

転写形成壁スペーサを有するスマートウィンドウ用 フレキシブルリバースモード高分子分散型液晶の作製

Development of Flexible Reverse-mode Polymer Dispersed Liquid Crystal with Transferred Wall Spacers for Smart Window Systems

東北大工 ○伊佐 颯人, 石鍋 隆宏, 柴田 陽生, 藤掛 英夫

Tohoku Univ. ○Hayato Isa, Takahiro Ishinabe, Yosei Shibata and Hideo Fujikake

E-mail: hayato.isa.r3@dc.tohoku.ac.jp

1. 背景

近年、スマートウィンドウ^[1]は、電圧の印加による調光により、照明はもとより空調電力の消費削減が可能であることから、建物や飛行機などをはじめとした幅広い分野への応用が進んでいる。スマートウィンドウの光変調方式の中でも、リバースモード高分子分散型液晶 (Reverse-mode Polymer Dispersed Liquid Crystal: R-PDLC)^[2]を用いた方式は、電圧オフ時における透過率が高く、また応答速度が速いことから、オフィスや会議室などの大きな窓への応用だけでなく、自動車の窓などの湾曲した面への応用が期待されており、R-PDLC のフレキシブル化の実現が重要な課題となっていた。一般に、R-PDLC は電圧オフ時において、液晶と高分子ネットワークを一樣に配向させた構造を有しているが、湾曲により、高分子ネットワークの配向が変化し、透過率が低下するという問題を有している。

本研究では、大画面で、かつ湾曲面への応用が可能なフレキシブルスマートウィンドウの実現に向けて、Fig.1 に示すように転写法を用いてプラスチック基板上にスペーサ壁を形成した垂直配向型 R-PDLC について検討を行った。

2. 垂直配向型 R-PDLC の作製

R-PDLC をスマートウィンドウへ応用するためには、電圧印加時において高いヘイズ値を実現することが必要である。一般に、R-PDLC は液晶を一樣に配向させることから、電圧印加時において散乱に偏光依存性が生じ、高いヘイズ値を実現することが困難であった。この問題を解決するため、本研究では垂直配向型 R-PDLC を採用した。電圧オフ時における液晶の配向を垂直とすることで、電圧オン時に液晶が傾斜する方向がランダムとなり、偏光無依存の強い光散乱が期待できる。そこでまず、垂直配向型 R-PDLC の光学特性を確認するため、垂直配向膜を塗付したガラス基板を用いて R-PDLC を作製し、ヘイズ値の測定を行った。液晶の厚さは 15 μm とし、液晶性モノマ (UCL-011, DIC 社) を 10wt% 混合した液晶材料を注入し、紫外線を照射して硬化させた。作製した垂直配向型 R-PDLC の電圧-ヘイズ特性を Fig.2 (a) に示す。Fig.2(a)より、ガラス基板を用いて作製した垂直配向 R-PDLC は電圧オフ時におけるヘイズ値は 1.7% と低く、また、電圧オン時にはヘイズ値が 90% と高い散乱性を有していることを確認した。

3. 転写壁を有するフレキシブルスマートウィンドウの作製

フレキシブル R-PDLC の実現に向けて、転写法によるスペーサ壁を有した垂直配向 R-PDLC を作製した。転写法を用いることで大面積を安価に作製することが可能となると期待される。ポリカーボネート (PC) 基板 (SS120, 帝人社) 上に紫外線硬化材料 (NOA60, Norland Products Inc.) を塗布し、壁構造の型となる PDMS (Dow Corning corporation Polydimethylsiloxane) を押し付けた状態で、紫外線を照射し、高さ 15 μm の格子状壁構造を形成した。壁スペーサの試作例を Fig.3 に示す。次に、垂直配向膜を塗布した PC 基板でセル構造を作製して、液晶モノマ溶液を注入した後、紫外線を照射した。作製したデバイスの電圧-ヘイズ特性を Fig.2 (b) に示す。転写によるスペーサ壁を有したフレキシブル R-PDLC は、電圧オフ時のヘイズ値が 11% であり、電圧オン時のヘイズ値が 91% であることを確認した。ここで、ガラス基板を用いた壁構造が無い R-PDLC と比較すると、駆動電圧が低く、また電圧オフ時のヘイズ値が上昇していることがわかる。これは、スペーサ壁に垂直配向膜が塗布され、電圧オフ時に壁界面の液晶配向にチルトがついたことで、印加電圧に対して液晶が倒れやすくなったことに加え、液晶と高分子ネットワークとの間で屈折率差が生じ、光が散乱したことが原因だと考えられる。

4. 結論

本研究では、スマートウィンドウの実現に向けて、転写法を用いて PC 基板上にスペーサ壁を施した垂直配向型 R-PDLC を作製した。この結果、電圧オン時において、高いヘイズ値を実現した。今後は、作製したデバイスの湾曲耐性の評価と電圧オフ時におけるヘイズ値の低減について検討を行う予定である。

参考文献

- [1] R. Baetens et al., *Solar Energy Materials & Solar Cells* 94, pp. 87-105(2010)
- [2] R. Yamaguchi et al., *J.J.Appl.Phys.*, Vol. 36, pp. 2771-2774(1997)

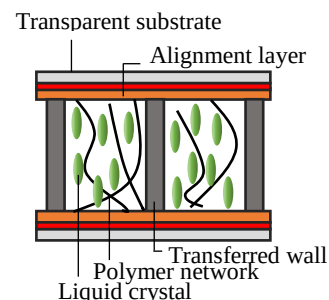


Fig. 1 The structure of R-PDLC with transferred walls

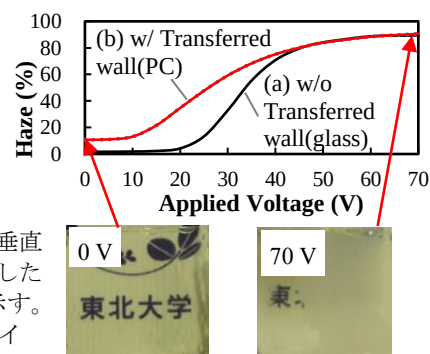


Fig. 2 Haze characteristics of R-PDLC using glass substrate and PC substrate with transferred walls



Fig. 3 Laser microscopic image of transferred wall spacers