

湾曲したポリカーボネート基板の位相差特性の評価と光学補償

Evaluation of Phase Retardation and Optical Compensation for

Curved Polycarbonate Substrates

東北大工 °本田秀一、石鍋隆宏、柴田陽生、藤樹英夫

Tohoku Univ., °Shuichi Honda, Takahiro Ishinabe, Yosei Shibata and Hideo Fujikake

E-mail: syuichi.honda.q1@dc.tohoku.ac.jp

1. 背景

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、薄くて軽く、高い衝撃耐性を有することから、携帯・設置の自由度拡大が可能であり、次世代のディスプレイ技術として実現が期待されている。しかし、プラスチック基板は従来のガラス基板と異なり光学異方性を有することから、フレキシブルLCDの高コントラスト化および広視野角化を実現するためには基板の光学補償が必要である。これまで我々は、非湾曲時におけるフレキシブルLCDの広視野角化について報告してきた。その一方、ガラス基板において、面内不均一な曲げ歪みにより光学異方性が生じることが報告されており¹⁾、プラスチック基板についても同様にこの影響を明らかにする必要がある。

そこで本研究では、湾曲時におけるプラスチック基板の位相差変化量を測定することで、湾曲が表示画像に及ぼす影響を評価するとともに、湾曲時におけるフレキシブルLCDの広視野角化に向けた光学補償について検討を行った。

2. 湾曲時における面内位相差の評価

プラスチック基板として、高い耐熱性(ガラス転移温度: 215°C)を有し、かつ面内位相差が小さいポリカーボネート(PC)基板(帝人社 SS80、基板サイズ 40mm×40mm)を使用した。Fig. 1 に示す湾曲治具を用い(曲率半径: 17mm)、測定点 A におけるプラスチック基板の湾曲時および非湾曲時の入射角度-位相差特性を比較した結果を Fig. 2 に示す。同図より、入射角度 0° において湾曲による面内位相差の変化が極めて小さいことが分かった。次に、湾曲による位相差特性の面内分布変化を調べるため、湾曲時において基板中心と、中心から 6 mm、12 mm 外側に平行移動させた 2 点の計 3 点(Fig. 1 測定点 A-C)で角度-位相差特性の測定を行った。結果を Fig. 2 に示す。同図から、測定位置によらず、面内位相差と角度-位相差特性は一致しており、変化が極めて小さいことが分かった。これらの結果から、本実験における湾曲の程度では、PC 基板には、位相差の変化はほとんど生じていない、かつ場所による位相差の変化も極めて小さいことが分かった。これは、位相差の変化を生じさせるために必要な歪みに達していない、湾曲した基板の外側および内側に生じる伸びおよび縮みにより位相差がキャンセルされているなどの可能性があると考えられる。詳細については、今後検討が必要である。以上のことから、湾曲時に生じる光学異方性の変化は小さく、フレキシブルLCDの広視野角化を実現するためには基板の光学異方性を補償すればよいことが明らかになった。

3. 正の C-プレートを用いたポリカーボネート基板の光学補償

PC 基板の遅相軸を直交させて積層した時の角度-位相差特性を Fig. 3 に示す。PC の遅相軸は面内で一方に揃っており、直交させることで面内位相差を補償することが可能である。前章の結果より、湾曲が位相差に及ぼす影響が極めて小さいことから、湾曲時においても同様の方法で面内位相差の補償が可能であることを確認した(Fig. 3 点線)。また、正の C-プレート(z 軸方向に光軸を持ち、x-y 平面の屈折率が等しく、かつ z 軸方向の屈折率より小さい)の特性を有する位相差フィルム KX416(Denka 社)を積層し、遅相軸を直交させた SS80 の厚さ方向の位相差の補償を行った。Fig. 3 の実線に示すように、入射角度によらず位相差は一定であり、PC 基板の位相差が補償されたことを確認した。Fig. 4 に、クロスニコル下で湾曲させた基板を正面から観察した結果を示す。Fig. 4a に示すように、遅相軸を直交させた PC 基板のみの場合、基板中心から両端へ離れるに従い入射角度が大きくなることから厚さ方向の位相差が増大し、光漏れが生じることがわかる。一方、Fig. 4b に示すように、正の C-プレートを積層した場合、基板の厚さ方向の位相差が補償され、両端に生じていた光漏れが抑えられた。

4. まとめ

本研究では、湾曲時における PC 基板の角度-位相差特性を測定し、湾曲した基板の光学異方性の変化が画像表示に及ぼす影響は極めて小さいことを示した。この結果、PC 基板の遅相軸を直交させ、かつ正の C-プレートを積層することで、湾曲時における光漏れを抑え、フレキシブルLCDの広視野角化が可能であることを明らかにした。

5. 参考文献

- 1) T. Ishinabe, A. Sato et al., *Appl. Phys. Express* **7**, 111701 (2014).
- 2) J. You, W. Zhao et al., *Proc. SID*, **42.3**, pp. 637-640 (2015).

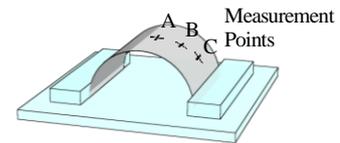


Fig.1. Curved polycarbonate substrates

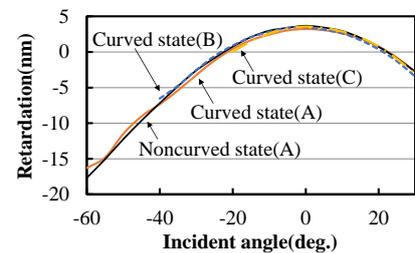


Fig.2. Incident angle dependence of phase retardation of polycarbonate substrates.

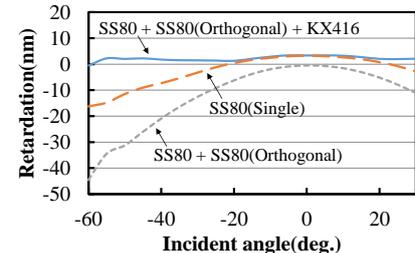


Fig.3. Incident angle dependence of phase retardation of the polycarbonate substrates with compensation.

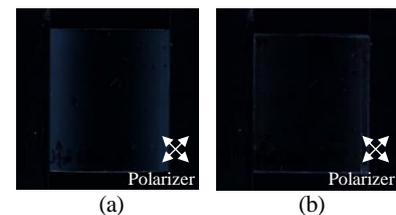


Fig.4. Appearance of the curved polycarbonate substrates in dark state: (a) without and (b) with compensation.

Fig. 4a に示すように、遅相軸を直交させた PC 基板のみの場合、基板中心から両端へ離れるに従い入射角度が大きくなることから厚さ方向の位相差が増大し、光漏れが生じることがわかる。一方、Fig. 4b に示すように、正の C-プレートを積層した場合、基板の厚さ方向の位相差が補償され、両端に生じていた光漏れが抑えられた。