

기술 특 집

# HDTV용 고속응답 및 광시야각화 기술

정철현, 박재홍, 윤태영, 김학린, 장은제, 이신두 (서울대학교 전기공학부)

## I. 서 론

### 1. 개 요

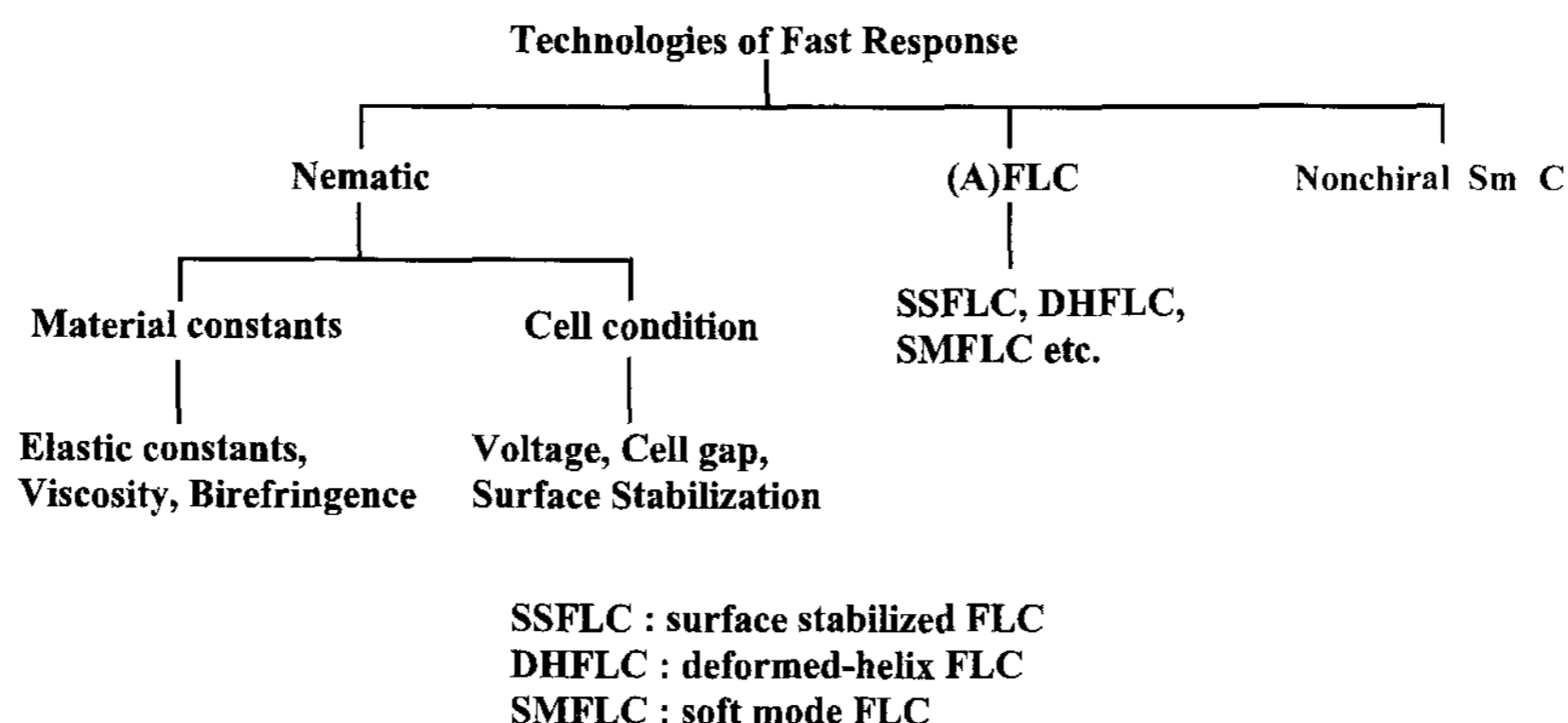
정보화 사회가 진행되어감에 따라 다양한 정보를 수용할 수 있는 차세대 디스플레이 기술에 대한 요구가 증대되고 있다. 특히 정보전송 네트워크의 확충에 따라 고정세 텔레비전(High Definition Television : HDTV)의 수요 급증은 고화질, 경량, 동영상 대응 등의 특성을 구비한 대형 디스플레이의 개발을 요구하고 있다. 이에 따라 차세대 디스플레이 시장을 주도할 유망 기술로 각광받고 있는 액정 디스플레이(Liquid Crystal Display : LCD)는 이전까지의 노트북, 데스크탑 PC의 모니터, 휴대용 단말기 등의 분야에서 대화면 LCD-TV 분야로 그 응용을 확대하고 있다. 최근에는 액정을 이용한 50인치 이상의 제품이 선보임으로써 대화면 HDTV 시장에서도 성공 가능성을 보여주었다. 디스플레이 서치의 자료에 따르면 전세계 LCD-TV 시장 규모는 2003년 4백만대에서 2007년에는 3천만대를 넘을 것으로 예상되고 있다.

대화면 HDTV 시장에서 여타 방식의 기술에 비해 액정 디스플레이가 경쟁력을 확고히 구축하기 위해서는 응답 속도와 광시야각화 측면의 기술적 발전이 필수적이다. 특히 액정 소자의 응답 속도는 동화상 표시 품질에 큰 영향을 미치

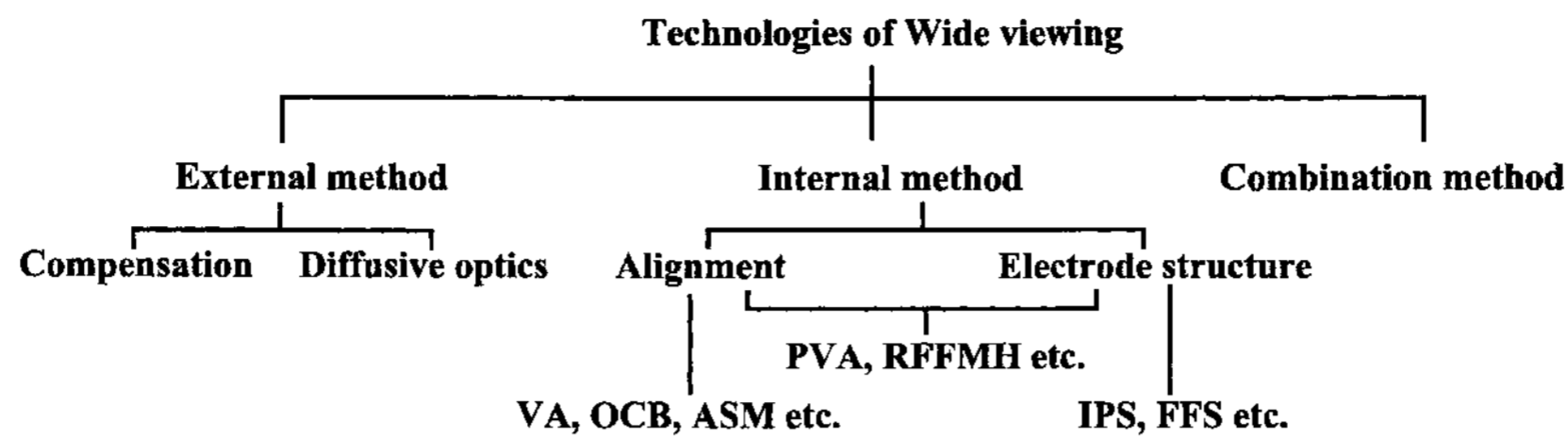
는 요소이다. 액정 디스플레이로 HDTV급의 동화상을 표시하기 위해서는, 늘어난 화소들을 저전압으로 구동할 수 있는 응답 속도의 개선이 필수적이다. 대화면 TV로의 응용을 위한 광시야각화 기술 역시 매우 중요한 요소 기술이라고 할 수 있다. 일반적으로 노트북, 데스크탑 PC 등의 모니터가 정면의 각도에서 한 명만 사용하고 구현 화면이 주로 문서 작업에 사용되는데 반해 TV는 온 가족이 다양한 각도에서 동화상을 보기 때문에 넓은 시야각과 화질의 우수성이 더욱 강조된다. 현재 우리나라를 비롯한 여러나라의 학계, 연구소, 기업체에서 넓은 시야각과 대화면 동화상을 동시에 구현할 수 있는 차세대 LCD용 신 액정 모드를 개발하기 위한 집중적인 연구가 수행중이다. 따라서 HDTV용 차세대 LCD 연구에 있어서 빠른 응답속도와 넓은 시야각을 갖는 새로운 개념의 액정 모드 연구가 시급한 시점이다.

### 2. 고속 응답 및 광시야각화 기술 현황

액정 소자의 고속 응답화 연구는 일반적으로 네마틱 액정을 이용한 경우와 스멕틱 구조를 갖는 (반)강유전성 액정 ((anti)-ferroelectric LC : (A)FLC), 비카이랄 스멕틱 액정(Nonchiral Smectic C LC : NSC LC)을 이용한 기술들로 크게 나눌 수 있다([그림 1] 참조). 네마틱 액정의 고



[그림 1] 고속 응답화 기술 구분도



**VA : Vertical alignment**  
**OCB : Optically compensated bend**  
**ASM : Axially symmetric microcell**  
**IPS : In-plane switching**  
**FFS : Fringe field switching**  
**PVA : Patterned VA**  
**RFFMH : Ridge and fringe field multi-domain homeotropic**

[그림 2] 광시야각화 기술 구분도.

속 응답 특성 구현을 위한 연구는, 저 점성도를 갖는 새로운 액정의 합성<sup>[1]</sup>과 같이 액정 물질 개선 측면의 연구, 혹은 순간적으로 큰 전압을 인가하여 일시적인 네마틱 효과(transient nematic effect)를 유도하거나<sup>[2]</sup> 고분자 네트워크를 이용하여<sup>[3]</sup> 네마틱 액정 분자의 회복력을 증대시키는 시편 외부 측면의 연구 등이 진행 중이다. 하지만 이러한 방식들은 네마틱 액정의 자체 특성 때문에 10ms 이하의 응답 속도를 얻기가 매우 어렵다. 한편, (반)강유전성 액정은 분자의 스위칭이 분극 모멘트와 전기장의 극성 상호 작용에 의하여 일어나 응답시간이 수십 ms에서 수백 ms 정도로 매우 빠르기 때문에 이를 LCD에 응용하기에 적합한 전기 광학 효과를 찾으려는 수많은 노력들이 있었다<sup>[4]</sup>. 그러나 배향의 불안정성, chevron 구조의 형성, 대비비의 온도 의존성, 그리고 제조 표시 기능의 어려움 등과 같은 문제로 인하여 양산에 성공하지 못하였다. 반면에, 비카이랄 스멕틱 액정은 자발분극이 없어 비교적 대면적의 균일한 배향을 얻을 수 있고 스멕틱 층이 존재하여 전기장에 의해 액정 분자가 회전할 때 스멕틱 층간 간섭이 없어 고속 응답 속도를 구현할 수 있는 차세대 액정 디스플레이로의 응용이 가능하다.

광시야각화를 위한 연구는 크게 외부, 내부, 그리고 결합 방식의 세 가지 범주로 나눌 수 있다. 외부 방식은 입사광의 입사 각도에 따른 위상차를 보상하기 위해 보통 시편의 외부에 보상 필름이나 확산 광학계를 부착하는 방법이고, 내부 방식은 액정의 방향자를 대칭적으로 분포시키거나 한 화소를 여러 개의 작은 화소로 나누어 액정 시편 내부에서 위상차를 보상하는 방법이다. 결합방식은 시편 내부 구조의 변화와 보상필름 등을 함께 사용하는 것이다([그림 2] 참조). 외부 방식은 공정을 단순화할 수 있지만 시야각이 제한되며, 내부 방식은 더 큰 시야각을 확보할 수 있지만 좀 더 복잡한 공정이 필요하다. 현재는 LCD-TV로의 응용을 위해 이 두 가지 방법을 조합하여 새로운 전극 구조와 함께 한 장 이상의 보상 필름을 이용하는 결합 방식을 채택하고 있다. 그러나 이러한 방법들은 여러가지 추가적인 공정이 필요하다는 단점을 가진다. 따라서 보다 제작 공정을 단순화하고 더 넓은 시야각을 확보할 수 있는 새로운 광시야각화 기술이 필요하다고 할 수 있다.

본 고에서는 고속 응답과 광시야각화를 실현하기 위한 본 연구그룹의 새로운 기술 개발 연구 내용을 소개하고자 한다.

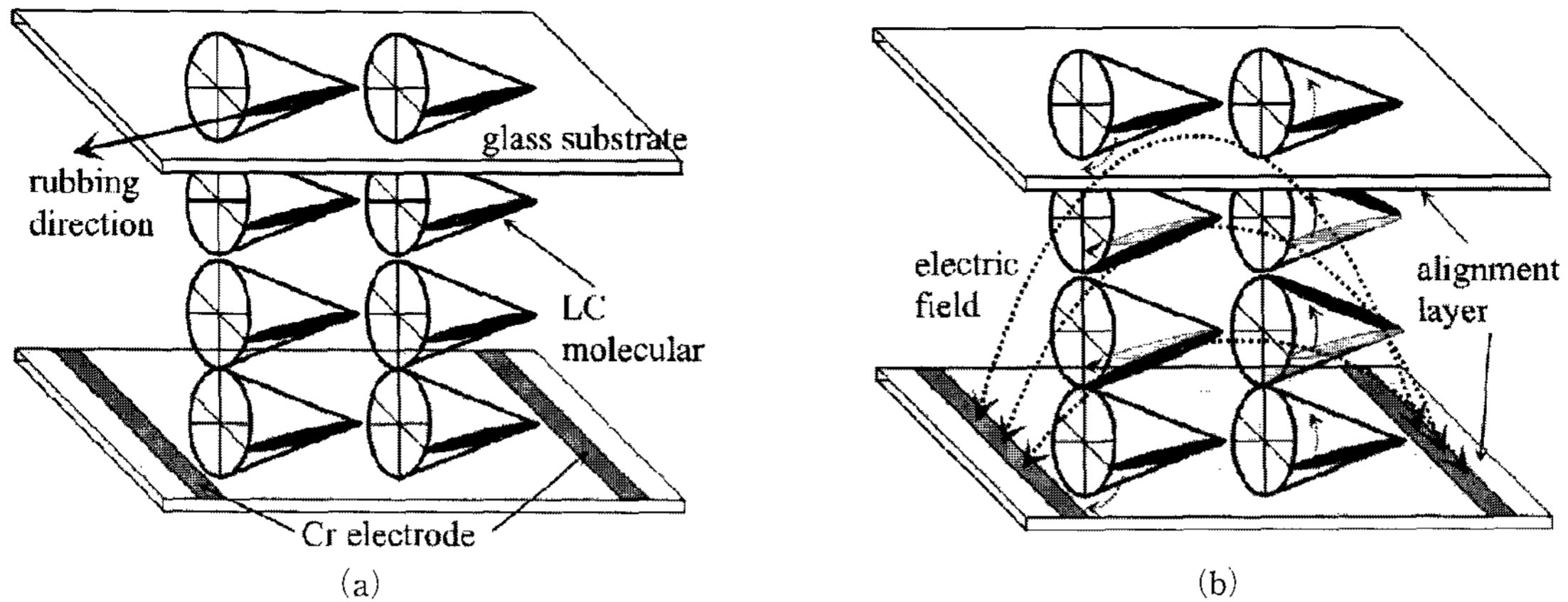
## II. 고속 응답 및 광시야각화 기술 연구

### 1. 고속 응답화를 위한 비카이랄 스멕틱 액정 모드 연구

비카이랄 스멕틱 액정은 스멕틱 층이 존재하여 전기장에 의해 액정 분자가 회전할 때 스멕틱 층간 간섭이 없어 네마틱 액정보다 빠른 응답속도를 얻을 수 있다. 게다가 기존의 (반)강유전 액정과는 달리 자발분극이 없어 비교적 대면적의 균일한 배향을 얻을 수 있어 실제 디스플레이로 응용 가능성이 높다. 하지만, 네마틱 액정과 달리 비카이랄 액정은 원추상에 국한되어 동작하므로 연속적인 제조 효과를 얻기 위해서는 새로운 동작 모드를 제안하여야 한다. 이에 본 연구진은 각각 수평 전극 구조와 수직 전극 구조를 이용하여 고속 응답 및 광시야각이 가능한 비카이랄 스멕틱 액정 모드를 제안하였다.

[그림 3]은 수평전극 비카이랄 스멕틱 액정 구조(In-Plane Switching Nonchiral Smectic C LC : IPS NSC LC)<sup>[6]</sup>의 모식도이다. 제안된 수평전극 비카이랄 스멕틱 액정 모드의 동작 원리는 기존의 수평전극 네마틱 모드(In-Plane Switching Nematic LC mode : IPS NLC mode)와 매우 유사하다. 수평전극 구조 비카이랄 스멕틱 액정 시편은 유리기판의 한쪽에 수평전극을 형성하고 수평 배향제를 도포한 후에 전극으로부터 비카이랄 스멕틱 액정의 기울어진 각도만큼 회전한 방향으로 반평행 러빙하여 제작하였다. 이때, 반대칭적으로 형성된 전기장 분포를 따라 액정이 재정렬될 수 있도록 양의 유전이방성을 갖는 비카이랄 스멕틱 액정을 주입하였다.

[그림 3(a)]에서 보듯이 외부 전기장이 없을 경우, 비카이랄 스멕틱 액정의 원추 방향이 두 기판에 평행하게 위치하게 되므로 각각의 분자는 배향 방향에 의해 전극에 대해 원추각을 이루며 단일 배향되어 있다. 따라서 교차된 편광자



[그림 3] 수평전극 비카이랄 액정 모드의 모식도 : (a) 전기장이 인가되지 않았을 경우의 액정 방향자의 모양 및 위치, (b) 전기장이 인가되었을 경우 액정 방향자의 동작특성.

사이에서 선형 편광된 빛이 들어갈 경우 빛은 통과하지 못한다.

[그림 3(b)]에서와 같이 외부 전압이 인가될 경우, 비카이랄 스멕틱 액정은 초기 배향된 방향을 벗어나 원추상에서 인가된 전기장의 방향에 따라 재정렬된다. 따라서 시편은 인가된 전압의 크기에 따라 계조를 형성할 수 있으며, 특히 일반 수평 전극 구조를 가지는 네마틱 시편과는 달리 전극을 중심으로 전기장의 방향에 따라 액정의 위치방향이 평면상에서 각각 달라지므로 자발적으로 시야각 특성이 향상된다. 즉, 수평 전극 구조에 전압 인가 시 자발적인 이중 도메인을 형성하면서 액정의 평균 광축이 입체적으로 변하므로 광시야각을 가지는 LCD를 구현할 수 있다.

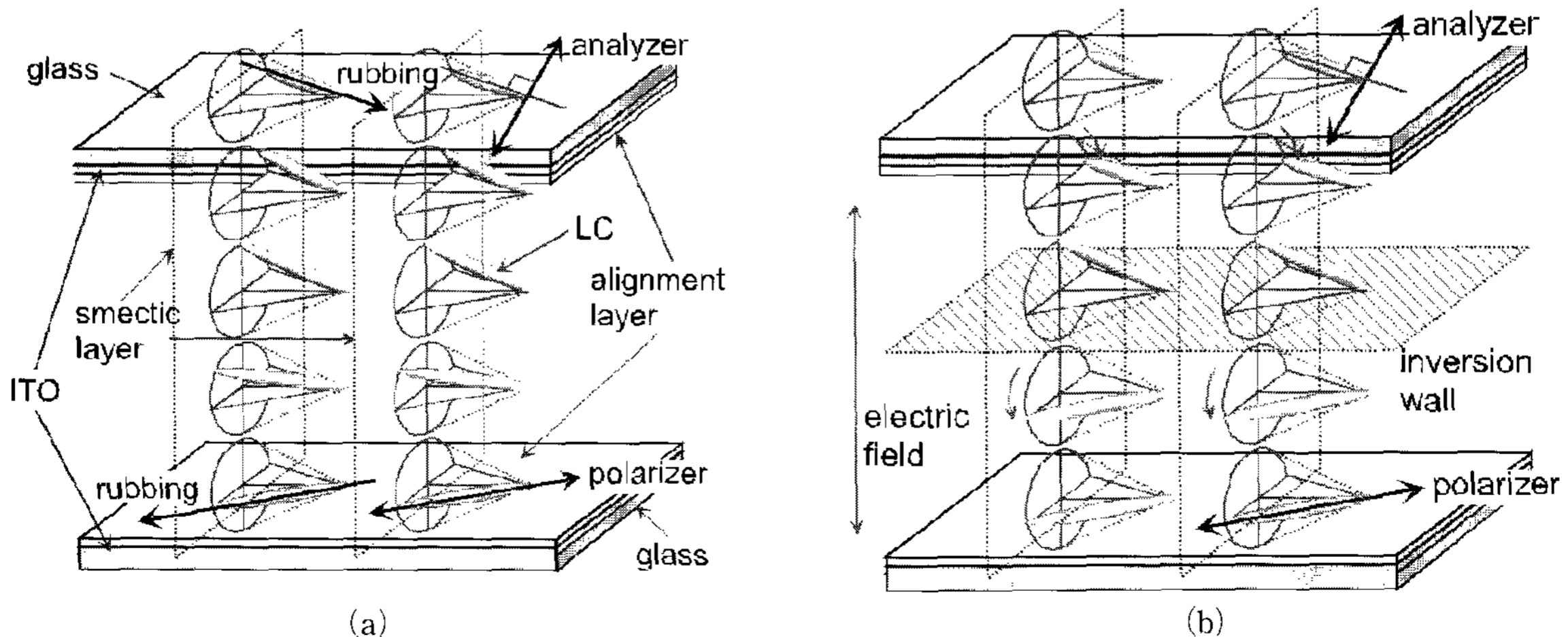
두 번째로, 수평 전극 구조를 사용함으로써 나타나는 인가 전압의 상승 효과를 제거하기 위하여 단일 전극 구조를 가지는 비카이랄 스멕틱 액정 모드를 제안하였다. 이 때, 상하/좌우 시야각 특성을 향상시키기 위하여 비틀린 구조를 채택하였다<sup>7)</sup>.

[그림 4]는 비틀린 비카이랄 스멕틱 액정 모드(Twisted Nonchiral Smectic C LC mode : TNSC LC mode)한 방

향으로 액정의 분자가 재정렬 될 때, 각각 다른 방향으로 형성된 러빙 조건에 의하여 기판에 수직한 방향에 대해서 자발적인 이중 도메인을 형성한다는 점이다. 이와 더불어, 비카이랄 스한된 비카이랄 스멕틱 액정이 시편 중심에 대해 반대칭적으로 재정렬될 수 있도록 음의 유전이방성을 가지는 액정을 주입하였다.

[그림 4(a)]에서와 같이 전기장이 인가되지 않은 경우 시편 내의 광투과 원리는 기존의 비틀린 네마틱 구조와 유사하다. 두 유리 기판 사이에서 원추각을 이루며 초기 배향된 방향을 따라 액정분자의 방향자가 연속적으로 비틀려 있으므로 입사된 빛의 편광은 액정의 광축을 따라간다. 이 때, 상하판의 러빙 방향에 대해 각각 평행/수직하게 편광자를 부착할 경우 입사광은 차단된다.

전기장이 인가된 경우, 사용된 액정이 음의 굴절율을 가지고 있으므로 [그림 4(b)]에서와 같이 액정의 방향자는 스멕틱 원추상을 따라 인가된 전기장에 수직한 방향으로 회전하여 재정렬된다. 전기장에 의해 액정의 비틀린 구조가 풀림에 따라 입사된 빛의 편광은 액정축을 따라가지 못하고 누설광은 증가하게 되어 연속적인 계조 표시가 가능하게 된다.



[그림 4] 비틀린 비카이랄 액정 모드의 모식도 : (a) 전기장이 인가되지 않았을 경우의 액정 방향자의 모양 및 위치, (b) 전기장이 인가되었을 경우 액정 방향자의 동작특성.

[표 1] 수평전극 비카이랄 스멕틱 액정 구조와 비틀린 비카이랄 스멕틱 액정 구조의 전기광학, 동역학 및 시야각 특성.

구동 모드	응답속도	임계 전기장	포화 전기장	시야각 특성
수평전극 비카이랄 스멕틱 액정 구조	상승 : 3.2 ms 하강 : 13.8 ms	3.8 V/ $\mu\text{m}$	27.0 V/ $\mu\text{m}$	상하 : $\pm 30$ 도 이상 좌우 : $\pm 70$ 도 이상
비틀린 비카이랄 스멕틱 액정 구조	하강 : 2.64 ms 상승 : 11.28 ms	0.5 V/ $\mu\text{m}$	3.0 V/ $\mu\text{m}$	상하 : $\pm 50$ 도 이상 좌우 : $\pm 70$ 도 이상

특기할 사항은 전기장에 의해 기판에 평행한 방향으로 액정의 분자가 재정렬 될 때, 각각 다른 방향으로 형성된 러빙 조건에 의하여 기판에 수직인 방향에 대해서 자발적인 이중도메인을 형성한다는 점이다. 이와 더불어, 비카이랄 스멕틱 액정은 전기장에 대해 원추상을 따라 움직이므로 시편 중간 영역의 액정의 수직/수평 경사각이 입체적으로 변해 시야각 특성이 획기적으로 개선되어진다.

[표 1]에서 앞서 언급한 카이랄 스멕틱 액정을 이용한 두 가지 모드에 대한 전기 광학 특성을 정리하였다. 본 구조에 사용된 비카이랄 액정은 자발 분극이 존재하지 않아서 대면적의 균일한 배향을 얻을 수 있었으며, 시편 부피 영역 내에 스멕틱층을 가지고 있어서 획기적인 응답 속도의 개선을 얻을 수 있었다. 또한 각각의 모드에서 원추상을 따라 움직이게 되어 연속적인 계조표시가 가능하였다. 각각의 모드에서 비카이랄 스멕틱 액정은 원추각에 국한되어 액정의 방향자가 변하게 되고 경사각이 입체적으로 변하여 뛰어난 시야각 특성을 얻을 수 있었다.

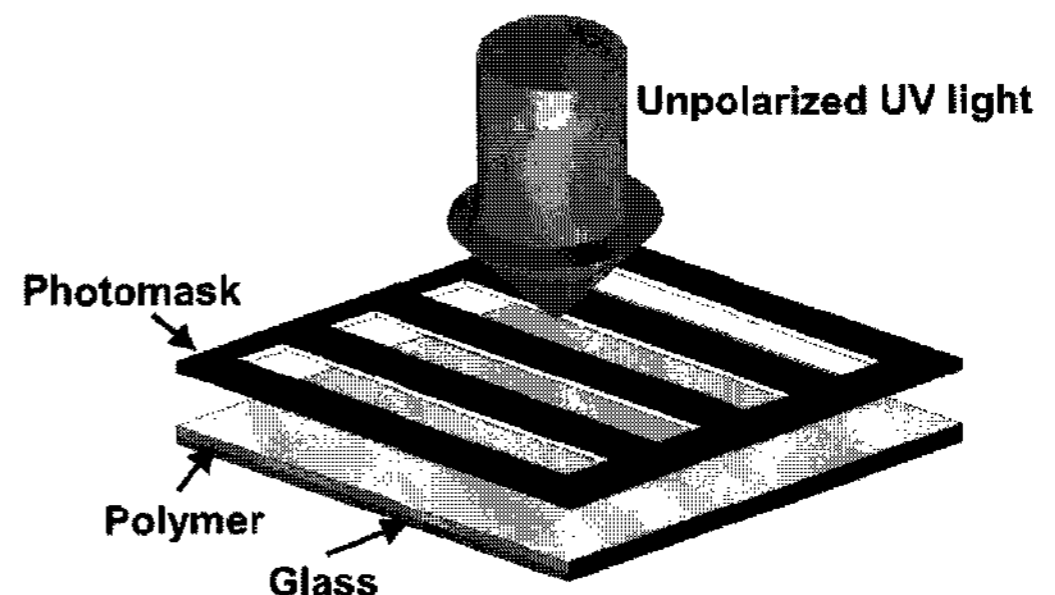
지금까지의 연구 결과로부터 비틀린 구조의 비카이랄 스멕틱 액정 모드는 고속응답, 연속적인 계조 표시 능력 그리고 넓고 균일한 시야각 특성들로 인해 대형화된 HDTV용 LCD에 적용가능 할 것이라고 전망된다.

## 2. 기하학적 격자 구조를 형성한 광시야각화 배향기술 연구

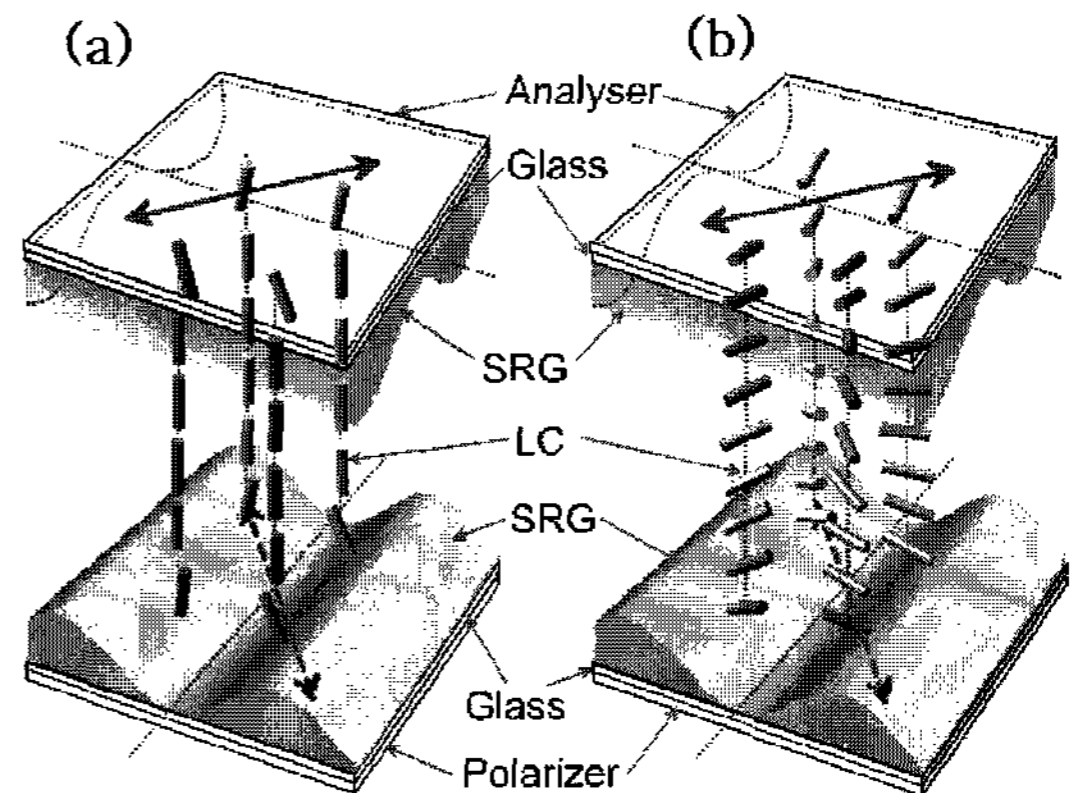
앞에서 논의한 바와 같이 액정 디스플레이의 성능향상을 위한 과제 기술 중 하나로 응답 속도의 개선 외에 광시야각화 기술을 들 수 있다. 앞에서 논의한 바와 같이 시야각 대칭성을 얻기 위한 여러 방법들이 그동안 꾸준히 제안되어 왔는데 여기에서는 액정 배향막 표면에 단위 픽셀의 크기에 해당하는 기하학적 격자 구조를 형성하여 멀티 도메인을 형성하는 방법에 대해 논의하기로 한다. 그 제작 방법을 살펴보면 [그림 5]와 같이 액정 기판의 양면에 자외선 경화 고분자 수지를 이용하여 표면 굴곡 격자(Surface Relief Grating : SRG)를 형성한다. 이때 조사되는 자외선은 광마스크를 이용한 1차 조사 공정과 광마스크를 제거하고 전 영역을 조사하는 2차 조사 공정으로 나눌 수가 있다. 1차 조사 공정 시 광마스크의 모양에 따라 표면 굴곡의 격자 간격 및 모양을 조절할 수 있으며 자외선 조사 에너지량에 따라 표면 굴곡의 높이를 조절할 수 있게 된다. 2차 조사 공정은 1차 조사 공정에서 완전히 경화되지 않은 단분자를 모두 경화시키기 위한 공정이다. 이렇게 형성된 표면 굴곡 위에 수직 배향 폴리이미드를 도포하고 시편을 만든 후 액정을 주

입하게 되면 전기장이 인가되지 않은 초기 상태의 액정은 수직 배향 상태를 이루게 되어 직교 편광자 하에서 어두운 상태를 갖게 된다. 그리고 여기에 전기장이 인가되면 표면 굴곡 주위에서 발생하는 전기장의 왜곡 현상 때문에 액정 분자의 재배열이 일어나게 된다. 특히, 표면 굴곡 격자가 기하학적 대칭성을 가지게 되므로 액정 방향자 분포 또한 대칭성을 가지게 되어 멀티도메인을 형성하게 된다. [그림 6]에 1차원 표면 격자가 형성된 기판을 각각의 격자 벡터가 서로 수직이 되도록 접합한 멀티도메인 방법을 나타내었다<sup>[8]</sup>. [그림 6(a)]에 나타낸 바와 같이 액정은 초기에 수직으로 배향되어 있으며 [그림 6(b)]과 같이 전기장이 인가되면 액정의 분포가 바뀌게 된다. 이때 격자 표면에서 두개의 대칭적인 분자 분포를 얻게 되므로 상하판의 서로 수직인 두개의 격자 표면에서 4개의 다른 도메인을 갖는 액정분포를 얻게 된다.

[그림 7]은 200  $\mu\text{m}$ 의 격자 간격을 갖는 표면 굴곡을 이용한 멀티도메인 시편에 전기장을 인가하였을 경우 액정 분포를 보여주는 편광 현미경 사진이다. 그림에서 보는 바와

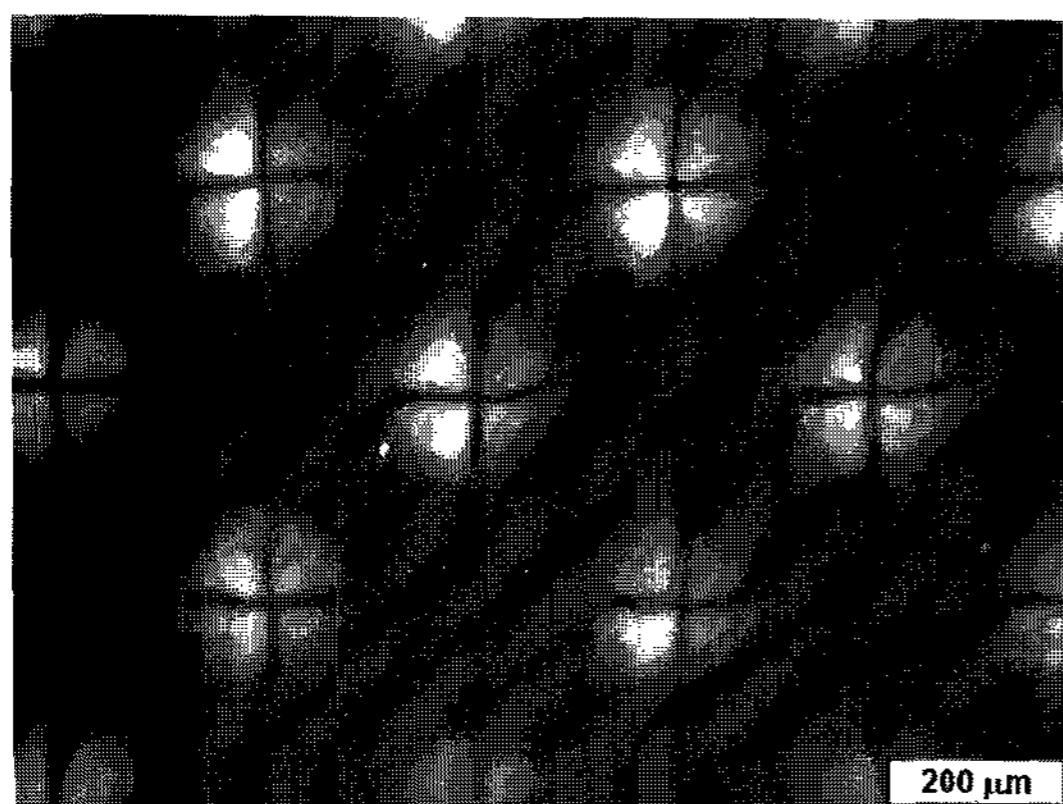


[그림 5] 1차원 표면 격자 형성을 위한 자외선 조사 공정.

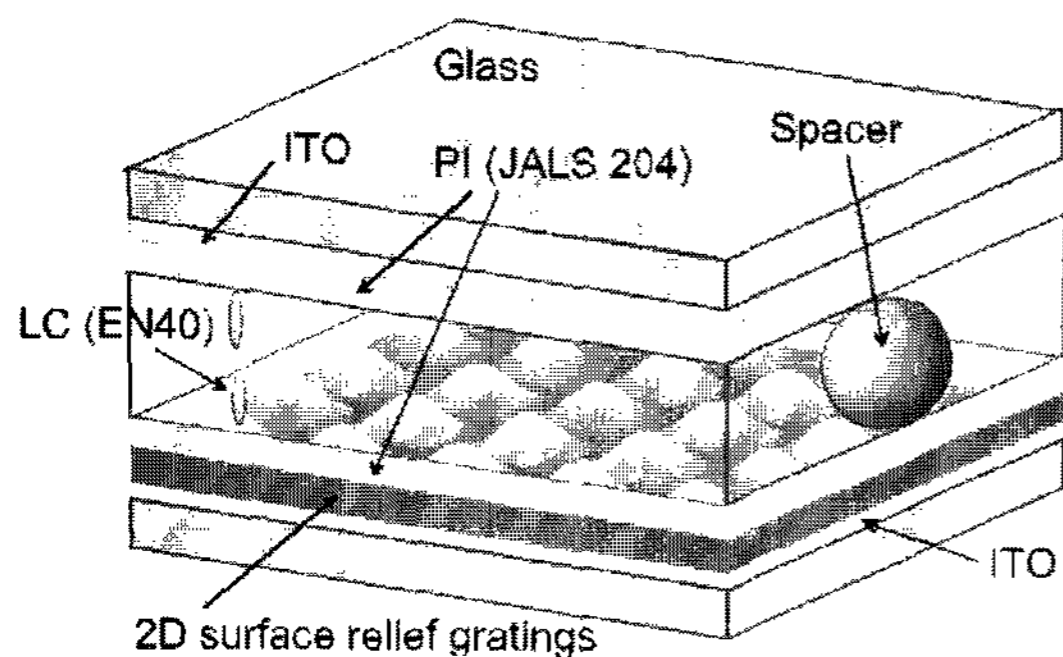


[그림 6] 1차원 표면 격자를 이용한 멀티도메인 방법. (a) 전기장이 없는 경우 및 (b) 전기장이 인가된 경우.

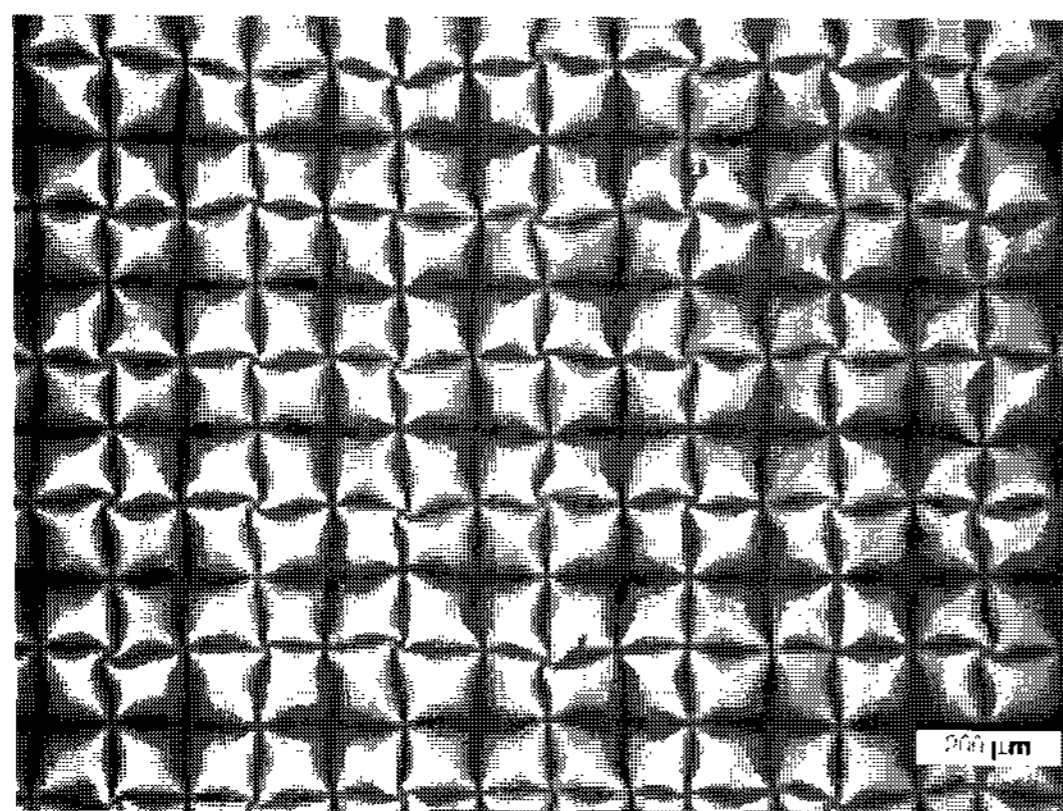




[그림 7] 1차원 표면 격자를 이용한 멀티도메인 시편에 전기장을 인가하였을 때의 편광 현미경 사진.



[그림 8] 2차원 표면 격자를 이용한 멀티 도메인 방법.



[그림 9] 2차원 표면 격자를 이용한 멀티도메인 시편에 전기장을 인가하였을 때의 편광 현미경 사진.

같이 네개의 도메인이 형성되는 것을 알 수 있으며 러빙 공정이 필요 없이 매우 균일한 액정 배향 분포를 얻을 수 있는 것을 알 수 있다.

앞에서 논의한 1차원 표면 격자를 이용한 멀티도메인 방법과 마찬가지로 2차원 표면 격자를 이용하여 멀티도메인을 형성할 수 있다[그림 8]<sup>19)</sup>. 특히 사용하는 광마스크의 광투과 영역을 원형으로 제작하게 되면 원형 대칭성의 멀티도메인을 얻을 수가 있으며 시편의 한쪽 표면에만 표면 격자를 형성하면 되므로 공정상 유리하다. [그림 9]는 2차원 표면 격자를 이용한 멀티도메인 시편에 전기장을 인가하였을 때

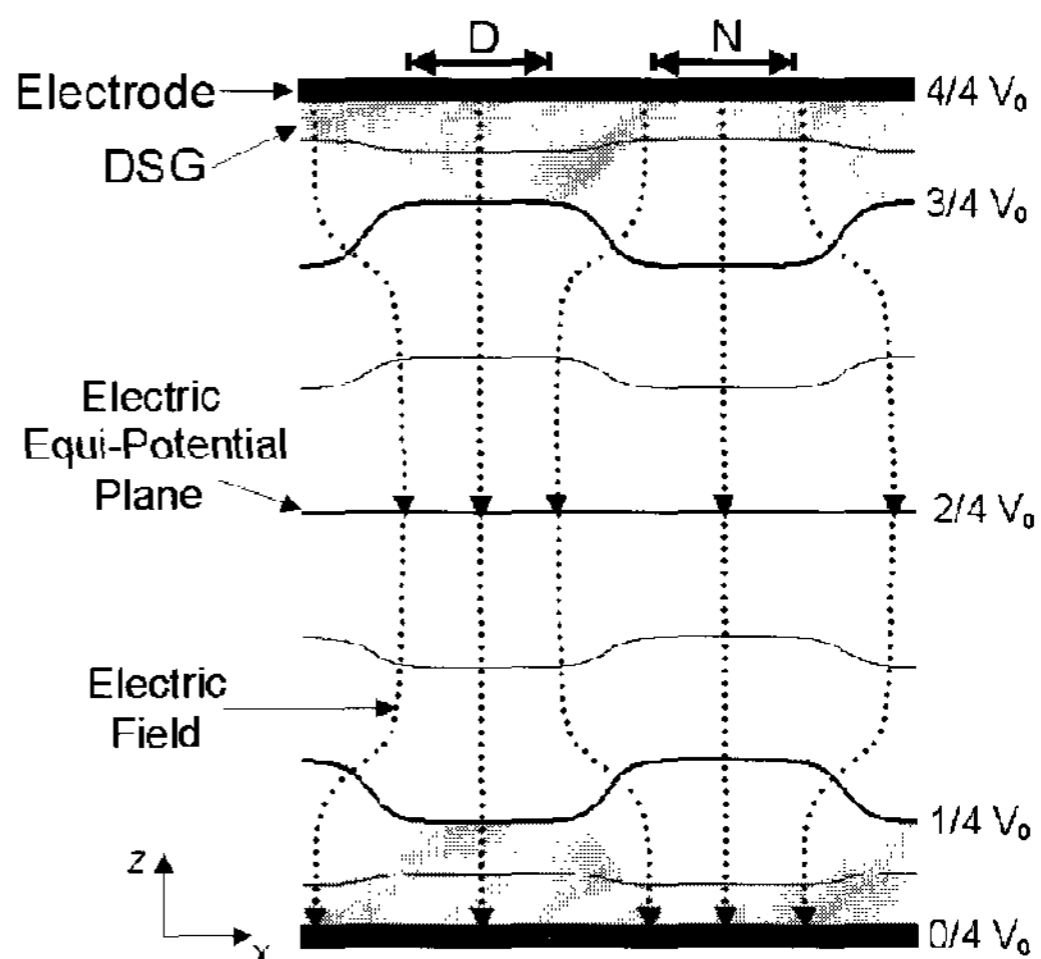
직교 편광 현미경 사진이다.

여기에 소개된 멀티 도메인 기술은 러빙 공정이 필요없고 간단한 마스크 공정만으로 시야각 대칭성을 얻을 수가 있다. 따라서 공정의 단순화를 기하면서도 광시야각을 얻을 수 있는 기술로써 기대된다.

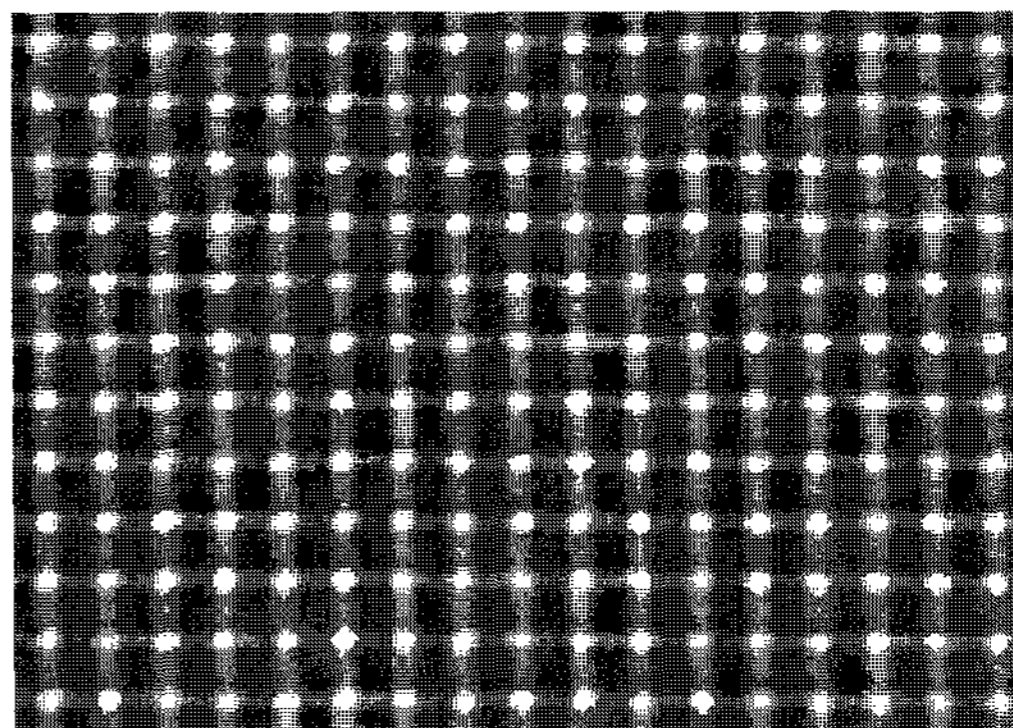
### 3. 유효전압 변조 효과를 이용한 광시야각화 배향 기술 연구

표면 기하학 구조를 차용한 액정 디스플레이에서 가장 연구가 많이 된 현상은 전기장 왜곡 효과이며 이를 이용하여 광시야각 특성을 얻을 수 있는 것은 앞장에서 설명하였다. 본 장에서는 이와 같은 전기장 왜곡 효과 외에 표면 기하학 구조를 차용한 액정 디스플레이에서 얻을 수 있는 다른 효과인 유효전압 변조 효과를 소개하고 이를 통하여 비틀린 네마틱 액정 모드의 개조표시 반전 현상을 감소시킬 수 있음을 보이겠다.

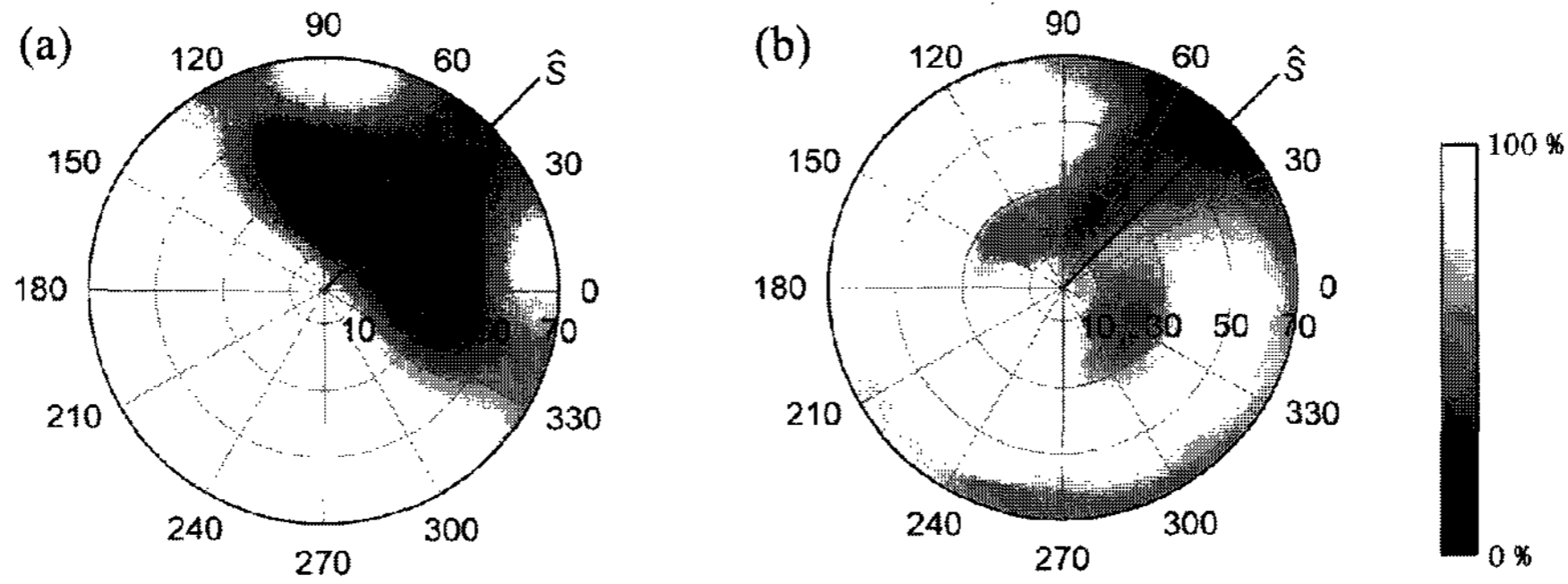
표면 기하학 구조에 의한 전기장 변형 효과는 근본적으로 전위의 변형에 기인한다. 이와 같은 전위의 변형을 체계적으



[그림 10] 표면 기하학 구조에 의한 액정층의 유효전압 변조 효과. ( $\xi=3$ ) 실선은 등전위선이며 점선은 전기장을 나타낸다.



[그림 11] 유효전압 변조 효과에 의하여 자발적으로 형성된 미세영역. 중간 경사각 변조 효과에 의하여 직교 편광자 하에서 그 밝기가 다르게 나타난다.



[그림 12] (a) 일반적인, (b) 표면 기하학 격자를 차용한 비틀린 네마틱 액정 모드의 중간 계조(최대 밝기의 45%)에서의 시야각 특성. 계조표시 반전의 원인이 되는 검게 나타나는 영역이 표면 기하학 격자를 차용함으로써 매우 감소한다.

로 살펴보면 단위 없는 상수, 표면 기하학 구조에 단위두께 당 인가된 전압과 액정층에 단위두께 당 인가된 전압의 비( $\xi$ )에 의하여 결정되는 것임을 쉽게 알 수 있다<sup>[10]</sup>. 예를 들어  $\xi$ 의 값이 1에 가까워지는 경우, 즉 단위두께 당 액정층과 표면 기하학 구조에 각각 인가된 전압이 비슷해지는 경우에는 표면 기하학 구조에 의한 전위의 변형은 점점 약해지게 된다. 반면  $\xi$ 의 값이 1보다 매우 작아지거나 1보다 매우 커지는 경우 전위의 변형은 매우 크게 나타나게 된다. 보다 자세히 살펴보면,  $\xi$ 의 값이 1보다 매우 작아지는 경우 표면 기하학 구조에 의한 전위의 변형은 표면 기하학 구조가 마치 완전한 도체로 이루어진 경우와 비슷해진다. 특히  $\xi$ 의 값이 1보다 매우 커지는 경우에는 전위의 변형에 의하여 전기장 왜곡 뿐만 아니라 액정 층에 인가되는 유효전압이 표면 기하학 구조의 두께에 따라 크게 변화하게 되는 새로운 현상이 나타나게 된다.  $\xi$ 의 값이 액정 층과 표면 기하학 구조의 유전 상수의 비에 의하여 결정되는 것을 감안할 때, 액정층의 유전상수를 표면 기하학 구조보다 매우 크게 할 경우 표면 기하학 구조의 모양을 변형하지 않고도 액정 층에 인가되는 유효전압을 변조할 수 있게 됨을 알게 된다. 유효전압의 변조의 예를 [그림 10]에 나타내었다.

이러한 유효전압 변조효과는 액정층의 중간 경사각을 변조하는데 바로 이용될 수 있는데, 이는 액정층의 Fredericks 전이가 경계값 이상에서 급격히 나타나기 때문이다. 따라서 경계값 바로 위에서는 작은 유효전압의 변조도 큰 중간 경사각의 변조로 나타나게 되며 이로 인하여 별도의 표면 처리없이도 자발적으로 표면 기하학 구조를 따라 중간 경사각이 크게 변조되게 된다. 이렇게 중간 경사각이 변조되어 자발적으로 형성된 미세 영역의 실험 사진을 [그림 11]에 나타내었다.

비틀린 네마틱 액정 모드는 중간 계조에서 액정층의 중간 경사각이 한 방향으로만 형성되게 되며 이 방향을 중심으로 투과율이 급격하게 떨어지게 되어 계조표시의 반전현상을 보이게 된다<sup>[11]</sup>. 따라서 앞서 선보인 중간 경사각이 변조되면서 나타난 미세영역은 비틀린 네마틱 액정의 개조표시 반전 현상을 획기적으로 없앨 수 있을 것으로 기대할 수 있다. [그림 12]에 일반적인 비틀린 네마틱 액정 모드와 표면 기하학 구조를 차용한 비틀린 네마틱 액정 모드의 중간 계조에서의 시야각 특성을 나타내었다. [그림 12]는 계조표시

반전현상의 원인이 되는 검게 나타나는 영역이 표면 기하학 구조를 차용함으로써 매우 감소하는 것을 뚜렷이 나타내고 있다. 이와 같은 결과들을 볼때 앞으로도 표면 기하학 격자 구조의 응용을 통해 차세대 액정 디스플레이의 기술개발에 크게 공헌할 수 있을 것으로 기대된다.

### III. 결 론

한국이 주도하고 있는 액정 디스플레이산업은 그 시장규모가 급속히 성장하고 있으며, 연간 10조원 이상의 매출을 올리는 주요 기간산업이다. 그러나 LCD TV용 패널 시장에서는 2002년 기준으로 일본 샤프사가 시장에서 55%의 시장 점유율로 1위를 차지하고 있으며, 원천기술의 확보 면에서도 일본이 앞서 나가고 있다. 향후 LCD 패널의 성장 잠재력이 모니터 보다는 TV쪽에 있음을 감안할 때, 광시야각과 고속응답이 가능한 독자 기술을 확보하게 되면 LCD 산업의 지속적 성장을 보장할 수 있게 된다. 앞에서 살펴본 바와 같이 본 연구진은 새로운 물질인 비카이랄 스멕틱 액정과 표면 조건을 이용한 신 모드 개발을 통해 HDTV용 디스플레이 개발에서의 고속 응답속도와 광시야각 획득을 위한 원천기술을 확보 할 수 있음을 보여 주었다. 이를 통해 첨단기술 분야에서의 고용창출과 안정적인 수익기반이 확보 될 것이며 HDTV등 고성능 디스플레이의 보급은 사람들이 정보를 더 쉽게 접하고 획득하게 함으로써 미래 지식정보기반 사회를 앞당기는데 기여할 것으로 기대된다. 또한 기존의 기술 선진국 등과 대등한 기술력을 확보하고, 대만 등 후발 경쟁국과의 기술격차를 벌여 확고한 경쟁우위를 점유할 수 있을 것으로 기대된다. 앞으로도 끊임없는 기술 개발을 통해 평판 TV 디스플레이 분야에서도 선구자가 되어야 할 것이다.

### 참 고 문 헌

- [1] Y. B. Kim and B. H. Kim, SID'00 Digest, 874 (2000).

- 
- [2] S.-T. Wu and C.-S. Wu, *J. Appl. Phys.* 66, 5297 (1989).
- [3] M. Hasegawa, *SID'97 Digest*, 669 (1997).
- [4] R. B. Meyer et al. , *J. Phys. Paris*, 36, L69 (1975).
- [5] M. Oh-e and K. Kondo, *Appl. Phys. Lett.* 67, 3895 (1995).
- [6] C.-J. Yu, J.-Y. Kim, S.-D. Lee, *Appl. Phys. Lett.* 83, 1918 (2003).
- [7] C. Jeong, C.-J. Yu, Y. Choi, M.-S. Jung, S.-D. Lee, *IMID'03 Digest*, 567 (2003).
- [8] J.-H. Park, T.-Young Yoon, W.-J. Lee, S.-D. Lee, *Mol. Cryst. Liq. Cryst.* 375, 433 (2002).
- [9] J.-H. Park, J.-H. Lee, D.-H. You, S.-D. Lee, *Mol. Cryst. Liq. Cryst.* 371, 231 (2001).
- [10] T.-Y. Yoon, J.-H. Park, J.S. Sim, S.-D. Lee, *Appl. Phys. Lett.* 81, 2361 (2002).
- [11] P. Yeh and C. Gu, *Optics of Liquid Crystal Displays* (Wiley, New York, 1999).