高分子壁スペーサを有したフレキシブル液晶ディスプレイの湾曲時のセル厚保持効果

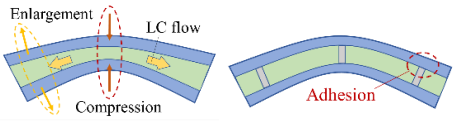
Holding Effect of Cell-Thickness in Curved Flexible LCDs with Polymer Wall Spacers

東北大院工　○高橋 昇吾，柴田 陽生，石鍋 隆宏，藤掛 英夫
Tohoku Univ.　○Shogo Takahashi, Yosei Shibata, Takahiro Ishinabe and Hideo Fujikake
E-mail: shogo.takahashi.p8@dc.tohoku.ac.jp

1. 背景

近年，プラスチック基板を用いたフレキシブル液晶ディスプレイ(LCD)は，優れた衝撃・変形耐性に加え，薄型化・軽量化が可能であることから，ディスプレイの携帯・設置の利便性を飛躍的に向上し，新たな応用を創出する技術として実現が期待されている[1]．フレキシブル LCD の実現における課題として，湾曲時に，湾曲の中心において基板間に圧縮力が加わり，液晶の流動に伴い液晶層の厚さが変化することから，コントラスト比など画質が低下することが挙げられる(Fig.1(a))．従って，高画質なフレキシブル LCD を実現するためには，湾曲時に液晶層の厚み変動を抑制するスペーサ構造が必要となる．

この問題に対して，Fig.1(b)に示す二枚の基板を接合する高分子スペーサが提案されている[2]．基板の接着により，湾曲時に生じる液晶の流動によるセル厚の変動を抑制することができる．我々は，これまでに柱状，格子状などの異なる形状の接着性高分子スペーサを有したフレキシブル液晶デバイスを作製し，格子形状の高分子スペーサが湾曲時のセル厚の保持に有効であることを示してきた[3]．しかし，高分子スペーサのセル厚保持効果について，定量的な評価は行われておらず，また，その評価方法も確立されていない．本研究では，平行配向セルの非湾曲，および湾曲時の波長-リタデーション特性の測定より，高分子スペーサのセル厚保持効果の評価方法を提案し，柱状および格子状等，高分子スペーサの形状の比較を行ったので報告する．



(a) Without spacer　**(b)** With adhesive spacers

Fig. 1 Flexible LC devices in a curved state.

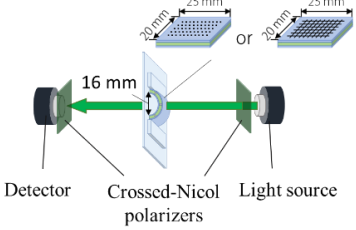
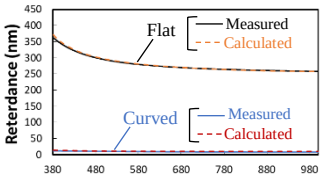


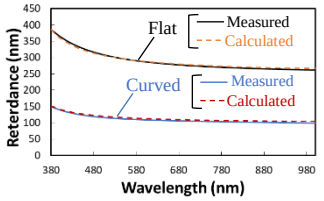
Fig. 2 Measurement system using spectroscopic ellipsometer

2. 実験

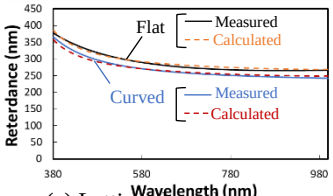
分光エリプソメータ(M-2000 J. A. Woolam 社)を用いて平行配向セルの非湾曲，および湾曲時の波長-リタデーション特性の測定を行った．測定系を Fig.2 に示す．各液晶セルの非湾曲，および湾曲時における湾曲中心の波長-リタデーション特性の測定結果に対して数値フィッティングを行いセル厚を決定した．湾曲半径は 16 mm である．スペーサ形状が湾曲時のセル厚保持効果へ与える影響を調べるため，基板としてポリカーボネート(厚さ 80 μm)を用い，(a)ビーズスペーサ(3.5 μm 径)，(b)柱状の高分子スペーサ(面積 10 μm^2，間隔 100 μm)および(c)格子状の高分子スペーサ(線幅 10 μm，間隔 100 μm)を用いてセルを作製した．液晶材料として，p 型ネマチック液晶 MLC-3019(メルク社)および非液晶性のモノマー材料を使用した．



(a) Only spacer particles



(b) Post spacer



(c) Lattice-shaped spacer

Fig. 3 Comparison of wavelength-dependent retardance in a flat and a curved state.

3. 結果・考察

各液晶セルの波長-リタデーション特性のフィッティング結果を Fig.3 (a-c)に示す．また，この結果を元に算出したセル厚を Table.1 に示す．ビーズスペーサのみで構成したセルは基板間の圧縮力により液晶およびスペーサが流動しセル厚が減少しているのに対し，柱状の高分子スペーサを用いた場合，スペーサの流動が無いことからセル厚の低減が抑制されていることがわかる．しかし，柱状の高分子スペーサの場合においても湾曲時のセル厚の変化は 60%と大きく，湾曲時にスペーサまたは基板が変形し，液晶が流動したためと考えられる．一方，格子状の高分子スペーサを有したセルは，セル厚の変化が 7.1%と小さい値となった．これは，基板間に圧縮力が加えられた場合でも，閉じられた壁構造により液晶の流動を抑制することで，セル厚が保持されたと考えられる．

Table.1 Measurement results of cell gap

	Cell gap [μm]		rate [%]
	Flat	Curved	
Spacer particle	2.7	0.1	-96.3
Post spacer	2.8	1.1	-60.7
Lattice-shaped spacer	2.8	2.6	-7.1

4. 結論

本研究では，湾曲時において高品位な画像表示が可能なフレキシブル LCD の実現に向け，デバイス湾曲時の波長-リタデーション特性の評価よりセル厚の保持効果を評価する手法を提案した．湾曲におけるセル厚の変化を測定した結果，格子状の接着性高分子スペーサを形成することで，液晶の流動を抑制し，湾曲時におけるセル厚の保持が可能であることを定量的に明らかにした．

参考文献

[1]H.Fujikake et al., *Proc.IDW*, **LCT5-1**(2005)
[2]H.Sato et al., *Jpn.J.Appl.Phys.*, **Vol.41**(2002)
[3]Y.Obonai et al., *IEICE TRANSACTIONS on Electronics*, **E100-C**(2017)

© 2018年 応用物理学会