

Liquid Crystal Cell Doped with Ionic and Chiral Materials for Independent Control of Haze and Transmittance

서정호, 허재원, 오승원, 김상혁, 윤태훈*

부산대학교 전자공학과

*thyoon@pusan.ac.kr

Abstract— In this work, we report an LC device doped with ionic and chiral materials switchable among the initial transparent, haze-free opaque, hazy opaque states. Owing to its simple switching process, simple structure, and excellent optical performance, it can be used for see-through display and smart window applications.

I. 서론 및 배경

스마트 윈도우는 태양광으로부터 발생하는 열 에너지를 차단하거나 사생활을 보호하는 등 다양한 응용이 가능하다. Electrochromic, Suspended Particle, 액정 등 다양한 물질을 이용하여 스마트 윈도우를 구현하고자 하는 연구가 진행되고 있으며, 그중에서 액정을 이용한 스마트 윈도우는 투과율과 Haze를 동시에 제어할 수 있어 활발하게 연구가 진행되고 있다. 최근, 투명상태, Haze 없는 차광상태, Hazy 차광상태 사이를 전환할 수 있는 기술로 콜레스테릭 액정소자⁽¹⁾ 또는 액정 위상격자 소자⁽²⁾가 발표되었다. 하지만 콜레스테릭 액정소자는 구동방법이 복잡하고 Hazy 차광상태에서의 낮은 Haze값을 단점으로 가지고 있으며, 액정 위상격자 소자는 Hazy 차광상태에서의 높은 Haze값을 나타내나 복잡한 패턴전극 구조가 요구되므로 공정단가가 상대적으로 높을 수 있다는 단점을 가지고 있다.

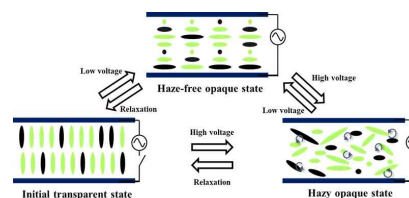
본 논문에서는, 초기 투명상태를 가지면서 Haze없는 차광상태, Hazy 차광상태를 전압으로 제어할 수 있는 액정소자를 구현하였다. 제안하는 액정소자는 간단한 구조 및 구동방법을 가지는 동시에 우수한 광학특성을 가짐을 확인하였다.

II. 연구내용 및 결과

세 가지 상태 사이를 스위칭하는 소자를 구현하기 위해, 음의 유전율 이방성을 가지는 액정에 이온, 염료, 카이랄 도펀트를 혼합하였다. 그림 1은 제작한 액정 셀의 구조 및 구동원리를 나타낸다. 초기 투명상태에서는 액정 및 염료분자가 기판에 수직하게 정렬되어 투명상태를 나타낸다. 특정한 주파수의 낮은 전압을 인가하면 Chirality로 인하여 액정과 염료분자가 꼬인 구조를 가지게 된다. 이 상태에서는 빛의 산란은 일어나지 않으며 빛의 흡수만 이용한 Haze없는 차광상태를 구현할 수 있다. 높은 전압을 인가하면

Electrohydrodynamic Instability로 인하여 액정과 염료분자가 무작위 배열되며, 이 상태에서는 빛의 산란과 흡수가 동시에 구현되어 Hazy 차광상태가 된다⁽³⁾. 인가한 전압을 제거하면 초기 투명상태로 돌아오게 된다.

그림 2는 제안한 액정 셀의 각 상태 사진을 나타낸다. 투명상태에서는 인쇄된 이미지를 선명하게 확인할 수 있다. Haze없는 차광상태에서는 빛의 흡수만 이용하여 어두워진 이미지를 확인할 수 있으며, Hazy 차광상태에서는 빛의 산란과 흡수를 동시에 이용하여 이미지가 가려지는 동시에 검은 화면을 확인할 수 있다.



[그림 1] 제안한 액정 셀의 구조 및 구동원리.



[그림 2] 제작된 액정 셀의 각 상태 사진.

사사

This work was supported by National Research Foundation of Korea (NRF) grant funded by the Korean government (MSIP) (No. 2017R1A2A1A05001067).

참고문헌

- [1] B.-H. Yu, J.-W. Huh, J. Heo, and T.-H. Yoon, "Simultaneous control of haze and transmittance using a dye-doped cholesteric liquid crystal cell," *Liq. Cryst.* **42**(10), 1460-1464 (2015).
- [2] B.-G. Jeon, T.-H. Choi, S.-M. Do, J.-H. Woo, and T.-H. Yoon, "Dye-doped diffractive liquid crystal device for independent control of haze or transmittance," *Proceedings of the 27th International Liquid Crystal Conference*, P2-C1-23 (2018).
- [3] J.-W. Huh, J.-H. Kim, S.-W. Oh, S.-M. Ji, and T.-H. Yoon, "Ion-doped liquid-crystal cell with low opaque-state specular transmittance based on electro-hydrodynamic effect," *Dyes Pigments* **150**, 16-20 (2018).