43 マイクロカプセル化された感温液晶粒子の光学的特性

東大生研 都 徳熙、 小林敏雄、 佐賀徹雄、 瀬川茂樹

Optical characteristics of micro-capsulized cholesteric liquid crystal

Deoghee DOH*, Toshio KOBAYASHI*, Tetsuo SAGA*, Sigeki SEGAWA*

Generally, the temperature change of the cholesteric liquid crystals causes a shift in molecular structure and, thus a different color at a constant observation angle. On top of it, when the microencapsulation process for stabilizing the cholesteric liquid crystal and converting it into an easily manipulable form is fulfilled, the micro-capsulized cholesteric liquid crystals act as a three-dimensional diffraction grating for light of visible wavelengths and show similar behavior to the Bragg Scattering effects observed in crystalline solids. Since this Bragg-type scattering gives rise to the characteristic iridescent colors around the micro-capsulized cholesteric liquid crystal, their spatial spectral color distribution around it needs to be known for applying it to the temperature measurements. This study focuses on the above optical characteristics of the micro-capsulized cholesteric liquid crystals.

1. はじめに

温度の変化によって色が変わる特徴を持っている感温液晶を利用し、熱伝達や熱対流現象を研究する試みがなされている⁽¹⁾⁽²⁾。感温液晶は低分子コレステリック液晶で、化学的に安定な物質でないため、直径が数十 μm から数十 mm の球形のマイクロカプセルに封入して化学的汚染及び物理的損傷から保護される。このようなマイクロカプセル化された感温液晶粒子を用いて温度を計測する場合には、温度に対する色の変化の特性を調べる必要がある。さらに、カプセル化された感温液晶粒子への入射光と撮影角度に対する光学的な特性もあらかじめ調べる必要がある。本研究では、マイクロカプセル化された感温液晶粒子の入射光と撮影角度との成す相対角度を変化させ、その光学的な特性を調べたので報告する。

2. マイクロカプセル化された感温液晶の光学的特性

2-1 光学的特性

コレステリック液晶の光学的な特徴として、光学的活性、複屈折、円偏光2色性、温度依存性等があげられる。コレステリック液晶をマイクロカプセル化した場合にはブラッグスキャタリング⁽³⁾現象が起き、図1のように入射光に対する色の空間分布が形成される。このため、入射光に対して視線角度を変えると異なる波長の色が観察される。

2-2 実験と考察

図2は感温液晶粒子 (AR15C25R、 $d=500\mu\text{m}$ 、比重1.02) への入射光 (冷光線、ハロゲンランプ、150W) とカメラ (3板式CCD、カラー、Sony DXC-3000A) が成す相対角度 θ による液晶粒子の色相の変化を校正する実験である。校正実験は液晶粒子温度を一定に保ち、相対角度 θ を変化さ

Fig.1 Bragg scattering

Fig.2 Experimental apparatus

*Institute of Industrial Science, Univ. of Tokyo 7-22-1 Roppongi, Minatoku, Tokyo

せて行った。また、液晶粒子の温度を変化させた場合の θ と色変化の関係を求めている。カプセル化された感温液晶粒子は、恒温水槽内に、直径2.5mm厚さ0.5mmの細い球形ガラス管の中で固定されている。液晶粒子温度は、液晶粒子に近接して設置された熱電対で計測した値を基準とした。液晶粒子、光源、及びカメラを同一平面内に設置し、これらが成す角度 θ を ± 90 度の間で5度間隔で変化させカラーデータを採取した。カメラからのRGBアナログ信号の記録には、レーザビデオレコーダ (Sony LVR, LVS 5000) を、また画像の解析にはイメージプロセッサ (Nexus 6400)

を用いた。図3に液晶の温度が20℃の場合の液晶粒子のRGB三成分の頻度分布を示す。RGBの値は液晶粒子の中心線上の濃度値を意味する。相対角度 θ により色相が変化する事、また相対角度の正負の角度が等しい場合には、類似の色分布を持つ事が分かる。これは、光源とカメラの相対角度が一定ならば、類似の波長の光が観察される事を意味する。図4に相対角度を0度から45度まで1度間隔で変えた場合の、感温液晶粒子の色相値(H)の変化を示す。感温液晶粒子の温度を一定にして角度を変えた場合、H値が角度により変化している事が分かる。また、H値と θ の関係が温度により異なる特性を持つ事も分かる。図中、ある角度範囲でHがステップ的な変化をしているのはカメラを含む画像処理システム系の分解能不足のためであると推定される。

3. まとめ

マイクロカプセル化された感温液晶粒子の光学的特性を調べた結果以下のような結論を得た。

- (1) マイクロカプセル化された感温液晶粒子にはのブラッグスキャタリング現象がある事を定量的に示した。
- (2) また、その感温液晶粒子の光学特性は温度ごとに異なる事を示した。
- (3) 光源とカメラの相対角度が大きくなるような計測では、あらかじめ液晶粒子の光学特性を校正する必要がある事を示した。

現在、画像入力器機 の特性および液晶粒子の温度に対する時間応答性などについて研究を進めている。

4. 参考文献

- (1) 小林敏雄、佐賀徹雄、瀬川茂樹、可視化情報、Vol.12, Suppl. No.1(1992).pp71
- (2) Philomena G. Grodzka, Letters in Heat and Mass Transfer Vol.2(1975).pp169
- (3) P. Carroll, Cholesteric Liquid Crystals, Ovum Ltd. (1973).

Fig.3 RGB Histogram on the center line of MLC

Fig.4 Hue versus angle