

配光可変型光拡散液晶フィルムの光拡散分布と内部構造の評価

Evaluation of Light Distribution Property and Microstructure of Adaptive Light-Control Liquid Crystal Films

東北大工 °堀井 勇哉, 西澤 真裕, 柴田 陽生, 石鍋 隆宏, 藤掛 英夫

Tohoku Univ., °Yuya Horii, Masahiro Nishizawa, Yosei Shibata, Takahiro Ishinabe, Hideo Fujikake

E-mail: yuya.horii.r5@dc.tohoku.ac.jp

1. 背景

近年、照明装置やディスプレイの省エネルギー化に向けて、光拡散フィルムの光利用効率の向上と配光分布の制御法の確立が期待されている。この課題に対し、我々はこれまでに高い全光線透過率を有する光拡散フィルムとして、高分子多層構造光拡散フィルムを提案してきた。高分子多層構造光拡散フィルムは、屈折率が異なる二種類のモノマの混合液に紫外線(UV)棒状光源を照射することで作製され、光重合相分離により高屈折率および低屈折率高分子層が交互に形成された構造を有している。この構造に起因して、透過光は層の垂直方向に異方的に拡散され、かつ後方散乱が少ないことから全光線透過率は90%と高いことが報告されている¹⁾。しかし、高分子多層構造フィルムの配光分布を動的に制御する方法は未だ報告されていない。我々はこの問題を解決するために、高分子層と、液晶層が交互に形成された構造を有し、電圧により配光分布の制御が可能な配光可変型光拡散液晶フィルムを提案する(Fig. 1)。電圧の印加により層間の屈折率差を制御することで、配光分布の動的制御が期待できる。

配光可変型光拡散液晶フィルムの実現には、高分子多層構造光拡散フィルムの作製に用いる二種類のモノマのうち、一方の材料を液晶に置き換え、UV照射にて高分子層と液晶層を交互に形成する必要がある。そこで本研究では、液晶を用いた配光可変型光拡散液晶フィルムの作製条件の検討および光拡散特性と内部構造の評価を行ったので報告する。

2. 配光可変型光拡散液晶フィルムの作製方法および評価方法

ネマチック液晶(JNC社 TD-1018XX: 転移温度 49.8°C)とモノマ(日本化薬 UX-4101)を等量混合し、光重合開始剤(東京化成工業 2-ヒドロキシ-2-メチルプロピオフェノン)を全体の4wt%となるように添加した混合液を作製した。この混合液を基板上に厚さ200 μmで塗布し、棒状UV光源で10分間照射(照度300 μW/cm²)してフィルムを作製した(Fig. 2(a))。光拡散分布の評価は、サンプルに垂直にコリメートした白色LED光を入射した際に、広範囲の透過散乱光を検出できる輝度角度分布測定装置(Autronic-MELCHERS社 Conoscope)を用いて行い(Fig. 2(b))、内部構造については、光学顕微鏡を用いてフィルム表面および裏面を観察し、評価を行った。

3. UV照射時の温度による内部構造と拡散分布

まず室温(30.0°C)にて配光可変型光拡散液晶フィルムを作製した。作製したフィルムの外観と輝度分布、およびフィルム表面の顕微鏡観察像をそれぞれFig. 3(a)-(c)に示す。作製したフィルムは混合液の状態と同様に白濁しており、輝度分布は等方性だった。また、フィルム表面を観察した結果、層構造は確認できなかった。これは液晶(転移温度 49.8°C)が室温で液晶相であり、入射UV光を散乱したため、棒状UV光源の形状に沿った層状の光重合相分離が生じなかったためと考えられる。

次に液晶を等方相の状態にするため、ホットプレート温度を70.0°Cにして混合液が透明な状態でUV照射を行った。その結果をFig. 3(d)-(f)に示す。作製したフィルムの外観も透明となり、透過散乱光の輝度分布はUV光源の形状に対して垂直な方向に異方的に拡散していることを確認した。また、フィルム表面を観察した結果、UV光源の方向に沿った層構造が観察された。これは液晶が等方相の状態でもUV照射したことで、高分子多層構造光拡散フィルムと同様に、層状の光重合相分離が生じたためと考えられる。

4. まとめ

液晶層と高分子層が交互に形成された構造を有する配光可変型光拡散液晶フィルムを提案および試作し、作製条件の検討を行った。この結果、液晶転移温度よりも高い温度下で棒状UV光源を用いることで、液晶内にUV光源の形状に沿った高分子層構造が形成され、入射光は層構造に対して垂直な方向に異方的に拡散することを明らかにした。今後は、電気的な配光分布の制御の実現に向けて、電圧を印加した場合の拡散分布の変化とその制御について評価を行う予定である。

参考文献

- 1) T. Uematsu et al, *J. Polymer Sci.*, **40**, pp.216-225 (2002).
- 2) T. Okita et al, *Sumitomo Kagaku*, pp.37-48 (1991).

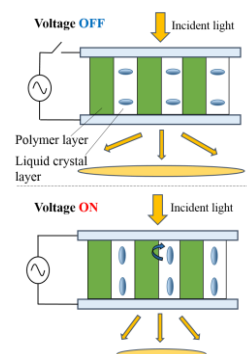


Fig. 1. Model of the adaptive light control liquid crystal film

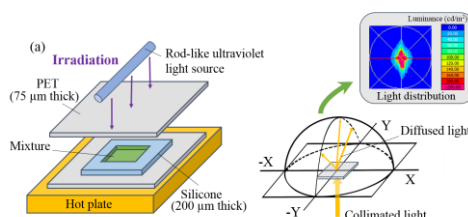


Fig. 2. Illustrations of (a) UV-irradiation system and (b) Evaluation of the light distribution

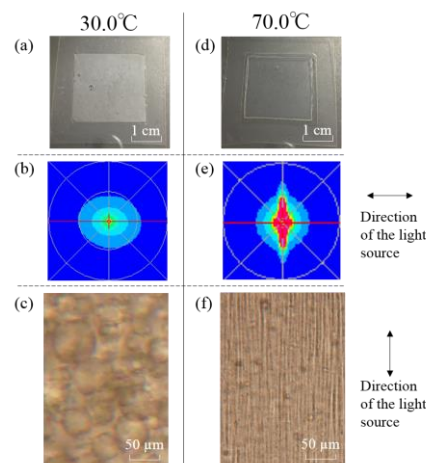


Fig. 3. (a)(d) Photographs of the films, (b)(e) Light distribution of the films, and (c)(f) Irradiated surface views of the films