

전사배향기술을 이용한 네마틱액정의 고프리틸트각 발생에 관한 연구

서대식, 한정민*, 김진호, 이보호
송실대학교 공과대학 전기공학과

Investigation of High Pretilt Angle Generation in Nematic Liquid Crystal by Using Transcription alignment Techniques

Dae-Shik Seo, Jeong-Min Han, Jin-Ho Kim, and Bo-Ho Lee
Department of Electrical Engineering, College of Engineering, Soongsil University

Abstract - We investigated the transcription of liquid crystal (LC) alignment method by using memory effect of nematic (N) LC on polyimide (PI) surface with side chain as for non-rubbing alignment techniques. That the monodomain alignment of aligned NLC is observed by polarizing microscope textures in the cells on PI surface with side chain. We obtained that the pretilt angle of NLC are generated about 3.7 degree on PI surface. We suggest that the LC alignment by using transcription alignment method is attributed to memory effect of NLC on PI surface.

1. 서 론

최근, 20인치 이상의 대화면의 고휘질 TFT (thin-film-transistor)-LCD가 개발되면서 LCD소자에 대한 기대가 더욱 높아지고 있다. LCD소자의 응용에 있어서 액정배향의 효과는 전기광학 특성에 매우 중요한 역할을 하고 있다. 연구용 또는 실제의 LCD소자는 일반적으로 샌드위치형으로 되어 있고 그 안에 주입되어 봉합된 액정은 기판(배향막) 위의 표면 처리법에 의하여 한쪽 방향으로 균일하게 배열하게 된다.

그리고, 기판 표면 위에 액정 분자의 경사진 각도를 나타내는 프리틸트각(pretilt angle)은 twisted nematic (TN)-LCD소자에 있어 디스클리네이션(reverse tilt disclination) 등의 결함을 방지하는 역할을 하며 LCD소자의 특성에 중요한 기여를 하고 있다.^{1,2)} 표면 액정배향법은 LCD소자의 개발 당초부터 고분자막의 표면 위를 섬유질 등으로 한쪽 방향으로 문지름으로써 그 방향으로 액정분자를 배열시키는 방법인 러빙법(rubbing method)이 사용되어 왔다. 이 러빙법은 배향처리가 간편하고 대량생산에 적합, 배향이 안정, 그리고 프리틸트각의 제어가 용이 등의 장점을 가지고 있어 현재 거의 모든 LCD에 사용되고 있다. 그러나, 이 방법은 러빙시에 발생하는 정전기로 인하여

TFT-LCD에서 TFT소자를 파괴시키며 오물 등이 발생하는 등의 단점이 알려져 있어, 이전부터 러빙을 하지 않는 너러빙 액정 배향기술이 요구되어 왔다.³⁾

너러빙법에 의한 액정 분자의 배열에 관한 연구로 단분자막을 유리기판 위에 한 층씩 층층이 쌓아 박막을 만드는 Langmuir-Blodgett (LB) 법을 이용한 폴리이미드(PI)-LB법으로 액정분자를 배열시키는 방법이 제안되어 너러빙법의 중요성이 인식되었다.⁴⁾ 이러한 너러빙법은 최근 고분자막 위를 편광된 자외선 등을 조사하여 액정분자를 배열시키는 방법으로 발전하였으며 이 분야의 연구가 활발히 이루어지고 있다.

본 연구에서는 폴리이미드막에 있어서 네마틱 액정의 메모리작용을 이용하여 너러빙법으로 액정 분자를 한쪽 방향으로 균일하게 배열시키는 전사 액정배향법에 관하여 연구보고 하였다.

2. 실험

본 연구에서 사용한 폴리이미드는 측쇄형 배향제를 사용하였다. ITO 전극이 형성된 유리 기판 위에 스펠 코팅법을 이용하여 코팅 한 후 오븐에서 250℃에서 1시간 동안 열처리하여 폴리이미드막을 제작하였다. 전사 액정배향법에 의한 액정셀제작을 위하여 한쪽면 기판용으로 폴리이미드 러빙법을 사용한다.

본 실험에서는 한쪽 기판면으로 사용하는 러빙한 폴리이미드 배향막의 러빙에는 강한 러빙을 사용하였다. 즉 기판과 섬유질의 표면과 기판과의 접촉 거리인 M이 1.0mm이고, RS는 407mm를 사용하였다. 한쪽 기판면의 러빙회수는 1회와 3회를 각각 사용하였다. 폴리이미드막이 코팅된 기판 위를 강하게 러빙한 것과 러빙하지 않은 기판면을 약 30μm의 두께로 셀을 제작하고, mixture된 네마틱 액정 ZLI-4792 (T_c: 91℃)를 130℃로 조절된 핫플레이트위에서 등방(isotropic) 상태에서 주입하고 1시간동안 유지한 후 냉각시켜, 네마틱 액정 상태로 하여 액정셀을 제작하였다. 전사 배향법을 이용한 액정셀의 제작 공정을 그림 1에 나타낸다. 액정셀을 분리시킨 후 전사된 기판만으로 다시 액정셀을 제

작하였다. 그리고 기판 위의 액정분자의 경사진 각도인 액정의 프리틸트각은 결정회전법 (crystal rotation method)을 이용하여 실온에서 측정하였다.

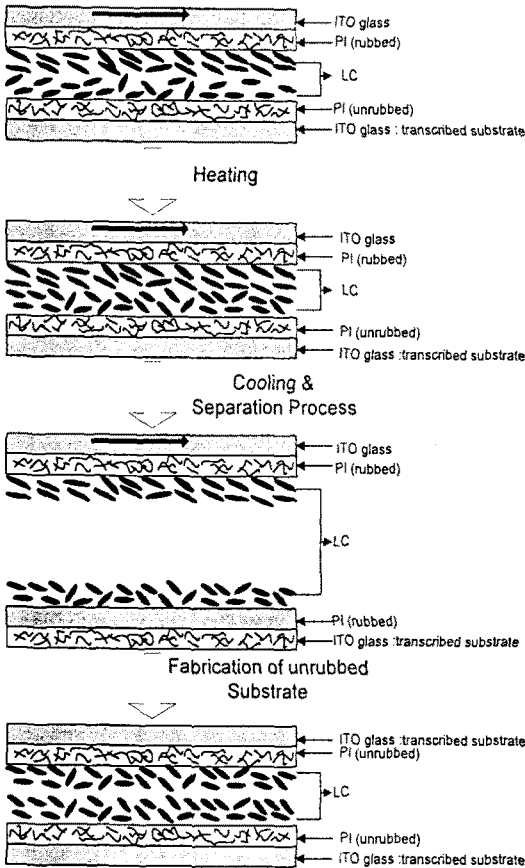


그림 1. 전사 배향법을 이용한 액정셀의 제작 프로세스

3. 결과 및 고찰

그림 2는 폴리이미드 배향막에 있어서 전사 배향법을 이용한 네마틱 액정배향의 상태를 편광현미경 사진을 나타낸다. 액정셀 전체에서 균일한 액정배향을 얻을 수 있음을 알 수 있었다.

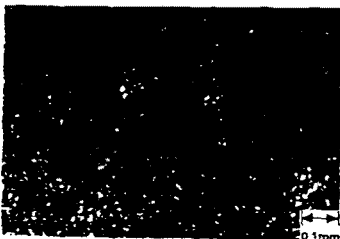


그림 2. 전사배향법을 이용한 액정셀의 편광현미경 관찰

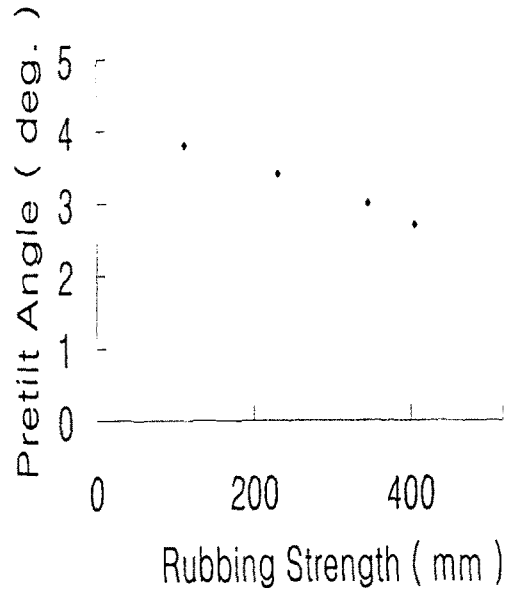


그림 3. 측쇄를 가진 배향막에서의 러빙강도와 프리틸트각 발생의 관계

그림 3에 측쇄를 가진 배향막에서의 액정의 프리틸트각의 러빙의존성을 나타내었다. 러빙강도가 증가함에 따라 액정의 프리틸트각이 감소하는 경향을 보이고 있으며, 이는 측쇄기가 기인한 것으로 생각된다.

전사 배향법을 이용한 액정셀에 있어서의 액정의 프리틸트각의 발생을 표 1에 나타낸다. 전사기판을 만들때 한쪽 기판의 러빙회수가 1회일 때 액정의 프리틸트각이 약 1.2~3.7° 발생하였다. 그림 3에 나타낸 바와 같이 같은 배향막을 양면러빙한 액정셀에 있어서의 액정의 프리틸트각은 4° 정도로 거의 같은 크기를 나타내고 있다. 이 크기는 디스클리네이션을 방지할 수 있으며 LCD소자에 응용이 가능한 크기임을 알 수 있다. 그리고 본래의 러빙기판을 러빙회수를 증가시키면 액정의 프리틸트각이 감소하는 경향을 나타내었다. 이것은 러빙강도에 의하여 측쇄의 기여로 인한 표면제적최소효과에 기인한 것으로 생각할 수 있다.

one-side rubbing times	pretilt angles (°)
one time	1.2~3.69°
three times	0.25~2.28°

표 1. 전사배향기술을 이용한 한쪽기판면의 러빙회수의 변화에 의한 네마틱액정의 프리틸트각 발생

일반적으로 액정배향의 기구에는 Groove(홈) 이론설, 배제체적최소효과, 이방성분산력, 액정분자의 고분자막에 흡착에 의한 메모리효과 등이 알려져 있다⁵⁾. 액정 분자의 고분자막에의 흡착에 의한 메모리효과는 등방상태의 액정 분자를 고분자막(폴리이미드막 또는 무기물질막)을 코팅한 셀에 주입하여 네마틱 액정 상태까지 냉각하면 최초의 네마틱 액정 분자의 방향에 배향 방향의 메모리 작용이 일어나, 네마틱 액정 분자는 그 방향으로 배열한다. 이것은 네마틱 액정 분자의 흡착 또는 고분자막에의 침투로서 설명할 수 있다. 이러한 액정 분자의 침투 작용에 의해 고분자막에 복굴절을 Δn 이 발생한다고 생각할 수 있다. 즉, 전사 배향법에 의한 액정배향은 액정 분자의 고분자막에 흡착에 의한 메모리 작용으로 설명 할 수 있다. 그리고 이 전사 배향법은 액정 주입시의 주입법에 의하여 액정배향의 상태와 소자의 특성이 다소 변화하는 것을 알 수 있었으며 앞으로 이러한 액정 주입법을 고려하면 전사 배향법에 의한 LCD소자의 특성도 많이 향상 되어질 것으로 기대된다.

4. 결 론

본 연구에서는 폴리이미드막에 있어서 네마틱 액정의 메모리 효과를 이용한 전사 배향 기술에 관하여 연구하였다. 측쇄형 폴리이미드막을 이용하여 배향막 표면을 러빙 하지 않는 전사 배향 기술에 성공하였으며, 이 방법으로 제작된 액정셀은 편광현미경으로 관찰한 결과 균일한 액정배향 특성을 나타내었다. 그리고 전사배향법을 이용한 액정셀에 있어서 네마틱 액정의 프리틸트각이 약 3.7° 를 발생하였으며 같은 배향막을 양면 러빙한 액정셀의 경우에는 약 4° 정도로 나타냄을 알 수 있었다. 그리고 전사 액정 배향 기술은 네마틱 액정분자가 고분자막에 흡착되는 메모리 효과를 이용한 것으로, 향후 이 방법을 좀더 연구 개발하면 프리틸트각의 향상은 물론 전기광학특성 등의 향상도 기대되어진다.

참고 문헌

- [1] D.-S. Seo, K. Muroi, and S. Kobayashi, "Generation of the pretilt angles 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, 223 (1992)
- [2] D.-S. Seo, S. Kobayashi, and M. Nishikawa, "temperature dependence of the polar anchoring strength of weakly rubbed polyimide films for nematic liquid crystal(5CB)", Appl. Phys. Lett. ,Vol. 61, 2392 (1992)
- [3] H. Matsuda, D.-S. Seo, N. Yoshida, K. Fujibayashi, and S. Kobayashi, "Estimation of the static electricity and retardation produced by the rubbing polyimide and polyamide films with different fabrics", Mol. Cryst. Liq. Cryst. , Vol. 264, 23 (1995)
- [4] D.-S. Seo, S. Kobayashi, D.-Y. Kang, and H.Yokoyama, "Effect of rubbing and temperature dependence of polar anchoring strength of homogeneously aligned nematic liquid crystals on polyimide Langmuir-Blodgett orientation films", Jpn. J. Appl. Phys. ,Vol. 34, 3607 (1995)
- [5] 서대식, "액정 디스플레이의 분자배향 기술의 최신동향", 한국 전기전자 재료학회, Vol. 10, 68 (1997)