

配信先：大阪科学・大学記者クラブ、文部科学記者会、科学記者会

2025年1月23日

大阪公立大学

凸型構造物を形成したガラス基板への フォトクロミック微結晶の配列制御に成功

<概要>

光を照射すると物性が変化する光反応性分子のうち、色が変わるものをフォトクロミック分子といいます。フォトクロミック結晶では、光を当てると結晶を構成する分子サイズだけでなく結晶形状も変化するため、この性質を活かして、光エネルギーを機械的な動きに変換して機器を動かすアクチュエータとしての応用が期待されています。これまで一つの結晶での光による形状変化の研究を進めてきましたが、複数の結晶が同時に同じ動きをするアクチュエータの作成には、複数の結晶を同じ向きに並べる技術が必要です。

大阪公立大学大学院工学研究科の磯辺 菜実大学院生(博士後期課程3年)、北川 大地講師、小島 誠也教授の研究グループは、直線や“0”から“20”までの数字の形をした凸型の構造物^{*1}をガラス基板上に作製。フォトクロミック結晶の一種であるジアリールエテンを粉末化してから加熱し、冷却したガラス基板上に結晶化させると、ガラス基板に作製した凸型構造物に沿って微結晶が同じ向きに配列することを見出しました(図1左)。また、数字の“2”や“8”などの曲線を含む凸型構造では曲線に沿って微結晶が並び、微結晶は光に反応して色が変わるとともに、微小な形状の変化を示すことを明らかにしました(図1右)。本研究で提案した結晶のパターニング法は、既存の手法では制御が難しい有機結晶材料への応用などが期待されます。

本研究成果は、2025年1月19日に、Wiley-VCHが刊行する国際学術誌「Small Methods」のオンライン速報版に掲載されました。

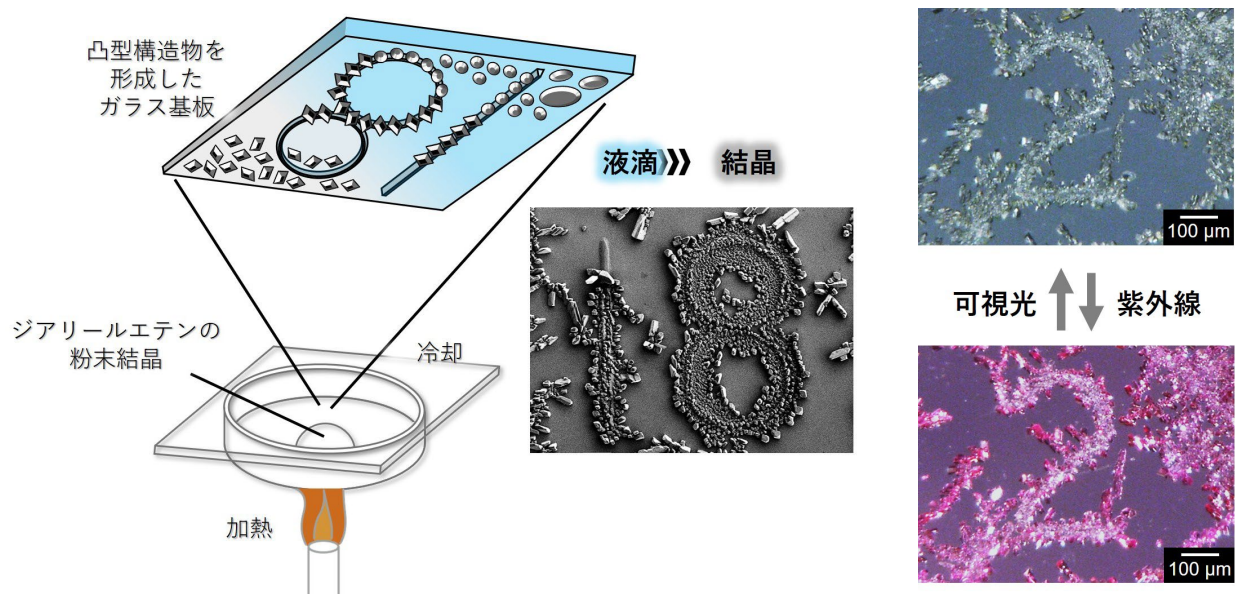


図1 本研究で提案した、ジアリールエテン微結晶の配列制御方法(左)
ガラス基板上に生成したジアリールエテン微結晶への紫外線・可視光照射時の色の変化(右)

<研究の背景>

光を照射することで2つの異性体間で可逆的な結合の組み換え反応が起こり、その色に変化する分子をフォトクロミック分子といいます。その一種であるジアリールエテンの結晶は、紫外光を照射すると分子構造の変化に伴って色が変わるだけでなく、さまざまな形状変化を起こします。これらの結晶の光変形には、分子構造だけでなく結晶中での分子の並び方が影響するため、それらを制御しながら結晶を作製する技術を構築することは重要です。

<研究の内容>

本研究では、昇華法^{※2}を用いて基板上での結晶の位置や配向を制御するため、集積回路の製造工程として知られるパターニング^{※3}に着目しました。まず、直線および“0”から“20”までの数字の形をした、数ミクロンの高さおよび十数ミクロンの幅をもつ凸型構造物をガラス基板上に作製しました。次に、ジアリールエテンの粉末結晶を作製したガラス基板表面に昇華させることで、ジアリールエテンの微小結晶が凸型構造物上に生成するとともに、結晶の配向制御ができることを世界で初めて実証しました。

<期待される効果・今後の展開>

本研究で開発した結晶パターニング法は、ジアリールエテンと同様に低分子量有機化合物である半導体材料および医薬品に対して用いることができると予想されます。また、既存の手法では制御が難しい有機結晶材料のパターニングを実現し、新たな物性を引き出せるようになることが期待されます。今後、この結晶パターニング法の汎用性を高めるため、基板上の凸型構造のサイズや形状による結晶成長への影響を分析し、結晶パターンの形成原理を定量的に説明したいと考えています。

<資金情報>

本研究の一部は、JSPS 科研費 (JP23KJ1830、JP21K14603、JP23H01926、JP21H02016) および科学技術イノベーション創出に向けた大学フェローシップ創設事業 (JPMJFS2138) の支援を受けて実施しました。

<用語解説>

- ※1 凸型の構造物…本文中では、基板表面から突き出た構造を指す。
- ※2 昇華法…物質を加熱して気体状態にした後、冷やして結晶として析出させる手法。
- ※3 パターニング…特定の模様 (=パターン) を形成させること。

<掲載誌情報>

【発表雑誌】 Small Methods

【論文名】 Patterning of Photochromic Diarylethene Crystals by Sublimation for Morphological Controls

【著者】 Mami Isobe, Daichi Kitagawa, Seiya Kobatake

【掲載 URL】 <https://doi.org/10.1002/smt.202401545>

【研究内容に関する問い合わせ先】

大阪公立大学大学院工学研究科
教授 小島 誠也 (こばたけ せいや)
TEL : 06-6605-2797
E-mail : kobatake@omu.ac.jp

【報道に関する問い合わせ先】

大阪公立大学 広報課
担当 : 竹内
TEL : 06-6967-1834
E-mail : koho-list@ml.omu.ac.jp