

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)	審査の要旨
Type(English)	Exam Summary

論文審査の要旨及び審査員

(2000字程度)

報告番号	乙 第 号	学位申請者		
	氏 名	職 名	氏 名	職 名
論文審査員	主査 戸木田 雅利	准教授	松本 英俊	准教授
	扇澤 敏明	教 授		
	宍戸 厚	教 授		
	川内 進	准教授		

本論文は、「In-plane switching behavior of liquid crystals on high-density polymer brushes (高密度ポリマーブラシ上の液晶の面内スイッチング挙動)」と題し、全5章から構成されており、英文で書かれている。

第1章「General Introduction (緒言)」では、本研究の意義を述べると共に、背景として、液晶ディスプレイ(LCD)の原理、構造、LCDの研究開発史、面内スイッチング(IPS)LCDの概要と課題、LCDにおける液晶アンカリングの役割、高密度ポリマーブラシについて、先行研究を取り上げながら説明したうえで、本研究の目的と方法を記述している。

第2章「High-Density Polymer Brushes as Anchoring Surfaces of Nematic Liquid Crystals (ネマチック液晶アンカリング表面としての高密度ポリマーブラシ)」では、ポリメチルメタクリレート(PMMA)高密度ブラシ、ポリスチレン(PS)高密度ブラシの液晶アンカリング挙動について検討を行っている。PMMA 高密度ブラシ、PS 高密度ブラシを配向膜とした液晶セル(PMMA-B cell、PS-B cell)を作製し、様々な温度で横電界駆動した際の透過率から、ブラシ表面の液晶アンカリング強度の温度依存性を評価している。PMMA-B cell は、45°C以下ではラビングしたポリイミドを配向膜として用いた液晶セル(RPI cell)と同等の強アンカリング特性を示す一方、65°C以上では粘弾性的な特性を示した。PS-B cell では強アンカリングから粘弾性的な特徴に変化する温度が 25°C~45°Cの範囲に低下した。さらに液晶のネマチック-等方相転移温度近傍の 110 °C になると、PS ブラシの液晶アンカリングは極めて小さくなり、液晶分子が自発的にくし歯電極の凹凸に沿って均一配向することを見出している。

第3章「Nematic Liquid Crystal Anchoring Strengths of High-Density Polymer Brush Surfaces (高密度ポリマーブラシのネマチック液晶アンカリング強度)」では、ポリマーのガラス転移温度(T_g)およびポリマーと液晶の相溶性がポリマーブラシの液晶アンカリング強度に及ぼす影響について検討している。PMMA-B cell、PS-B cell に加え、ポリエチルメタクリレート高密度ブラシ、ポリヘキシルメタクリレート高密度ブラシを配向膜とした液晶セル(PEMA-B cell、PHMA-B cell)を作製し、様々な温度での横電界駆動のしきい電圧(V_{th})から、各温度でのポリマーブラシ表面の方位角方向のアンカリング係数(A_2)を評価している。結果、ポリマーの T_g が低いほど A_2 の減少 開始温度(T_d)も低くなることを確認している。PMMA と PS の T_g はほぼ等しいにもかかわらず、PMMA-B cell の T_d は 65°C、PS-B cell の T_d は約 35°Cと大きく異なった。この要因をポリマーと液晶の相溶性の違いにあるとし、ポリマーと液晶の相溶性が高いほど、 T_d が低くなると説明している。PHMA ブラシ表面は室温での A_2 の値が 10^{-6} [Jm⁻²]オーダーであり、PHMA-B セルは、液晶注入直後にセル表面を軽く擦ると、液晶がくし歯電極に平行な方向に均一配向するなど、弱アンカリング状態を反映した特徴を示すことを報告している。

第4章「An In-plane Switching Liquid Crystal Cell with Weakly Anchored Liquid Crystals on the Electrode Substrate (液晶をほとんどアンカリングしない電極基板を有するIPS液晶セルの電気光学特性)」では、ゼロ面アンカリング状態を活用して開発した新規LCDモードについて述べている。表面にPHMA 高密度ブラシを付与した電極基板と、表面にRPI 膜を形成した対向基板からなるIPS液晶セルを作製し、その電気光学特性を測定している。この新規IPS LCDでは、駆動電圧が従来のIPSLCDの1/2に減少する一方、最大透過率(T_{max})が1.8倍、コントラストが2.3倍に向上した。 T_{max} の向上は、電極上の弱い電界でも弱アンカリングされた液晶分子が方位を変えることによることを見出している。このLCDモードをOne side Zero azimuth-anchoring IPS(OZ-IPS)と名付け、革新的特性向上を実現する新規LCDモードとして提案している。

第5章「Conclusions (結論)」は、本研究を総括するとともに将来の展望を述べている。

これを要するに、本論文は、高密度ポリマーブラシ上の液晶の弱アンカリングを見出し、それを活用して高輝度・高コントラスト・低電圧駆動の新規液晶表示モードを提案しており、工学上ならびに工業上貢献するところが大きい。よって本論文は博士(工学)の学位論文として十分な価値があるものと認められる。