

미세 위상지연 정밀 측정을 사용한 LCD 배향막의 배향 특성 결정

Determination of photo-alignment characteristics for LCD alignment layers with measurement of low phase retardation

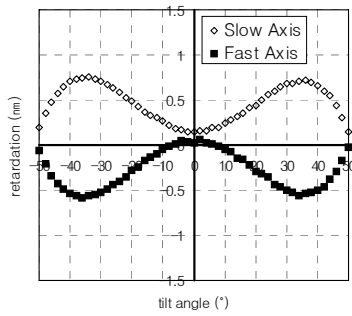
신유식, 류장위, 변영섭, 김용기*, 김상열
아주대학교 분자과학기술학과, 삼성전자 첨단기술연수소*
com4ys@ajou.ac.kr

액정 디스플레이(LCD)의 액정 기판에는 액정 분자를 일정한 방향으로 배열하고 제어하기 위해 배향막(alignment layer)이 도입되어 있다. 배향막은 유리 기판 위에 폴리이미드(Polyimide) 등의 고분자 물질을 수십 나노미터의 두께로 코팅하고 기계적으로 마찰하는 방법을 사용해 제조해 왔으나, 최근 패널이 대형화하면서 균일한 배향품질을 얻기에 불리한 점이 있다. 더구나 IPS 모드(in-plane switching mode) 등 넓은 시야각 특성을 얻기 위한 정밀 배향 필요성 증대에 따라 이온빔이나 자외선 조사 등 비접촉식 제조방법이 연구, 활용되고 있다. LCD에서 액정의 배열은 배향막의 배향축과 배향정도에 크게 의존하게 되는데, 배향막의 광학이방성이 매우 작아 액정 주입 전에 배향축을 정확히 측정하는 것은 쉽지 않다. 배향막의 배향축을 사전에 정확히 알면 패널 제조시에 여러 구성요소들의 광축을 정밀하게 정렬하여 디스플레이의 화질을 향상시키는데 도움이 될 것이다.

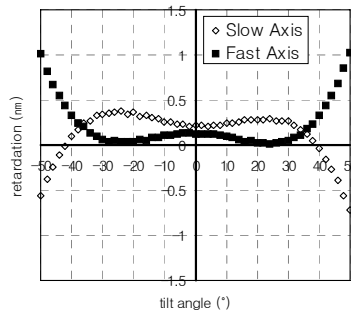
본 연구에서는 투과형 타원계(transmission ellipsometer)의 원리를 이용해 제작한 위상지연 측정 장비로 여러 각도에서 배향막의 미세한 두께방향 위상지연 값들(R_{in} , R_{th})을 측정하였고(1) 확장된 존스 행렬 계산법(Extended Jones Matrix Calculation)으로 그 측정결과를 해석하였다.(2)(3) 시료는 기계적 배향시 러빙 강도(rubbing strength)를 변형시킨 것과 이온빔의 조사 강도를 변화시키며 만든 것이다.

그림 1과 2는 이온빔 조사 강도와 기계적 러빙 강도를 변화시킨 시료들을 시료의 광축과 나란한 방향(slow axis), 그리고 광축에 수직인 방향(fast axis)에 따라 빛의 입사각을 변화시키며 측정한 것이다.(4) 배향막의 러빙 강도가 약할 때에는 광축에 대해 M 또는 W자 모양의 위상지연 곡선이 관찰되었으나, 러빙 강도가 증가하면 시료의 광학이방성이 변화하면서 o-plate 형태의 보상판(compensator)처럼 두께방향 위상지연이 발생함을 확인하였다. 이를 확장된 존스 행렬 계산법을 이용, 유리 기판과 폴리이미드 층의 두께와 굴절률, 그리고 광축을 변화시키며 수치 해석한 결과 측정값에서 보이는 위상지연 값 곡선의 변화 양상과 동일한 결과를 얻었다.

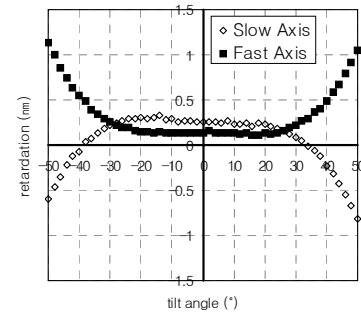
본 연구를 통해 미세한 위상지연을 갖는 복합 매질로 이루어진 광학판의 위상지연 효과를 입사각을 변화시키며 측정하고 분석한 결과를 통해 광학판의 구조를 파악할 수 있으리라 기대한다.



(a) Plain glass

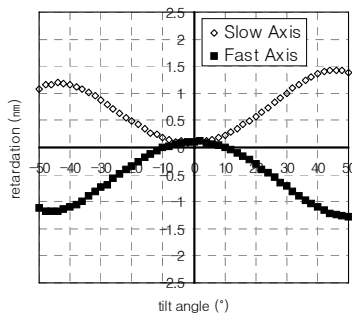


(b) 500 eV ion beam

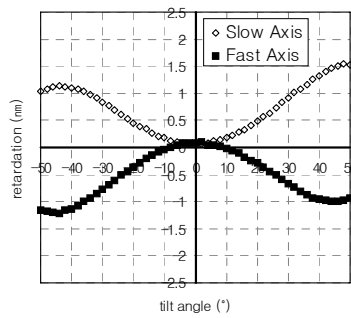


(c) 1000 eV ion beam

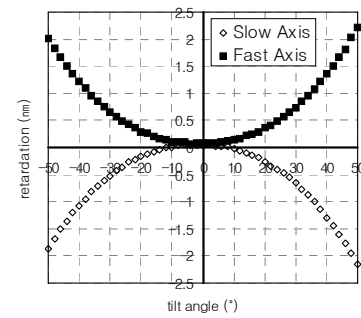
그림 1. 이온빔의 조사 강도와 입사각 변화에 따른 위상지연 값 변화



(a) Rubbed by 200 rpm



(b) Rubbed by 400 rpm



(c) Rubbed by 600 rpm

그림 2. 기계적 러빙 강도와 입사각 변화에 따른 위상지연 값 변화

1. 안성혁, 김상준, 김상열, “편광법을 이용한 LCD 편광판과 보상판의 광축 정렬오차 측정”, 한국광학회지 15, 527-530 (2004).
2. 류장위, 신유식, 김용기, 안성혁, 김상열, “이방성 매질의 편광투과특성 분석을 위한 확장된 존스 행렬식의 개선”, 한국광학회지 19, 150-158 (2008).
3. P. Yeh and C. Gu, Optics of Liquid Crystal Displays, John Wiley & Sons, 306-356 (1999).
4. D. K. Yang, S. T. Wu, Fundamentals of Liquid Crystal Devices, John Wiley & Sons, 209-210 (2006).