

マテリアル先端リサーチインフラ利用報告書

ARIM User's Report

[Release : 2024.07.25] [Update : 2024.04.22]

課題データ / Project Data

課題番号 Project Issue Number	23GA0004
利用課題名 Title	液晶分極場を利用した薄膜デバイスの開発
利用した実施機関 Support Institute	香川大学 / Kagawa Univ.
機関外・機関内の利用 External or Internal Use	内部利用 (ARIM事業参画者以外) / Internal Use (by non ARIM members)
横断技術領域 Cross-Technology Area	加工・デバイスプロセス/Nanofabrication 物質・材料合成プロセス/Molecule & Material Synthesis
重要技術領域 Important Technology Area	量子・電子制御により革新的な機能を発現するマテリアル/Materials using quantum and electronic control to perform innovative functions 革新的なエネルギー変換を可能とするマテリアル/Materials enabling innovative energy conversion
キーワード Keywords	形状・形態観察,分析,液晶,触針式表面形状測定器,薄膜,有機太陽電池,エレクトロクロミック素子,太陽電池/ Solar cell,蒸着・成膜/ Vapor deposition/film formation, 膜加工・エッチング/ Film processing/etching, フォトニクス/ Photonics

利用者と利用形態 / User and Support Type

利用者名 (課題申請者) User Name (Project Applicant)	舟橋 正浩
所属名 Affiliation	香川大学 創造工学部 材料物質科学領域
共同利用者氏名 Names of Collaborators in Other Institutes Than Hub and Spoke Institutes	田中優志, 梶原竜光, 新原正隆, 山口翔太郎, 角倉大輝, 高島光太郎, 田原梨珠, 杉原大耀, 今川健介
ARIM実施機関支援担当者 Names of Collaborators in The Hub and Spoke Institutes	
利用形態 Support Type	機器利用/Equipment Utilization

利用した主な設備 / Equipment Used in This Project

利用した主な設備 Equipment ID & Name	GA-005 : 触針式表面形状測定器
---------------------------------	---------------------

報告書データ / Report

<p>概要 (目的・用途・実施内容) Abstract (Aim, Use Applications and Contents)</p>	<p>オリゴ(p-フェニレンビニレン)骨格やオリゴチオフエン骨格、ペリレンビスイミド骨格を有するキラルな液晶性半導体を合成し、薄膜を作製する。薄膜の構造、電気化学特性、光起電力効果、発光特性を検討し、光起電力素子や電界発光素子を作製する。</p>
<p>実験 Experimental</p>	<p>クインケチオフエン骨格を有する強誘電性液晶1 (Figure 1(a))を合成し、その液晶性、自発分極、バルク光起電力効果を検討した。クインケチオフエン誘導体はHOMOの位置が高く、電圧印加時に電極からの電荷注入が起こるため、通常の三角波法やソーラー・タワー法では自発分極を測定できない。そこで、ITO電極上に絶縁層を製膜したセルを用いて自発分極の測定を行った。ITO電極上にポリイミドをスピンコートし、250℃で熱処理した。ポリイミド薄膜の厚さを触針式表面形状測定機 (ULVAC, DEKTAK8) によって測定したところ、50 nmであった。絶縁層を製膜したITO電極を用いて三角波法でクインケチオフエン誘導体の自発分極を測定した。</p>
<p>結果と考察 Results and Discussion</p>	<p>通常のITO電極を用いた三角波法の測定では、振幅20 V、周波数100 HzにおいてmAオーダーのベースライン電流が流れ、分極反転電流のピーク面積を正しく評価できなかった。しかし、絶縁層を導入したITO電極を用いた場合には、同じ条件下でベースライン電流は数μA程度に抑制され、分極反転電流のピーク面積を精度よく見積もることができた。分極反転電流から求められた自発分極は125$^{\circ}\text{C}$において79 nC/cm2であった(Figure 1(b))。化合物1とフラーレン誘導体PCBMの混合物(10wt%)に電圧を印加したまま、高次の分極相に冷却した試料において、白色光(20 mW/cm2)を照射し、光起電力効果を測定したところ、開放電圧0.72 V、短絡電流270 μAcm^{-2}、エネルギー変換効率0.7%が得られた(Figure 1(c))。</p>
<p>図・表・数式 1 Figures, Tables and Equations 1</p>	<div style="text-align: center;"> </div> <p>Figure 1 (a) Molecular structure of ferroelectric quinquethiophene derivative. (b) Polarization inversion current of compound 1 at 125$^{\circ}\text{C}$. (c) Current-voltage characteristics of a mixture of compound 1 and PCBM (11wt%).</p>
<p>その他・特記事項 (参考文献・謝辞等) Remarks(References and Acknowledgements)</p>	<p>Y. Matoba, S. Uemura, M. Funahashi*, Diastereomeric Effect on Bulk Photovoltaic Property and Polarized Electroluminescence in Ferroelectric Liquid Crystals Containing an Extended π-Conjugated Unit, Bull. Chem. Soc. Jpn., 96, 247-256 (2023).) はSelected Paper、および、Inside Cover Pictureに選出された。CSJ化学フェスタ、ポリマー材料フォーラムなど、4件の招待講演を行った。</p>

成果発表・成果利用 / Publication and Patents

<p>DOI (論文・プロシーディング) [1] DOI (Publication and Proceedings)</p>	<p>Masahiro Funahashi, Bulk photovoltaic effect in ferroelectric liquid crystals comprising of quinquethiophene and lactic ester units, <i>Organic Electronics</i>, 122, 106911(2023). DOI: 10.1016/j.orgel.2023.106911</p>
--	---

DOI (論文・プロシーディング) [2] DOI (Publication and Proceedings)	Atsushi Seki, Ferroelectric Photovoltaic Effect in the Ordered Smectic Phases of Chiral π -Conjugated Liquid Crystals: Improved Current-Voltage Characteristics by Efficient Fixation of Polar Structure, <i>Bulletin of the Chemical Society of Japan</i> , 96 , 1224-1233(2023). DOI: 10.1246/bcsj.20230185
DOI (論文・プロシーディング) [3] DOI (Publication and Proceedings)	Shuhei Morishita, Differences between one- and two-photon excited circularly polarized light emission processes in cholesteric liquid-crystalline semiconductors, <i>Journal of Luminescence</i> , 263 , 120068(2023). DOI: 10.1016/j.jlumin.2023.120068
口頭発表、ポスター発表 および、その他の論文[1] Oral Presentations etc.	舟橋正浩「拡張 π 共役液晶における分極場と電子伝導のカップリングによる新機能発現ー強誘電性液晶におけるバルク光起電力効果」新化学技術推進協会 (JACI) ナノフォトニクスエレクトロニクス交流会勉強会 新化学発展協会 (東京) 2023年5月17日 (招待講演)
口頭発表、ポスター発表 および、その他の論文[2] Oral Presentations etc.	舟橋正浩「ゆるさを活かした自発分極~液晶性強誘電半導体の設計とその光起電力効果~」第13回CSJ化学フェスタ 船堀タワーホール (東京) 2023年10月19日 (招待講演)
口頭発表、ポスター発表 および、その他の論文[3] Oral Presentations etc.	舟橋正浩「オリゴチオフェン部位に乳酸エステルを導入した強誘電性液晶のバルク光起電力効果」第32回ポリマー材料フォーラム 名古屋国際会議場 (名古屋) 2023年12月1日 (招待講演)
口頭発表、ポスター発表 および、その他の論文[4] Oral Presentations etc.	舟橋正浩「液晶における分極場の形成と光電子・電気化学機能」有機合成ミニシンポジウム2024 (香川) 香川大学幸町キャンパス (高松) 2024年1月27日 (招待講演)
特許出願件数 Number of Patent Applications	0件
特許登録件数 Number of Registered Patents	0件