

平成 21 年 6 月 10 日現在

研究種目：基盤研究（C）
 研究期間：2007～2009
 課題番号：19560009
 研究課題名（和文） 液晶素子における分子配向の耐光性とそのリアルタイム評価技術の開発
 研究課題名（英文） Study on real time evaluation method of photostability in liquid crystal cell
 研究代表者 山口 留美子 (YAMAGUCHI RUMIKO)
 秋田大学・工学資源学部・准教授
 研究者番号：30170799

研究成果の概要：ホモジニアス，ホメオトロピック，ハイブリッド，ツイステッドネマティック (TN) の計 4 種類を作製し 403nm の半導体レーザー(約 10mW)を集光し，液晶分子配向状態の異なる液晶素子にそれぞれ照射し，配向状態の変化から，数十分以内での耐光性評価を可能とした。光劣化とともに，透過レーザー光のファーフィールドパターンが変化することを利用し，配向変化の開始時間，劣化の進行状態を評価することができた。

交付額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2007 年度	2,400,000	720,000	3,120,000
2008 年度	1,200,000	360,000	1,560,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,600,000	1,080,000	4,680,000

研究分野：工学

科研費の分科・細目：電気電子工学・電子デバイス・電子機器

キーワード：液晶，配向，耐光性，レーザー，ファーフィールドパターン

1. 研究開始当初の背景

近年の薄型テレビに代表される液晶ディスプレイ (LCD) は、その大画面化とともに、高輝度・高コントラスト・高信頼性が求められている。LCD は非発光型であるため、これらの要求を満たすためには、より高輝度のバックライトを用いることとなる。また、液晶はディスプレイ応用にとどまらず、光学素子への応用も行われている。液晶光学素子はレーザー光の制御を目的とするものが多く、紫青半導体レーザーを使用するタイプの DVD における

光学系位相補償素子等では、高パワー密度と高エネルギーの両面から、液晶光学素子の耐光性が問題となっている。

2. 研究の目的

本研究の最終目的は液晶素子の耐光性向上である。このため、光照射により生じる液晶分子配向変化を明らかにする。さらに、耐光性試験の評価時間の大幅な短縮を図り、光劣化の進行を光学および電氣的にリアルタイムで検証する新規な評価技術を提案することで、効率的でかつ信頼性の高い耐

光性評価法の確立を目指す。

3. 研究の方法

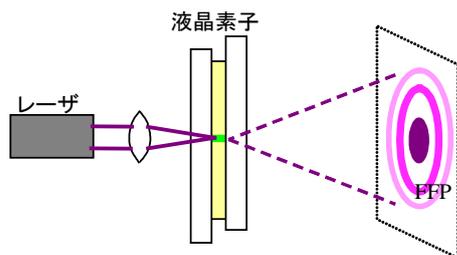
(1) 集光されたレーザー光による光劣化

液晶分子の光吸収係数は、液晶分子の配向方向と入射光の偏光方向によって異なり、劣化の進行も異なると予想される。したがって、液晶分子配向状態の異なる素子を作製する。レーザー光の直線偏光方向は、液晶分子の入射基板面の配向方向と直交、または平行とし、液晶素子に照射する。レーザー光の種類として、青紫半導体レーザー(403nm)を用いる。レーザー光は、集光して液晶素子に照射する。照射時間をパラメータとして行うが、このときレーザー光のファーフィールドパターン(FFP)変化の観察、FFPと配向種類の関係、出射光の偏光状態の確認等を行う。

(2) 配向変化のリアルタイム観察

集光されたレーザー光の透過光に関し、液晶素子から数10cm～1m程度離れたスクリーン上でFFPを観察する。可視光レーザーにおいては、肉眼観察に加えビデオ録画による記録が行える。FFPと配向状態および変化領域の関係を明らかにし、FFPの情報から実際の配向変化状況を予測できる手法を確立する。

以上の研究内容を、種々の液晶・配向膜材料に対して行い、高効率で信頼性の高い耐光性評価システムを構築する。光照射による液晶分子の配向変化と電気的特性変化を検証し、光劣化と分子配向機構に関する知見を総括する。光劣化報情を材料面へ還元し、より耐光性の高い液晶素子作製の指針を示す。



4. 研究成果

(1) 各種配向状態の液晶素子作製とレーザー光照射条件の検討

ホモジニアス、ホメオトロピック、ハイブリッド、ツイステッドネマティックの計4種類の液晶分子配向状態の素子を、種々の液晶材料を用いて作製した。配向膜としては、数種類のポリイミド、ポリビニルアル

コールを用い、ラビング配向処理によって、平行配向、垂直配向、チルト配向表面を得た。青紫半導体レーザー光の直線偏光方向は、液晶分子の入射基板面の配向方向と直交、または平行とし、レンズで集光して液晶素子に照射した。その結果、

①光劣化による配向変化には、配向膜界面における液晶分子の極角方向(チルト角)変化、方位角方向(ねじれ角)変化、光分解の3つが、それぞれ単独または複合的に生じた。

②同一液晶材料であっても、配向膜の種類によって光劣化の状態が異なった。液晶材料ごとの耐光性順位は、配向膜によって異なった。

③配向界面での液晶分子配向変化は、バルクでの液晶分子配列状態、すなわち弾性ひずみの有無、またはレーザーの偏光状態のバルク内および出射側配向膜界面における変化により、劣化の進行状態が異なった。

④配向膜の極角および方位角アンカリング力の低下が確認された。

⑤ホモジニアス配向よりもTN配向も方が早く光劣化が生じた。このことから、方位角アンカリング力の低下が、チルト角増加に先駆けて生じることが明らかとなった。ハイブリッド配向との比較においても、極角アンカリング力の低下が観察された。ホメオトロピック配向が、最も高かった。

⑥電圧印加下における光照射による耐光性は電圧無印加時とまったく変わらなかった。このことは光劣化は配向膜界面で生じていることがわかった。したがって電圧実効値、周波数による影響も観察されなかった。また界面の光劣化に対する液晶バルク配列の弾性ひずみエネルギーの影響が無いことが明らかとなった。

(2) 集光照射においては、ファーフィールドパターン(FFP)変化の観察を行い、光劣化のリアルタイム評価を試みた。

①光配向変化が生じるとほぼ同時に、同心円上の干渉縞が現れ、またそのパターンが劣化の進行とともに変化することを確認した。

②FFPの変化が生じるまでの照射時間を観察することで耐光性の順位を用意に明らかにできることを明らかにした。

③光分解に伴うFFPは、規則的な同心円状のFFPとならないため、光配向変化によるそれとは区別が容易であった。

④液晶ダイレクタとレーザーの偏光方向が直行している場合、極角方向のみの光配向変化ではFFPが変化せず、一時的な1/2波長板

の挿入等によりFFP変化を観察でき、光配向変化の形態に関する情報も得ることができた。

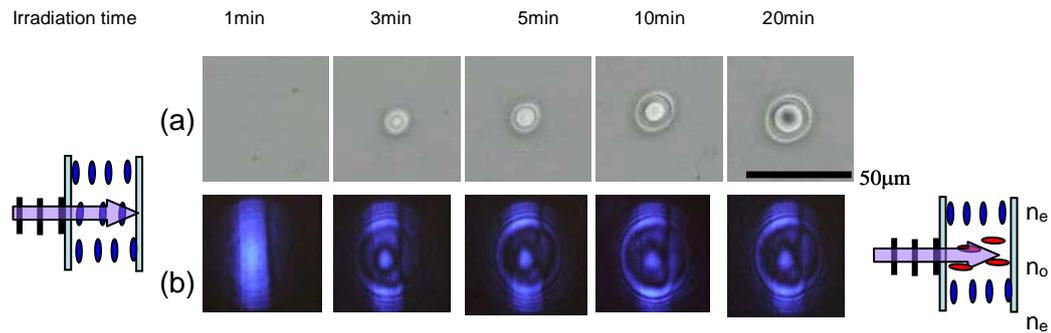


Fig. 1 (a) Photo degradation and (b) FFP in the homogeneous orientated LC (MLC-2058) cell. The polarization direction of the laser beam is parallel to the LC direction.

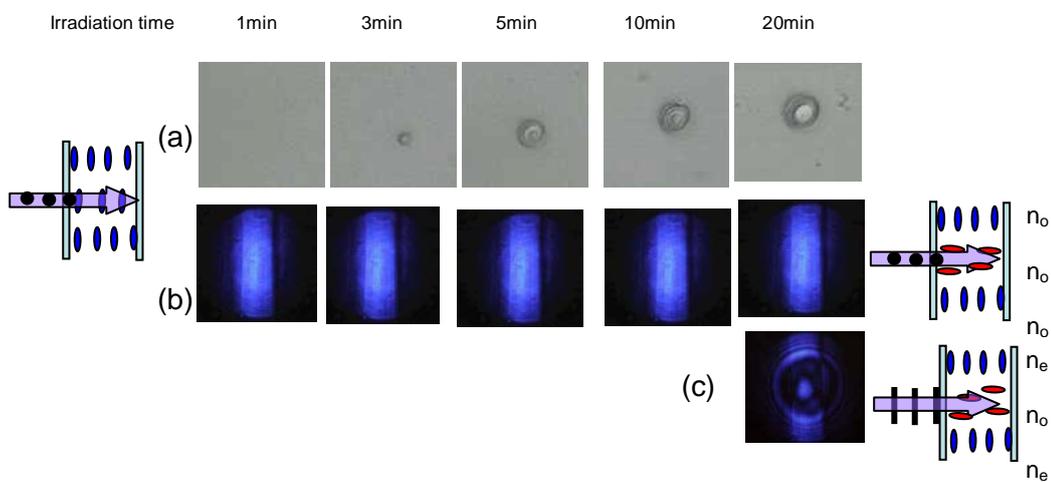


Fig. 2 (a) Photo degradation and (b) FFP in the homogeneous orientated LC (MLC-2058) cell. The polarization direction of the laser beam is perpendicular to the LC direction. (c) FFP observed with the polarization direction of the laser beam temporary parallel to the LC direction.

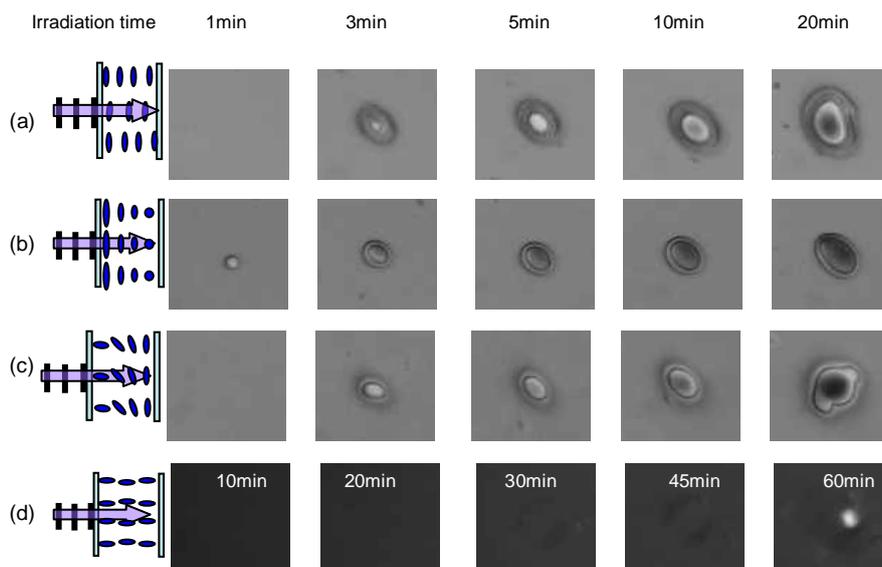


Fig. 3 Degradation of LC alignment in (a) homogeneous, (b) twisted nematic (c) hybrid and (d) homeotropic orientation cells.

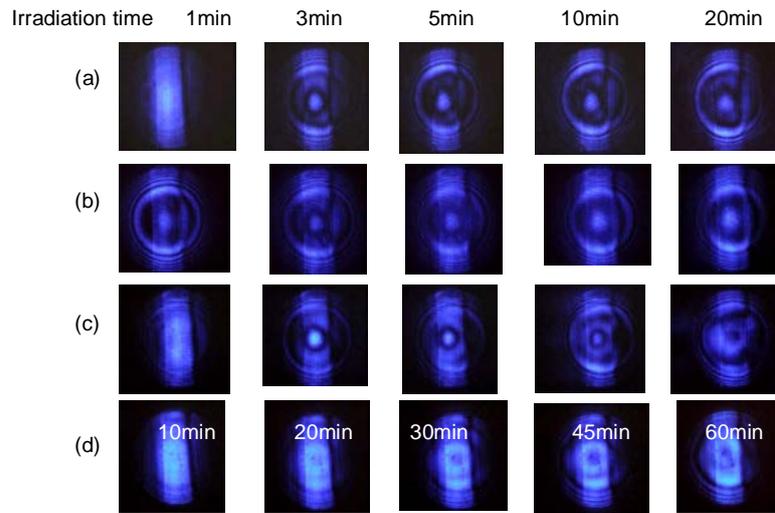


Fig. 4 FFP images in LC alignment degradation cells of (a) homogeneous, (b) twisted nematic (c) hybrid and (d) homeotropic orientation.

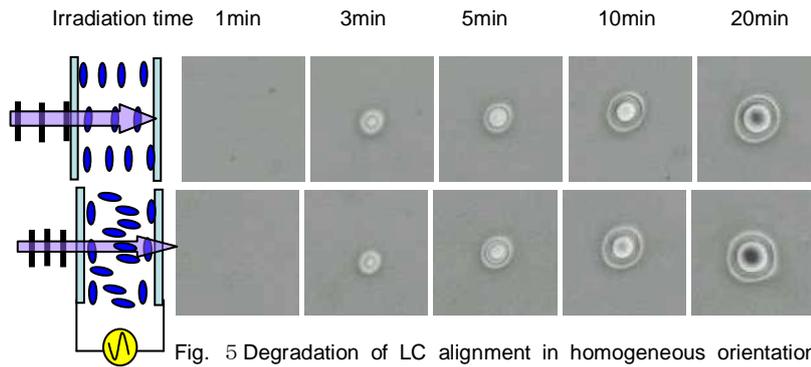


Fig. 5 Degradation of LC alignment in homogeneous orientation with and without voltage application.

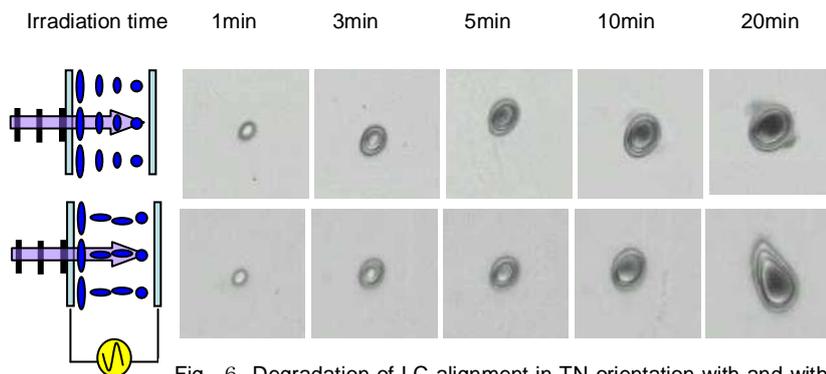


Fig. 6 Degradation of LC alignment in TN orientation with and without voltage application.

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文] (計 3 件)

①R. Yamaguchi, M. Ogura, and S. Sato
“Photo-Degradation Properties of Liquid Crystal Cell Using Focused Blue-Violet Laser Beam”
Molecular Crystals and Liquid Crystals
有 印刷中 (2009).

②R. Yamaguchi, M. Ogura
“Photostability Evaluation of Liquid crystal Cell under a Focused Blue-Violet Laser Beam”
Journal of Photopolymer Science and Technology
有 印刷中 (2009).

③R. Yamaguchi, J. Kimura, and S. Sato
“Liquid Crystal Alignment on Rubbed Polyvinyl-Cinnamate with Overdose of UV Light”
Journal of Photopolymer Science and Technology
有 Vol. 20, (2007), 36-43.

[学会発表] (計 10 件)

①R. Yamaguchi, M. Ogura
“Photo-Degradation and Detection in Liquid Crystal Cells Using Focused Laser Beam”
The 17th Active-Matrix Flatpanel Displays and Devices , 4-1, 2009.7.1, Nara, JAPAN

②R. Yamaguchi, M. Ogura
“Photostability Evaluation of Liquid crystal Cell under a Focused Blue-Violet Laser Beam”
The 26th Conference on Photopolymer Science and Technology, B4-09 2009.7.3, Chiba, JAPAN

③小倉勝己, 山口留美子
“液晶分子配列が及ぼす液晶素子耐光性への影響” 電子情報通信学会発光型/非発光型ディスプレイ合同研究会, 平成21年1月30日 八戸工業大学

④R. Yamaguchi, M. Ogura and Susumu Sato
“Photo Degradation Properties in Oriented Liquid Crystal Modes”
15th International Display Workshops
2008.12.3-5 Niigata, JAPAN

⑤小倉勝己, 山口留美子, 佐藤進
“電圧印加の有無による液晶素子耐光性への影響” 2008年日本液晶学会討論会, 平成20年9月17日 キャンパスプラザ京都

⑥R. Yamaguchi, M. Ogura and Susumu Sato
“Photo-Degradation Properties of Liquid Crystal Cell Using Focused Blue-Violet Laser Beam”
The 22nd International Liquid Crystal Conference
2008.6.29-7.04. Jeju, KOREA

⑦小倉勝己, 山口留美子, 佐藤進
“液晶分子配列による液晶素子の光劣化への影響” 2008年春季 第55回応用物理学関係連合講演会, 2008年3月27~30日, 千葉

⑧R. Yamaguchi, M. Ogura, and S. Sato
“Photostability Evaluation of Liquid crystal Cell by Far Field Pattern Observation”
Proceedings of the 14th International Display Workshops
2007. 12. 5-7, Sapporo Japan

⑨R. Yamaguchi and S. Sato
“Photostability evaluation of liquid crystal cell: Real time detection of liquid crystal alignment degradation”
12th International Topical Meeting on Optics of Liquid Crystals, 2007. 10. 1-5, Puebla Mexico

⑩小倉勝己, 山口留美子, 佐藤進
“アンカリングカマルチドメイン境界の液晶ダイレクタ分布” 2007年日本液晶学会討論会, 2007年9月12~14日, 東京

[図書] (計 0 件)

[産業財産権]

○出願状況 (計 0 件)

○取得状況 (計 0 件)

[その他]

6. 研究組織

(1) 研究代表者

山口 留美子 (YAMAGUCHI RUMIKO)
秋田大学・工学資源学部・准教授
研究者番号: 30170799

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし