

구형파 구동방식에 따른 PDLC의 전기광학적 특성 비교

이주찬, 목형수
건국대학교

The electro-optical characteristic comparison according to square wave driving method of PDLC

Ju chan Lee, Hyung soo Mok
Konkuk University

ABSTRACT

본 논문은 Polymer Dispersed Liquid Crystal(PDLC)의 구형파 구동방식에 따른 전기광학적 특성을 비교한다. 현재 PDLC는 변압기를 사용하여 전압가변이 힘들어 ON/OFF 기능으로만 사용한다. PDLC 구동시스템에 전력변환장치를 적용하면 전압가변이 용이하여 PDLC의 투과도 조절이 가능하다. 구형파 구동방식 중 인버터의 DC Link Voltage를 가변하는 방식과 Duty ratio를 가변하는 두 방식의 전기광학적 특성을 비교하였다. 이를 실험을 통하여 전기광학적 특성을 분석하였다.

기존의 구동방식은 변압기를 사용하여 PDLC를 구동한다. 변압기를 사용함으로써 전압가변이 불가능하여 ON/OFF 동작만 가능하다. 이러한 문제점을 해결하기위해 PDLC 구동시스템에 인버터를 적용을 제안한다. 또한 인버터의 출력전압과형을 square wave(구형파)를 사용해 DC링크전압과 듀티비를 조절에 따른 PDLC의 투과도 변화를 실험을 통해 분석한다.

2. 구동시스템

본 논문에서 제안한 PDLC 구동시스템의 토폴로지는 그림 2와 같다.

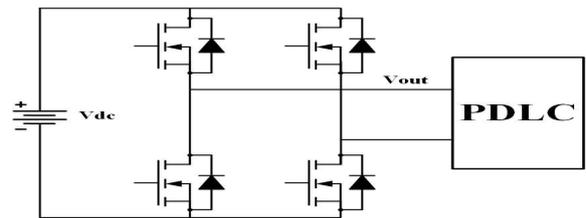


그림 2 구형파 구동을 위한 단상 풀-브릿지 인버터 토폴로지
Fig. 2 Single phase full-bridge inverter topology

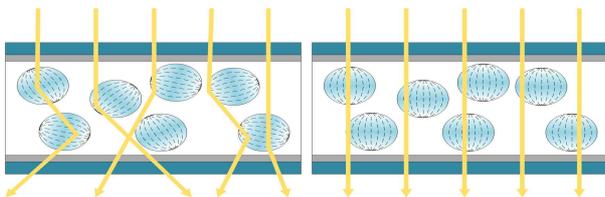
1. 서론

1.1 연구배경

최근 환경오염에 대한 관심이 증가하여 효율적인 에너지 운용을 위해 스마트윈도우 기술이 각광받고 있다. PDLC는 전기장의 인가/미인가에 따라 투명/불투명이 변화하는 특징을 가져 스마트윈도우의 기술로 사용한다. 스마트윈도우는 외부에서 인가되는 빛의 양을 조절함으로써 건물의 냉난방 부하를 줄여 에너지 소비를 감소시킨다.[1]

1.2 구동원리

PDLC는 고분자 매트릭스에 nematic(네마틱) 액정으로 구성되어 전기장이 인가 시에는 액정이 전기장의 방향으로 정렬하여 투명한 상태가 되며, 전기장이 미 인가 시에는 네마틱 액정이 무작위로 배열되어 빛을 산란시켜 불투명한 상태가 된다.[2] 그림 1은 PDLC의 구동원리를 보여준다.



(a) 전기장 미 인가(off state) (b) 전기장 인가(on state)
그림 1 PDLC의 구동원리
Fig. 1 Driving principle of PDLC

PDLC를 구동하기 위해 직류(DC)전압을 인가하게 되면 수명이 단축되고 잔상이 일어나는 문제점이 있어 교류(AC)전압을 사용하여 구동한다.[3,4] 따라서 AC전압을 만들어 주기위해

3. 실험

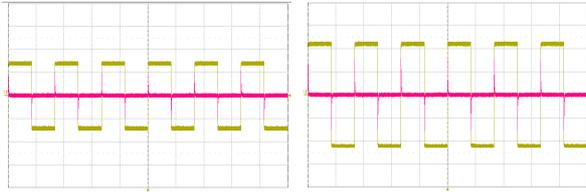
인버터의 구형파의 실험 1은 듀티는 100%로 고정하고 DC 링크전압을 가변하여 실험을 진행하였고, 실험 2는 DC링크전압을 110V로 고정하고, 듀티비를 0~100%로 가변하여 실험을 진행하였다. 투과도 실험 조건은 표 1과 같다.

표 1 PDLC 필름의 투과도 실험 조건

Table 1 Experimental conditions of PDLC film transmittance

PDLC film size	A4 size (210mm x 297mm)	
Measuring device	KONICA MINOLTA 社の SPECTROPHOTOMETER CM-3500d	
Experiment	Experiment 1	Experiment 2
DC link voltage	0~110 [V]	110 [V]
Duty ratio	100 [%]	0~100 [%]

듀티비를 100%로 고정하고 DC링크전압을 가변에 따른 PDLC 필름의 투과도 측정결과는 그림 3과 표 2와 같다.



(a) DC링크전압 : 70V (b) DC링크전압 : 110V

그림 3 DC링크전압 가변에 따른 인버터 출력전압 파형

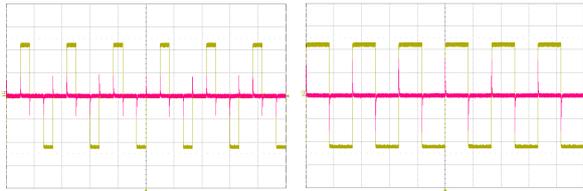
Fig. 3 Inverter output voltage waveform according to DC link voltage variable

표 2 DC링크전압 가변에 따른 PDLC 필름의 투과도

Table 2 Transmittance of PDLC film according to DC link voltage variable

DC Link Voltage [V]	Transmittance [%]
0	7.6
10	8.34
20	23.35
30	59.91
40	72.21
50	76.68
60	78.98
70	79.71
80	80.58
90	80.72
100	80.98
110	81.35

DC링크전압을 110V로 고정하고 듀티비 가변에 따른 PDLC 필름의 투과도 측정결과는 그림 4와 표 3과 같다. 그림 5은 DC링크전압 가변과 듀티비 가변에 따른 투과도 비교결과이다.



(a) 듀티비 : 40% (b) 듀티비 : 100%

그림 4 듀티비 가변에 따른 인버터 출력전압 파형

Fig. 4 Inverter output voltage waveform according to duty ratio variable

표 3 듀티비 가변에 따른 PDLC 필름의 투과도

Table 3 Transmittance of PDLC film according to duty ratio variable

Duty ratio [%]	Voltage [V]	Transmittance [%]
0	0	7.6
10	34.79	27.11
20	49.19	47.2
30	60.25	61.6
40	69.57	75.18
50	77.78	79.92
60	85.21	79.71
70	92.03	79.78
80	98.39	80.01
90	104.36	81.21
100	110	81.39

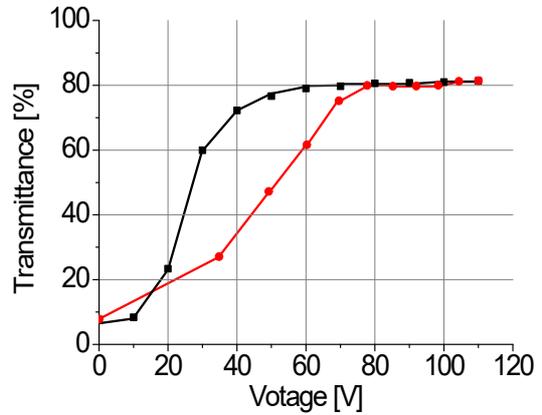


그림 5 투과도 비교 (흑색 : DC링크전압가변, 적색 : 듀티비 가변)
Fig. 5 Transmittance comparison

DC링크전압 110V와 듀티비 100%의 인버터 출력은 동일하여 투과도의 차이가 0.04%p로 오차범위내로 동일하다. 하지만 듀티비 가변 방식의 경우 DC링크전압 가변의 방식보다 투과도 변화의 기울기가 낮아 투과도를 선형적으로 가변이 가능하다.

4. 결론

본 논문에서는 DC링크전압과 듀티비를 가변하여 PDLC의 투과도 변화를 비교하였다. 두 방식의 최대 투과도는 동일하나 듀티비를 가변하는 방식이 투과도 변화의 기울기가 낮아 투과도를 선형적으로 조절이 가능하다. 또한 실제 구동장치를 설계 시에 DC링크전압을 가변하는 방식의 경우 듀티비를 가변하는 경우보다 설계의 어려움이 있어 듀티비를 가변하여 투과도를 조절하여야한다.

본 연구는 2019년도 산업통상자원부의 재원으로 한국에너지기술연구원(KETEP)의 에너지인력양성사업으로 지원받아 수행한 인력양성 성과입니다. (No.20194030202370)

참고 문헌

- [1] Ruben Baetens, Bjørn Petter Jelle, Arild Gustavsen, "Properties, requirements and possibilities of smart windows for dynamic daylight and solar energy control in buildings: A state-of-the-art review", Solar Energy Materials & Solar Cells, Vol. 94, pp. 87-105, 2010
- [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)