

# 새로운 틸트제어법을 이용한 하이브리드 네마틱 액정 셀의 전기광학특성

김강우, 황정연, 김종환, 김영환, 서대식  
연세대학교

## Electro-optic Characteristics of Hybrid-aligned Nematic Cell Using Novel Tilt Angle Control Method

Kang-Woo Kim, Jeoung-Yeon Hwang, Jong-Hwan Kim, Young-Hwan Kim and Dae-Shik Seo  
Yonsei Univ.

### Abstract

In this study, we designed HAN(hybrid-aligned nemtatic) cell using novel tilt angle control method. It was possible to make novel HAN cell using a single polyimide by hot plate baking method. This new HAN cells showed slower response time as compared with conventional HAN cell. However, the alignment state and V-T curve of HAN cell using novel method were acceptable. Also, it showed better C-V characteristic than that of conventional HAN cell.

**Key Words** : hybrid-aligned nematic, polyimide(PI), EO characteristics, residual DC

### 1. 서론

현재 TFT-LCD는 액정모니터, 노트북 PC, GPS(global positioning system) 등의 다양한 정보 디스플레이 소자에 적용되고 있다. 하지만 최근 수요가 늘고 있는 LCD TV의 구현을 위해서는 화면의 대형화와 고속응답 등을 해결할 필요가 있다. 이러한 고성능을 구현하기 위하여 LCD의 소자 특성을 향상시키는 것은 매우 중요하다.

이를 위해, IPS(in-plane switch)[1], OCB(optically compensated birefringence)[2], HAN(hybrid-aligned nematic)[3], VA(vertical alignment)[4,5] 등 다양한 모드들이 개발되었는데, 이 중 HAN 모드는 수직 배향과 수평 배향을 결합한 형태의 독특한 구조로 고속 응답을 위한 연구가 진행 중이다. 본 연구에서는 기존의 방법이 아닌 새로운 틸트 제어법을 이용한 HAN 셀을 제작하여 배향상태를 분석하고 전기광학특성과 잔류 DC 특성을 평가하였다.

### 2. 실험

본 실험에서 사용한 폴리이미드는 일본 JSR 회사의 두 수직 폴리이미드(JALS684, AL00010)와 일본 Nissan chemical Industrial Co.의 수평 폴리이미드(SE7492)를 사용하였다. 폴리이미드는 ITO(indium-tin oxide) 기판 위에 스펀코팅법을 이용하여 코팅하였다. 기존 방식을 이용한 HAN 셀 제작을 위해 AL00010과 SE7492는 오븐에서 220℃에서 1시간 동안 소성하여 폴리이미드막을 제작하였고, 새로운 방법으로 HAN 셀을 제작하기 위해 JAL684는 핫플레이트에서 10분~120분 동안 소성하였다. 폴리이미드 표면은 러빙법을 이용해 각각 러빙처리하였다. 러빙강도 (Rubbing strength:RS)는 아래와 같이 정의한다[6].

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

(N=러빙회수, M=섬유 기판과의 접촉거리, n=러빙롤러의 회전수, v=기판의 이동속도)

프리틸트각 측정을 위하여 러빙처리된 폴리이미드 표면을 anti-parallel 구조의 샌드위치형으로 제작하였으며 두께는 약 60 $\mu\text{m}$  정도로 조절하였다. 전기광학 특성 측정 위한 HAN 셀을 제작하기 위해, 셀 두께를 4.0 $\mu\text{m}$ 로 조절하였으며, 사용한 네마틱 액정은 유전율 이방성이 정(+) $\Delta n=0.1626$  with pitch for Merck)을 사용하였다. 프리틸트각은 결정회전법을 사용하여 실온에서 측정하였으며, 제작한 HAN 셀의 전압-투과율 및 응답 특성은 실온에서 측정하였다. 잔류 DC는 잔류 DC 측정 시스템 (RDMS-200, SEM, Co)을 사용하여 측정하였다.

### 3. 결과 및 고찰

표 1은 240  $^{\circ}\text{C}$ 의 핫플레이트에서 소성한 폴리이미드 표면에서의 러빙강도가 54 mm 일때의 액정의 프리틸트각을 나타내었다. 정(+) $\Delta n$ 의 네마틱 액정을 사용한 액정셀은 소성 시간이 길어질수록 낮은 틸트각을 나타내었다. 10분 동안 소성한 경우 원래의 방법으로 오븐에서 1시간 동안 소성할 때와 유사한 프리틸트 각을 얻을 수 있었지만, 1시간 이상 가열할 경우 수평 폴리이미드의 프리틸트 각 정도로 떨어졌다. 이것은 네마틱 액정의 수평방향의 유전율이 현저하게 증가함에 따라 배제체적 상호작용이 크게 증가함으로써 낮은 틸트각이 발생한 것으로 보인다. 또한 소성 온도와 시간이 증가함에 따라 폴리머의 side chain에 stress에 의해 수직 배향력의 감소로 인하여 정(+) $\Delta n$ 의 네마틱 액정에서 매우 낮은 틸트각이 발생한다고 생각할 수 있다.

표 1. 소성온도에 따른 수직 폴리이미드 표면에서의 액정의 유전율 이방성에 따른 네마틱액정의 틸트각.

Table 1. NLC tilt angles on homeotropic polyimide surface as a function of dielectric anisotropic of LC according to the baking temperature

Mode	Baking Time(min.)	Tilt angle
상판(공통)	10	80.2
하판 1	80	18.1
하판 2	100	11.1
하판 3	120	8.4

이러한 방법을 이용하여 상판과 하판을 각각 수직, 수평 배향한 액정셀을 제작하였다. 제작한 Novel HAN mode는 아래와 같다

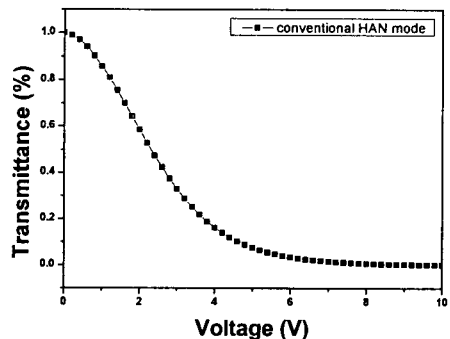
표 2. 여러가지 새로운 하이브리드 셀의 종류.

Table 1. NLC tilt angles on homeotropic polyimide surface as a function of dielectric anisotropic of LC according to the baking temperature

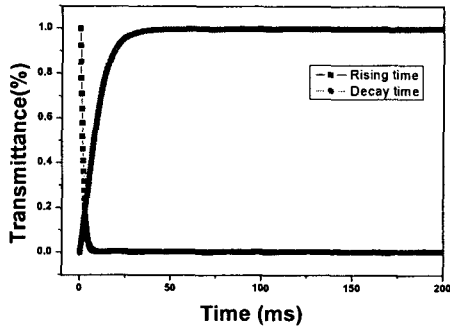
Mode	상판	하판
Novel HAN mode 1	공통(80.2 $^{\circ}$ )	하판1 (18.1 $^{\circ}$ )
Novel HAN mode 2	공통(80.2 $^{\circ}$ )	하판2 (11.1 $^{\circ}$ )
Novel HAN mode 3	공통(80.2 $^{\circ}$ )	하판3 (8.4 $^{\circ}$ )

먼저 비교를 위해 실제 수직 폴리이미드와 수평 폴리이미드로 제작한 HAN 셀의 전기광학특성과 잔류 DC 특성을 측정하였다.

그림 1과 2에서는 기존의 방법으로 제작한 HAN 셀과 새로운 방법으로 제작한 셀의 전압-투과율 곡선과 응답속도 특성을 나타내었다. 그림에서 볼 수 있듯이 두 가지 경우 모두 안정적인 V-T 곡선과 응답 특성을 나타내었다.

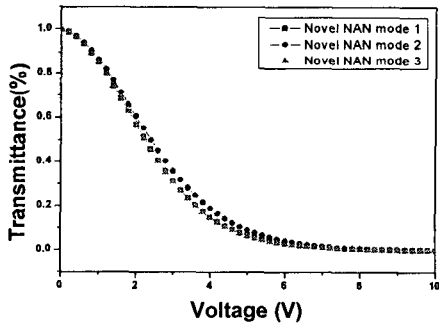


(a) V-T

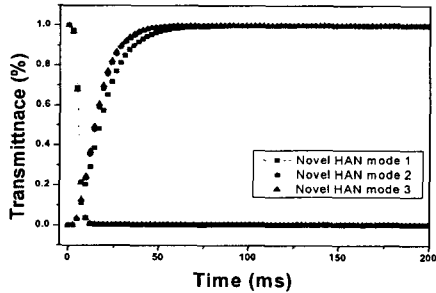


(b) RT

그림 1. 기존 방법으로 제작된 HAN셀의 EO특성.  
Fig. 2. EO characteristics of the rubbing aligned HAN cell using conventional method.



(a) V-T



(b) RT

그림 2. 새로운 방법으로 제작된 HAN 셀의 EO 특성  
Fig. 2. EO characteristics of the rubbing aligned HAN cell using novel method.

기존의 방법으로 제작한 HAN 셀이 새로운 방법으로 제작한 셀보다 더 빠른 응답 속도를 나타내었다.

표 2. 2가지 방법을 이용한 HAN cell의 응답속도.  
Table 2. Response times for the rubbing aligned HAN cells using two kinds of methods.

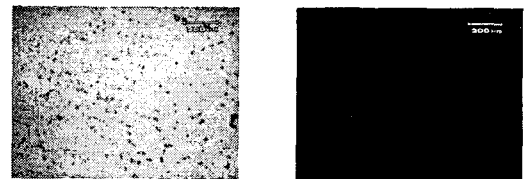
Method		Time		
		Rising time $\tau_r$ (ms)	Decay time $\tau_d$ (ms)	Response time $\tau$ (ms)
Conventional Method		3.3	16.84	20.14
Novel Method (Baking Time)	80(min)	4.8	29.13	33.93
	100(min)	4.8	22.90	27.70
	120(min)	4.7	22.39	27.09

그림 3에서 볼 수 있듯이 새로운 방법으로 만든 HAN 셀은 기존의 방법으로 만든 HAN 셀과 같이 양호한 배향 상태를 나타내었다. 최적화된 액정셀을 설계하고 보상필름을 사용한다면 보다 정확한 white/black 상태를 구현할 수 있을 것이다.



off state on state

(a) conventional HAN cell



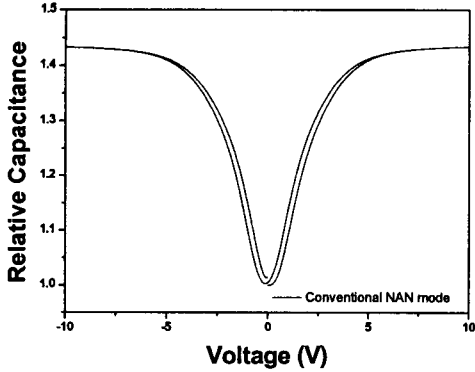
off state on state

(b) HAN cell using novel method

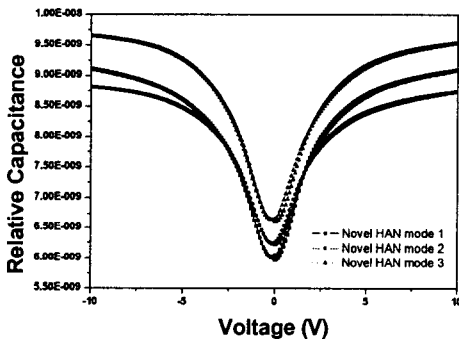
그림 3. 기존 방법과 새로운 으로 제작된 HAN 셀의 편광 현미경 사진 (편광자는 배향방향과 45도 직교 상태).

Fig. 3. Microphotographs of the rubbing aligned HAN cells using two kinds of methods (in crossed Nicols).

그림 4는 기존 방법과 새로운 방법으로 제작된 HAN 셀의 잔류 DC 특성을 나타내었다.



(a) conventional HAN cell



(b) HAN cell using novel method

그림 4. 기존 방법과 새로운 방법으로 제작된 HAN 셀의 C-V 특성.

Fig. 4. The capacitance-voltage (C-V) characteristics of the rubbing aligned HAN cells using two kinds of methods.

#### 4. 결론

본 연구에서는 러빙 처리한 수직 폴리이미드에서의 네마틱 액정의 새로운 틸트 제어 방법을 이용하여 HAN 모드의 액정셀을 제작하였다. 이 새로운 방법으로 제작된 HAN 셀은 기존의 방법을 사용한 셀에 비해 느린 응답 속도를 나타내었지만 안정된 배향 상태를 보였고 더 나은 잔류 DC 특성을 나타내었다. 셀 설계를 최적화한다면 보다 뛰

어난 성능을 나타낼 것이다. 이처럼 한 가지 폴리이미드를 사용하여 간단한 방식으로 HAN 셀을 제작할 수 있는 방법은 LCD 셀 제작 공정을 보다 간단하게 할 수 있을 것으로 기대된다.

#### 감사의 글

본 연구는 과학기술부 국가지정연구실사업(M1-0412-00-0008)과 2002년도 두뇌한국21사업에 의하여 지원되었습니다.

#### 참고 문헌

- [1] 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.
- [2] T. Miyashita, Y. Yamaguchi, and T. Uchida, "Wide-viewing-angle display mode using bend-alignment liquid crystal liquid crystal cell", *Jpn. J. Appl. Phys.*, Vol 34, No. 2A. p. 177, 1995.
- [3] S. Matsumoto, M. Kawamoto and K. Mizunoya, "Field-induced deformation of hybrid-aligned nematic liquid crystals: New multicolor liquid crystal display", *J. Appl. Phys.*, 47, p. 3842, 1976.
- [4] Y. Koike, S. Kataoka, T. Sasaki, H. Chida, A. Takeda, K. Ohmuro, T. Sasabayashi, and K. Okamoto, "A vertically aligned LCD providing super-high image quality", *IDW'97*, p. 159, 1997.
- [5] 이정호, 서대식, "새로운 VA- $\pi$  셀 모드를 이용한 광시야각과 고속응답에 관한 연구", *전기전자재료학회논문지*, 13권, 4호, p. 332, 2000.
- [6] M. Kimura, S. Nakata, Y. Makita, Y. matsuki, A. Kumano, Y. Takeuchi, and H. Yokoyama, "Strong liquid crystal anchoring on photo-alignment copolymer films containing  $\omega$ -(4-chalconyloxy)alkyl side groups", *Jpn. J. Appl. Phys.*, Vol. 40, No. 4A, p. L352, 2001.