡한 광학필름이 요구됨에도 불구하고 상용화에 많은 공을 들이고 있다. 금번 세미나에서 발표한 바에 의하면 마쯔시타는 시야각이 CR 10 이상 기준으로 좌우 140도 상하 160도를 달성했다고 발표를 하였고 2003년부터 17~26인 HDTV까지 이 기술을 적용해 제품을 선보일 것이라고 하는데 결과가 주목된다.

III. 결 론

현재 각 회사가 어떤 광시야각 기술을 적용해 제품화하고 있는 것을 간단히 검토하였다. 최근 각 회사들은 이러한 고 화질 LCD의 완성도를 높이면서 액정 TV뿐만 아니라 여러 가지 응용제품 개발에 노력하고 있다. 어떤 기술이 더 우수하고 생존하느냐 하는 것은 각 기술의 단점을 누가 더 빨리 극복하는 가에도 좌우될 수 있다고 본다. 하지만 더 중요한 것은 소비자의 입장에서 보면 어느 기술이 적용된 제품이 더 화질이 우수한 것인가를 판단하기가 쉽지 않으므로 어느 정도의 화질에 가격이 싼 제품을 만드는 것이 액정 TV시장 뿐만 아니라 LCD의 응용시장이 더욱 확대되리라 본다. 액정 TV의 경우 인치당 10만원 이하가 될 날을 조만간에 기대해 본다.