

正弦波電圧により駆動される液晶の応答速度の評価方法

Evaluation of response speed for liquid crystals driven by sine-wave voltage

防衛大電気電子 °鹿田 建普, 井上 曜, 森武 洋

National Defense Academy, °Tateaki Shikada, Yo Inoue, Hiroshi Moritake

E-mail: em61038@nda.ac.jp

近年、液晶はディスプレイデバイス以外の応用が多くみられるようになってきており、先端応用研究の中では波長掃引レーザーやノンメカニカルビームステアリング等の高速かつ連続的な変調動作を必要とする応用例が報告され始めている[1]。このような応用を考える場合、ディスプレイ応用に利用されてきたステップ応答におけるスイッチング時間の評価(いわゆる立ち上がり時間、及び立下り時間)にはあまり有用性がなく、より実用に則した応答速度の評価手法が必要となる。液晶素子に正弦波を印加した場合、電子回路におけるローパスフィルタのカットオフ動作と類似性を持つような現象が確認される。すなわち、液晶素子の応答速度よりもわずかに高い周波数の正弦波により素子が駆動された場合、その電気光学応答には振幅(最大屈折率変化量)の減衰と印加波形に対する位相遅れが引き起こされる。そこで本研究では、高速性を有する膨潤液晶ゲルを評価対象として、その素子における正弦波応答の評価方法を検討した。

ネマティック液晶(LCC, E8)に対して光重合性液晶(DIC,UCL-011NT1)を 10 wt%添加したサンプルを作製した。その液晶サンプルを水平配向処理が施されたサンドイッチセル(素子厚さ 1.5 μm)に注入した。その後、液晶セルを -20°C まで冷却しながら UV 光($200 \text{ mW}/\text{cm}^2$)を 30 分間照射することで、光重合反応を起こした。作製した液晶セルに正弦波交流電圧 $\pm 40\text{V}$ を印加しながら、直交偏光子の間に配置した。そこに、He-Ne レーザー(633 nm)を照射し、透過光をフォトダイオードで検出した。図 1 に正弦波の周波数を 1 Hz から 10 kHz まで変化させたときの振幅(最大屈折率変化量)と位相を示す。ただし、振幅は 1 Hz の正弦波を印加した場合の屈折率変化量によって規格化された値として示されている。印加周波数を増加させていくと、振幅の減少とともに位相遅延が観察され、その変化の推移は一致していた。このことから、位相遅れが 45° となる場合をカットオフ周波数と定義することで、正弦波応答に対する液晶の応答速度を上手く評価できると考えられる。本実験では、印加周波数 6 kHz のときに 45° の位相遅れを示し、振幅が 43 %減少した。

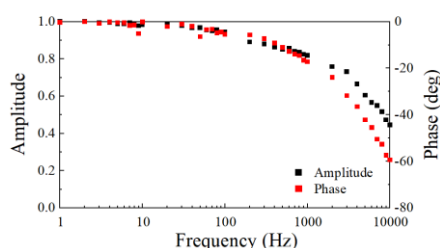


Fig. 1 Frequency response characteristics.

参考文献 : [1] Y. Inoue et al., Opt. Lett., 47, 1303(2022).

謝辞 : DIC 株式会社からの材料提供に感謝致します。科研費(22K19075)の関連研究である。