

論文 / 著書情報
Article / Book Information

題目(和文)	
Title(English)	In-plane switching behavior of liquid crystals on high density polymer brushes
著者(和文)	佐藤治
Author(English)	OSAMU SATO
出典(和文)	学位:博士(工学), 学位授与機関:東京工業大学, 報告番号:乙第4168号, 授与年月日:2018年5月31日, 学位の種別:論文博士, 審査員:戸木田 雅利,扇澤 敏明,宍戸 厚,川内 進,松本 英俊
Citation(English)	Degree:Doctor (Engineering), Conferring organization: Tokyo Institute of Technology, Report number:乙第4168号, Conferred date:2018/5/31, Degree Type:Thesis doctor, Examiner:,,,,
学位種別(和文)	博士論文
Category(English)	Doctoral Thesis
種別(和文)	論文要旨
Type(English)	Summary

(論文博士)

論 文 要 旨 (和文2000字程度)

報告番号	乙 第 号	氏 名	佐藤 治
<p>(要 旨)</p> <p>本研究は、革新的な特性向上を実現する横電界 (IPS) 方式の新規LCDモードの創造を最終ゴールとし、以下の3つのサブテーマを設定して、段階的に推進された。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) 濃厚ポリマーブラシ/液晶間のアンカリング挙動の解明 2) 濃厚ポリマーブラシを用いた常温でのゼロ面アンカリング状態 (方位角方向のアンカリングがゼロの状態) の実現 3) 常温でのゼロ面アンカリング状態を活用した横電界駆動による新規LCDモードの創造 <p>本稿は以下の5章から構成される。</p> <p>第一章はGeneral Introductionである。本研究のMotivationを述べると共に、Backgroundとして、LCDの原理/構造、LCDの研究開発史、IPS LCDの概要と課題、LCDにおけるアンカリングの役割、及びポリマーブラシと液晶の相互作用について、先行研究を取り上げながら説明を行った。更に上記のBackgroundを踏まえ、本研究の目的を定めると共に、研究方法について記述した。</p> <p>第二章では、高密度poly(methyl methacrylate) (PMMA) ブラシ/液晶間、高密度polystyrene (PS) ブラシ/液晶間の方位角方向のアンカリング挙動について検討を行った。高密度PMMAブラシ、高密度PSブラシを配向膜として用いたIPS方式の液晶セル (それぞれPMMA-B cell、PS-B cell) を作製し、様々な温度で長時間横電界駆動した際の透過率の変化から、ブラシ/液晶界面のアンカリング強度の温度依存性を観察した。その結果、PMMA-B cellは、45℃以下では配向膜としてラビングしたポリイミドを用いた液晶セル (RPI cell) 同等の強アンカリング特性を、65℃以上では粘弾性的な特性を示した。一方、PS-B cellは、25℃以下ではRPIセル同等の強アンカリング特性を、45℃以上では粘弾性的な特性を示した。更に、PS-B cellは液晶のネマティック/等方相転移温度近傍 (110℃付近) で液晶分子が自発的にくし歯配線に平行な方向に均一配向する様子が確認された。これは、液晶がくし歯電極 (厚さ約50nm、lines & spaces=4/10μm) に起因する凹凸に沿って均一配向できる程度にPSブラシ/液晶界面の方位角方向のアンカリングが弱いことを示しており、PSブラシ/液晶界面は110℃付近でゼロ面アンカリング状態となることが確認された。更に、上記の現象を包括的に検討し、ポリマーブラシ/液晶界面間のアンカリング強度の温度依存性を説明する仮説を立案した。</p> <p>第三章では、ポリマーブラシのT_g、及び、ポリマーブラシと液晶の相溶性がポリマーブラシ/液晶界面の方位角方向のアンカリング強度に及ぼす影響について検討した。配向膜として、高密度PMMAブラシ、高密度poly(ethyl methacrylate) (PEMA) ブラシ、高密度poly(hexyl methacrylate) (PHMA) ブラシ、高密度PSブラシを用いたIPS方式の液晶セル (それぞれ、PMMA-B cell, PEMA-B cell, PHMA-B cell, PS-B cell) を作製し、これらの液晶セルを様々な温度で横電界駆動した際の閾値</p>			

電圧 (V_{th}) から、各温度でのポリマーブラシ/液晶界面の方位角方向のアンカリング係数 (A_2) を求めた。その結果、ポリマーブラシの T_g が低いほど A_2 が低下し始める温度 (T_d) も低くなることが確認された。一方、PMMAとPSの T_g は同程度であるが、PMMA-B cellの T_d は65°C、PS-B cellの T_d は約35°Cと大きな差が見られた。この違いはポリマーと液晶の相溶性の違いに起因し、ポリマーと液晶の相溶性が高いほど、 T_d が低くなることが明らかとなった。又、液晶注入直後のPHMA-B cell表面を軽く擦るとくし歯電極に平行な方向に液晶が均一配向すると共に、PHMA-B cellを25°Cで横電界駆動させた際の閾値電圧もRPI cellに比べ、大幅に低下した。これらの結果から、PHMAブラシ/液晶界面は常温でゼロ面アンカリング状態となることが確認された。更に、ポリマーブラシ/液晶界面の方位角方向のアンカリング状態は、 A_2 の値が 10^{-5}Jm^{-2} 以上では強アンカリング状態、 $1.0 \times 10^{-6} \text{Jm}^{-2}$ 以下ではゼロ面アンカリング状態、その間では粘弾性的な状態と、 A_2 の値によって、大よそであるが3つの状態に分類できることが確認された。

第四章では、第三章で得た知見を基に、ゼロ面アンカリング状態を活用した新規LCDモードの開発に取り組んだ。くし歯電極が形成された基板（電極基板）には配向膜としてゼロ面アンカリング材料（高密度PHMAブラシ）を、対向基板には強アンカリング材料（RPI）を形成した液晶セル（新モードセル）を作製し、横電界駆動により駆動した際の電気光学特性を測定したところ、従来のIPS LCDに比べ、新モードセルの駆動電圧は半減し、最大透過率 (T_{max})、コントラスト比はそれぞれ1.8倍、2.3倍に向上した。又、新モードセルの T_{max} 向上は、従来のIPS LCDでは透過しなかつたくし歯電極上の光が透過する様になったことに起因することが確認された。革新的特性向上を実現する新規LCDモードは、動作原理からone-side zero-azimuth anchoring in-plane switching (OZ-IPS) モードと名付けられた。

第五章は、本研究の結言であり、本研究の結論を述べると共に、今後の研究の方向性について記述した。

備考：論文要旨は、和文2000字と英文300語を1部ずつ提出するか、もしくは英文800語を1部提出してください。

Note：Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1 copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).

(論文博士)

論 文 要 旨 (英 文)

(300語程度)

(Summary)

報告番号	乙 第	号	氏 名	佐藤 治
<p>(要 旨)</p> <p>The purpose of this research was to investigate the following three subjects:</p> <p>i) Elucidation of the anchoring behavior between high-density polymer brushes and nematic liquid crystals (NLCs);</p> <p>ii) Achievement of a zero-azimuth anchoring state using high-density polymer brushes; and</p> <p>iii) Creation of a new liquid crystal display (LCD) mode driven by in-plane switching (IPS) that utilizes the zero-azimuth anchoring state.</p> <p>The following conclusions were reached as the results of this research:</p> <p>1) The anchoring state at the interface between the high-density polymer brushes and NLCs changes to the following three states on changes in temperature: a strong anchoring state equivalent to rubbed polyimide, a viscoelastic state, and a near-zero-azimuth anchoring state, in which anchoring in the direction of the azimuthal angle was mostly lost. Moreover, the temperature of the transition between each state changes with the kind of polymer brush and LC. The anchoring strength of the LC on the polymer brush surface depends on the glass transition temperature of the polymer brush, but can be decreased when the polymer is highly compatible with the NLC.</p> <p>2) High-density poly(hexyl methacrylate) provides stable near-zero-azimuth anchoring for NLCs at ambient temperature.</p> <p>3) A new LCD mode by IPS which utilized the zero-azimuth anchoring state was succeeded in developing. An LC cell with NLCs injected between a substrate with a near-zero-azimuth anchoring interface and a substrate with a strong anchoring interface has a driving voltage reduced by almost half, 1.8 times greater maximum transmittance, and 2.3 times higher contrast ratio than a conventional IPS LCD. Such a drastic improvement in transmittance is achieved because NLCs above the comb-shaped electrodes rotate toward the electric field direction on the application of a voltage and the transmission of light above the electrodes. This new mode IPS is termed as “one-side zero-azimuth anchoring in-plane switching (OZ-IPS) mode”.</p>				

備考：論文要旨は、和文2000字と英文300語を1部ずつ提出するか、もしくは英文800語を1部提出してください。

Note：Thesis Summary should be submitted in either a copy of 2000 Japanese Characters and 300 Words (English) or 1copy of 800 Words (English).

注意：論文要旨は、東工大リサーチリポジトリ(T2R2)にてインターネット公表されますので、公表可能な範囲の内容で作成してください。

Attention: Thesis Summary will be published on Tokyo Tech Research Repository Website (T2R2).