

전압가변에 의한 PDLC 필름 투과도에 대한 연구

이주찬, 목형수, 이진우
 건국대학교, (주)리비콘

A Study on the Transmittance of PDLC Film by Variable Voltage

Juchan Lee, Hyung soo Mok, Jin woo Lee
 Konkuk University, LIVICON CO.,LTD.

ABSTRACT

이 논문은 Polymer Dispersed Liquid Crystal (PDLC) 필름 구동방식을 제안한다. 현재 시스템은 변압기를 사용하여 PDLC를 구동시켜 전압가변이 힘들어 ON/OFF 기능으로만 사용된다. 하지만 변압기를 사용하지 않고 인버터를 사용하면 전압가변이 용이하여 PDLC 필름의 투과도 조절이 용이하다. 인버터를 사용한 토폴로지에서 출력전압을 정현파로 출력하게 되면 필터가 추가되어 하드웨어 제작 시 추가적인 비용이 발생하고 하드웨어의 부피가 증가하게 된다. 그래서 필터가 사용되지 않는 구형파 구동방식을 선정하였다. 이를 실험을 통해 보여준다.

1. 서론

Polymer Dispersed Liquid Crystal (PDLC)는 최근 몇 년간 연구되어 디스플레이, 스위치 윈도우 및 기타 장치에 응용되기 시작한 새로운 유형의 Light shutter이다. 이 물질은 중합체 매트릭스에 분산된 네마틱 액정 방울로 이루어져 광학 특성은 방울의 전기적으로 제어된 광 산란 특성을 기반으로 한다.^[1]

네마틱 액정 방울은 빛을 강하게 산란시켜 전기장이 인가되지 않은 상태에서는 네마틱 방울이 무작위로 유지되어 PDLC 필름은 불투명 상태(Off state)가 되고 전기장이 인가되면 배열되면서 정렬되어 투명한 상태(On state)가 된다.^[2]

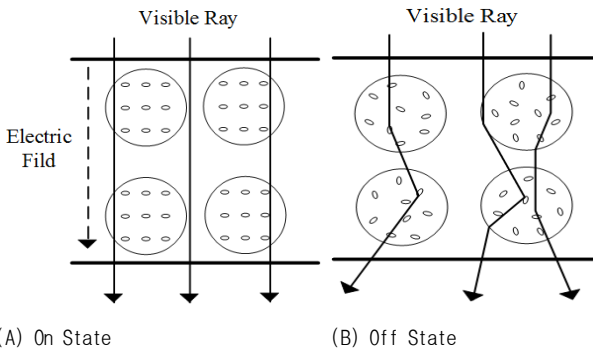


그림 1 PDLC의 동작원리
 Fig. 1 Operation principle of PDLC

기존 변압기를 사용하는 토폴로지는 전압변화가 어렵기 때문에 다양한 투과도를 나타내기가 어렵다. 따라서 본 논문에서

는 인버터를 사용하여 전압가변에 의한 투과도 변화에 대한 연구를 소개한다.

2. 본론

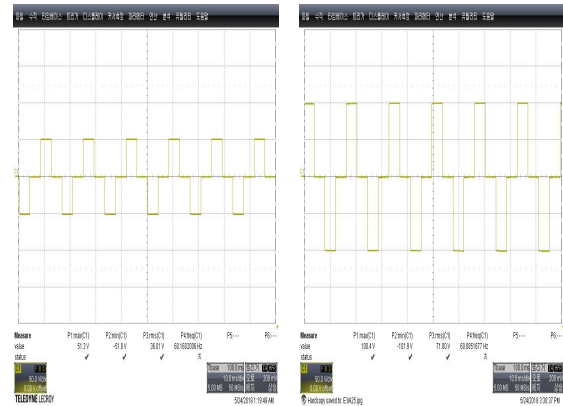
2.1 입력전압

PDLC 필름을 구동하기 위한 입력전압의 방식은 구형파와 구동방식을 선정하였다. 구형파와 구동방식을 선택한 이유는 PDLC 필름을 구동시키기 위해 기존의 변압기를 사용한 토폴로지보다 전압가변이 용이한 인버터를 사용한 토폴로지를 사용하였다. 인버터를 사용하여 출력전압을 정현파로 출력하려면 추가적으로 필터가 사용된다. 필터를 추가하여 하드웨어를 제작 시 비용이 증가하게 되며, 하드웨어의 부피 또한 증가하게 된다. 따라서 필터가 사용되지 않는 구형파 구동방식을 선정하였다.

또한 전압가변 방식은 구형파의 DC 링크 전압의 크기를 조절하여 PDLC 필름에 입력전압의 크기를 조절한다.

Liquid Crystal Display (LCD)는 DC전압이 존재하는 경우, 전압의 비대칭성으로 인해 Cell내의 불순물 이온이 전기장의 작용에 따라 전극 쪽으로 이동하며 불균형화가 일어나 잔상을 발생시키고 LCD의 수명을 단축시킨다. 따라서 +, -를 교번하는 Bipolar 형태의 구형파를 PDLC 필름에 입력전압으로 사용하였다.^[3, 4]

PDLC 필름에 인가되는 전압의 파형은 그림 2와 같다.



(A) DC 링크 전압 50 [V] (B) DC 링크 전압 100 [V]
 (A) DC Link Voltage 50 [V] (B) DC Link Voltage 100 [V]

그림 2 PDLC 필름 인가전압 파형
 Fig. 2 The voltage applied to PDLC film

2.2 전압가변에 따른 투과도 변화 실험

그림 2와 같이 DC 링크 전압의 크기를 조절하여 PDLC 필름에 인가되는 전압을 가변하였다. 전압가변을 하며 투과도 측정을 한 결과는 표 2 와 그림 3, 4와 같다. 실험조건은 표 1과 같다.

표 1 전압가변에 따른 PDLC 필름 투과도 실험조건
Table 1 Experimental conditions of PDLC film transmittance according to voltage

PDLC Film 표본크기	210mm x 297mm (A4 size)
입력 전압	0 ~ 100 [V], 10 [V] 씩 가변
입력 주파수	60 [Hz]
듀티비	50 [%]
측정장비	KONICA MINOLTA 사의 SPECTROPHOTOMETER CM 3500d

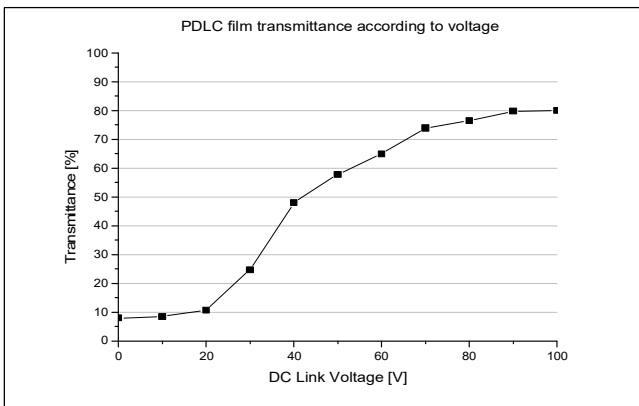
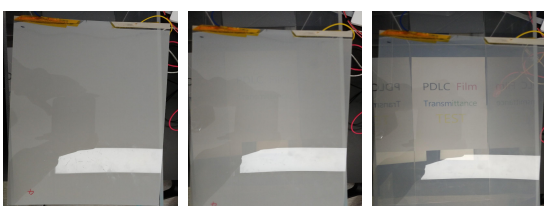


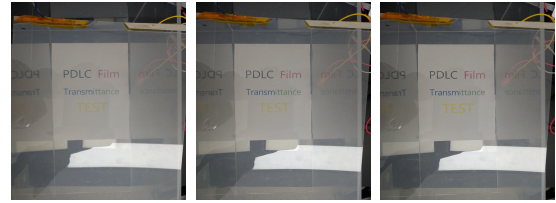
그림 3 전압가변에 따른 PDLC 필름 투과도 (1)
Fig. 3 PDLC film transmittance according to voltage (1)

표 2 전압가변에 따른 PDLC 필름 투과도 (2)
Table 2 PDLC film transmittance according to voltage (2)

DC 링크 전압 [V]	투과도 [%]
공기	100.00
0	7.95
10	8.44
20	10.68
30	24.70
40	48.00
50	57.95
60	64.96
70	73.96
80	76.55
90	79.79
100	80.13



(A) 0 [V] (B) 20 [V] (C) 40 [V]



(D) 60 [V] (E) 80 [V] (F) 100 [V]

그림 4 전압가변에 따른 필름 투과도 (3)

(A) ~ (F) DC 링크 전압 가변

Fig. 4 PDLC film transmittance according to voltage

(A) ~ (F) DC Link Voltage variation

표 2, 그림 3, 4의 결과에서 보았듯이 PDLC 필름에 구형과 형태의 전압을 인가하여 PDLC 필름이 동작하는 것을 확인하였다. 또한 DC 링크 전압을 가변시켜 PDLC 필름의 투과도가 변하는 것과 일정 전압 레벨 이상에서는 투과도가 증가하지 않고 수렴하는 것을 확인 할 수 있다.

3. 결론

본 논문에서는 전압가변에 따른 PDLC 필름의 투과도 변화에 대해 분석하였다. PDLC 필름은 전압의 크기에 의해 투과도가 변경되며, 일정 전압 레벨 이상에서는 투과도가 수렴하는 것을 실험을 통해 확인하였다. 또한 PDLC 필름의 투과도를 조절하기 위해 DC 링크 전압을 가변시켜 원하는 정도의 투과도로 조절 가능한 것을 실험을 통해 확인하였다. 이러한 PDLC 필름의 특성을 이용하여 디스플레이, 스마트 윈도우 등의 다양한 분야에서 사용가능할 것으로 예상된다.

본 연구는 2017년도 산업통상자원부의 재원으로 한국에너지기술연구원(KETEP)의 에너지인력양성사업으로 지원받아 수행한 인력양성 성과입니다. (No.20174030201660)

참고 문헌

- [1] Bao Gang Wu, John H. Erdmann and J. William Doane, "Response times and voltages for PDLC light shutters", *Liquid Crystals*, Vol.5, No.5, pp1453 1465, 1989.
- [2] Ray Hasegawa, Masanori Sakamoto, and Hideyuki Sasaki, "Dynamic Analysis of Polymer Dispersed Liquid Crystal by Infrared Spectroscopy", *Applied Spectroscopy*, Vol.47, No.9, pp1386 1389, 1993.
- [3] S. J. Chang, W. J. Lai, C.M. Lin and Andy Y. G. Fuh, "Polymer dispersed liquid crystal display device for projection high definition television application", *Macromolecular Symposia*, Vol.84, pp159 166, 1994.
- [4] Masanobu Mizusaki, Tetsuya Miyashita, and Tatsuo Uchida, "Behavior of ion affecting image sticking on liquid crystal displays under application of direct current voltage", *Journal of Applied Physics*, Vol.108, 104903 (2010)